

# AGRAARTEADUS

2009 ♦ XX ♦ 2

---

Väljaandja: Akadeemiline Põllumajanduse Selts  
Peatoimetaja: Maarika Alaru  
Keeletoimetaja: Sirje Toomla

Aadress: 51014 Tartu, Kreutzwaldi 1  
e-post: agrt@eau.ee, maarika.alaru@emu.ee  
www: <http://www.eau.ee/~aps/>

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

---

## SISUKORD

### TEADUSTÖÖD

<i>A. Bender.</i> Punase ristiku ( <i>Trifolium pratense</i> L.) sortide 'Varte' ja 'Ilte' seemnete värvusindeks...	3
<i>M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson.</i> Väävliga väetamise mõju talinisu saagikusele, proteiini kvaliteedile ja küpsetusomadustele .....	8
<i>L. Käis.</i> Mustika viljelemistehnoloogia freesturbaväljadele rajatud istandikes .....	16
<i>J. Olt, M. Heinloo.</i> Väetiseosakese lennukauguse arvutusvalemist õhutakistuse arvutamisel .....	22
<i>J. Olt, V. Mikita, T. Sõõro, A. Küüt, R. Tamm, E. Raidla, R. Ilves, K. Ristlaid, V. Raudsepp, U. Viitkar.</i> Bioetanool ottomootori kütusena .....	26
<i>J. Olt, R. Värnik, Ü. Traat, M. Nikopensius.</i> Eesti põllumajandustootjate traktorite kasutuskulud ja nende mõju omahinnale .....	36
<i>H. Tikk, A. Lember, A. Karus, V. Tikk, M. Piirsalu.</i> Eestis kasvatatavate vutibroilerite lihajõudlus ja liha keemiline koostis .....	47
<i>J. Olt.</i> 90 aastat põllutöömashinate kõrgkoolitusest Eestis .....	60
<i>A. Leola.</i> 40 aastat loomakasvatuse mehhaniseerimise kateedri loomisest Eesti Põllumajanduse Akadeemias .....	66
<b>KROONIKA</b> .....	72

# JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

2009 ♦ XX ♦ 2

---

Published by: Academic Agricultural Society  
Editor in Chief: Maarika Alaru  
Linguistic Editor: Sirje Toomla

Address: 51014 Tartu, Kreutzwaldi 1  
e-mail: agrt@eau.ee, maarika.alaru@emu.ee  
www: <http://www.eau.ee/~aps/>

---

## CONTENTS

### SCIENTIFIC WORKS

<i>A. Bender.</i> Seed colour index of red clover ( <i>Trifolium pratense</i> L.) cultivars 'Varte' and 'Ilte' .....	7
<i>M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson.</i> The effect of sulphur fertilization on yield, quality of protein and baking properties of winter wheat .....	15
<i>L. Käis.</i> Bilberry cultivating technology in plantations established on milled peat fields .....	21
<i>J. Olt, M. Heinloo.</i> On the formula for computation of flying distance of fertilizer's particle under air resistance .....	25
<i>J. Olt, V. Mikita, T. Sõõro, A. Küüt, R. Tamm, E. Raidla, R. Ilves, K. Ristlaid, V. Raudsepp, U. Viitkar.</i> Bioethanol as a fuel in spark-ignition engine .....	34
<i>J. Olt, R. Värnik, Ü. Traat, M. Nikopensius.</i> Monetary indicators of tractor maintenance costs .....	46
<i>H. Tikk, A. Lember, A. Karus, V. Tikk, M. Piirsalu.</i> Meat performance and meat chemical composition of quail broilers in Estonia .....	59
<b>CHRONICLE</b> .....	72

# PUNASE RISTIKU (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) SORTIDE 'VARTE' JA 'ILTE' SEEMNETE VÄRVUSINDEKS

Ants Bender

Jõgeva Sordiaretuse Instituut

**ABSTRACT.** *Seed colour index of red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivars 'Varte' and 'Ilte'.* Tetraploid cultivars of red clover 'Varte' (early) and 'Ilte' (late), that are cultivated also in Finland, Sweden and Norway by now, have been released by Jõgeva Plant Breeding Institute. Single plant nurseries for maintenance breeding with these cultivars have been continuously established for a number of years. Seed yield and 1000 seed weight are determined for individually harvested plants, the colour of the seed coat is assessed visually on a 1–5 scale. Mean seed colour indices of 10 seed harvests were calculated using these scores, the dependence of the index on yearly peculiarities and age of the stand is explained. Seed colour index was calculated in two ways: 1) the plants within a population were divided into classes according to the colour of the harvested seeds, the number of plants per class was considered by calculation – an equation  $[\sum(\text{no. of plants per class} \times \text{number of seed colour class})/\text{total no. of scored plants}]$ ; 2) the seed yields of plants divided into seed colour classes were determined and used in the calculation – an equation  $[\sum(\text{sum of seed weights per class} \times \text{number of seed colour class})/\text{total weight of scored seeds}]$ . The results were compared with the seed colour indices determined in the USA by Bortnem and Boe for red clover cultivars originating from several regions of Europe.

**Keywords:** *red clover, cultivar, seeds, colour index*

## Sissejuhatus

Ristikute taimeperekonda kuulub 228 liiki, millest 16 leiavad kasutamist kultuurtaimena. Valdava enamiku ristikuliikide seemned on ühevärvilised e monokromaatset. Siiski leidub perekonnas 17 liiki, mille seemnekestal võib eristada kaht värvi (bikromaatsed seemned) (Gillett, Taylor, 2001). Ka meil laialt kasvatatav punane ristik kuulub niisuguste liikide hulka. Äsjakoristatud punase ristiku seemnepartiil on värvuselt kirju. Niisuguse üldmulje jätab üksikseemnete kogu, milles leidub üleni valkjaskollaseid, üleni violetseid, enamasti aga mitmesuguses üleminekuastmes kollase-violetse värvitooniga seemneid. Seemnete idujuurepoolne ots on enamasti violetne, teine ots kollane, üleminek ühelt värvitoonilt teisele aeglane. Seemnepartiis võib leiduda ka normaalsetest suuremaid, kiprunud pealispinna, läiketa roostepruune seemneid. Need on juba põllul koris-

tuseelsete sademete tõttu paisunud ja osalt ka idanema hakanud seemned, mida tuleb käesoleva artikli kontekstis lugeda ebatüüpilisteks (riknenuks).

Kestval säilitamisel tavalao tingimustes punase ristiku seemnete läige kaob, nende värvus ühtlustub (muutub pruunikaks) ja idanemisvõime kaob. Seemnekesta värvuse muutumine kollasest punakaks viitab ka harilikul lutsernil, inkarnaat- ja valgel ristikul seemnete eluvõime ja idanevuse langusele (West, Harris, 1963).

Katsetega on tehtud kindlaks, et punase ristiku seemnete säilitamisel madalal temperatuuril ja alandatud õhuniiskuse tingimustes säilivad kollane ja violetne värvitsoon kaua – isegi siis veel, kui kõik seemned on surnud (Gwilum, 1957).

Erinevalt valgest mesikast, millel seemne värvuse moodustavad seemnekest koos sellest läbi kumava pigmenteerunud embrüoga (Gorz et. al., 1975) tuleneb punase ristiku seemne värvus ainult seemnekestast. Seemnekesta värvust kontrollivad genoomis ühe dominantse alleeli 2 lookust: üks määrab värvi, teine selle intensiivsuse (Boe, Bortnem, 2004).

USA Lõuna-Dakota Ülikooli teadlased Bortnem ja Boe (2000, 2003) on hinnanud NPGS geenipangas (National Plant Germplasm System) säilitatavate punase ristiku proovide seemnekesta värvust jaotades 100 juhuslikult valitud seemet kahes korduses skaala alusel värvuse järgi viide klassi ja leidnud tulemuste põhjal sortidele ja säilitatavatele populatsioonidele seemnete värvusindeksid. Läbiuuritud kollektioonist (kokku 69 säilikut) osutus kõige heledamaseemneliseks üks Türgi päritolu populatsioon (säiliku number 120105) värvusindeksiga 2,4 ja kõige tumedamaseemneliseks Prantsusmaalt pärit populatsioon (säiliku number 207972) seemnete värvusindeksiga 4,4. Autorid leidsid, et punase ristiku seemnete värvusindeks sõltub sordist, kuid seda mõjutavad ka (geograafiline) kasvatuskoht ja konkreetse aasta ilmastikutingimused. Geograafilise kasvukoha ja ilmastikutingimuste mõju punase ristiku seemnekesta värvusele on sordiomaduste kõrval märkinud ka Taylor ja Quesenberry (1996).

Eestis aretatud punase ristiku sortidel seni seemnete värvusindekseid ei ole määratud. Käesoleva artikli eesmärgiks oli määrata Jõgeva Sordiaretuse Instituudis aretatud, nüüdseks ka Soome, Rootsi ja Norra riiklikesse sordinimekirjadesse kuuluvate tetraploidsete punase ristiku sortide 'Varte' ja 'Ilte' seemnete värvusindeksid.

Jõgeval on punase ristiku üksiktaimede istandustes uuritud ka seemnekesta värvuse ja vanemtaime seemnesaagivõime ning 1000 seemne massi vahelisi seoseid,

aga samuti eri värvusklassidesse kuuluvatest seemnetest kasvatatud taimikute saagivõimet. Nende, käesoleva artikli temaatikaga haakuvate katsete tulemusi on kavatsus publitseerida ajakirja *Agraarteadus* järgnevatel numbrites.

## Materjal ja meetodika

Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on punase ristiku aretus- aedades ja olemasolevate sortide säilitusaretuseks rajatud üksiktaimede istandustest koristatud valiktaimed ühekaupa, kuivatatud ja poetatud seemnesaagi edaspidiseks hindamiseks ning valikute tegemiseks. Üksiktaimede seemnesaak kaalutakse, määratakse 1000 seemne mass ja hinnatakse visuaalselt viiepallise skaala järgi seemnete värvust. Pikka aega Jõgeval kasutusel olnud skaala langeb kokku USA-s kasutusele võetud ja Bertnem ja Boe (2000) trükises publitseeritud skaalaga. Nende klassifikaatori alusel jagatakse seemnepartiist võetud proovist seemned ühekaupa 5 värvusklassi: klass 1 – üle 95% seemne pinnast kollane, klass 2 – 61–95% seemne pinnast kollane, klass 3 – 40–60% seemne pinnast kollane, klass 4 – 61–95% seemne pinnast violetne ja klass 5 – üle 95% seemne pinnast violetne. Jõgeval on hindajal töö lihtsustamiseks ees igast klassist näidised, mille värvusega ta kirjeldatava taime seemnekogust võrdleb.

Meie kasutada olevad katseandmed võimaldavad leida seemnete värvusindeksi kahel viisil: 1) jaotades populatsioonis taimed nende seemnete värvuse alusel klassidesse, mille järel võeti arutamisel arvesse taimede arv ühes või teises klassis; 2) määraes seemnete kaalu alusel värvusklasside osatähtsuse kogu saadud seemnepartiis. Värvusindeksi arutamisel kasutati valemeid:  $[\Sigma(\text{taimede arv klassis } x \text{ seemnete värvusklassi number})] / \text{läbiuuritud taimede koguarv}$  ja  $[\Sigma(\text{summaarne seemnete kaal klassis } x \text{ seemnete värvusklassi number})] / \text{läbiuuritud seemnete kogukaal}$

Sordi 'Varte' puhul kasutatakse artiklis sama katsekoha (Jõgeva) 10 saagiaasta (alati I kasutusaasta) andmeid, analüüsitud taimede arv (469–1064) oli aastati erinev. Sordi 'Ilte' puhul on artiklis kasutatud 7 katseaasta, kuid 10 istanduse andmeid, eesmärgiga selgitada lisaks ka taimiku kasutusaasta võimalikku mõju seemnete värvusindeksile. Istanduste kasutusaastad on tabelites ja tekstis märgitud aastaarvu järel rooma numbritega. Analüüsitud taimede arv oli sordil 'Ilte' seejuures vahemikus 399–1240.

Katseaastate keskmine seemnete värvusindeks taimede arvu järgi on arvatud sordil 'Varte' läbianalüüsitud 8310 taime ja sordil 'Ilte' 7389 taime andmete põhjal.

Katseaastate keskmine kogu seemnesaagi põhjal arvatud seemnete värvusindeks baseerub sordi 'Varte' puhul 147,3 kg ja sordi 'Ilte' puhul 82,1 kg läbianalüüsitud seemnekogusel.

## Katsetulemused ja arutelu

Varase punase ristiku 'Varte' taimed jagunesid populatsioonis 10 saagiaasta keskmisena üsna ühtlaselt teise, kolmanda ja neljanda värvusklassi vahel (23,5–27,7%, tabel 1), kuid aastati olid erinevused klassides siiski suured. Nii kuulus teise värvusklassi 11,9% (2007) kuni 37,1% (2001), kolmandasse 19,8% (2007) kuni 36,1% (2002) ja neljandasse 18,0% (2001) kuni 38,6% (2004) analüüsitud taimedest. Kahes äärmises värvusklassis oli oodatult taime vähem: üleni kollaste seemnetega (klass 1) taime oli katseaastate keskmisena 8,4% (2,7–13,1%) ja üleni violetsete seemnetega (klass 5) taime 13,0% (1,4–30,8%). Taimede alusel arvatud sordi 'Varte' seemnete värvusindeks oli katseaastate keskmisena 3,13, kõikides aastati vahemikus 2,73 (2001) kuni 3,70 (2007).

Katseaastate vaheline seemnete värvusindeksi erinevus oli statistiliselt usutav tasemel  $p < 0,05$ .

Summeerides seemnete värvuse alusel klassidesse rühmitatud taimede seemnesaagid, saadi arutamisel eeltooduga lähedased suhtarvud (tabel 2). Kogu katseaastatega kogutud seemnesaagist oli kollaseid seemneid (klass 1) 8,8% kõikumisega aastati vahemikus 3,2% (1997) kuni 13,0% (2005). Teise värvusklassi jaotus keskmiselt 21,5% seemnesaagist – aastati erinevus 12,0% (2007) kuni 37,1% (2001), kolmandasse värvusklassi

26,6% (20,0% 2007 kuni 35,6% 2002), neljandasse värvusklassi 28,4% (19,1% 2001 – 39,2% 2004) ja viiendasse värvusklassi keskmiselt 14,7% seemnekogusest (1,4% 1994 – 31,2% 2007). Seemnesaagi kaalu alusel arvatud seemnete värvusindeks oli katseaastate keskmisena 3,19 kõikides vahemikus 2,77 (2001) kuni 3,70 (2007).

Kahe meetodi alusel leitud seemnete värvusindeksid olid väga lähedased kattudes täielikult ühel katseaastal (3,70 2007), ülejäänud katseaastatel esines erinevus indeksis suurusjärgus vaid 0,01–0,06. Nimetatud erinevused ei olnud statistiliselt usutavad. Kahe meetodiga leitud seemnete kattuv värvusindeks viitab asjaolule, et taime seemnesaak ei ole sõltuvuses tema seemnete värvusest.

Hilise punase ristiku 'Ilte' populatsioonis leidis 10 katse keskmisena 3,7% taime, mille seemned olid üleni kollased (klass 1, tabel 3). Katsete lõikes varieerus selle klassi näit vahemikus 0,5 (2006 I) kuni 5,0% (2005 I).

**Tabel 1.** Sordi 'Varte' seemnete värvusindeks taimede arvu põhjal populatsioonis  
**Table 1.** Seed colour index of cv. 'Varte' based on the no. of plants per population

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku tk Total no.	Indeks Index
	1 tk/no./%	2 tk/no./%	3 tk/no./%	4 tk/no./%	5 tk/no./%		
1994	19/2,7	249/35,6	251/35,9	170/24,4	10/1,4	699	3,7 a
1996	57/8,9	178/27,9	175/27,6	141/22,1	86/13,5	637	3,6 a
1999	87/10,0	249/28,6	212/24,4	234/26,9	88/10,1	870	3,2 bc
2001	100/10,6	350/37,2	257/27,3	170/18,0	65/6,9	942	3,3 b
2002	76/7,9	299/31,0	348/36,1	204/21,2	37/3,8	964	2,93 def
2003	58/12,4	102/21,7	150/32,0	131/27,9	28/6,0	469	2,82 fg
2004	86/8,1	157/14,8	294/27,6	411/38,6	116/10,9	1064	2,73 g
2005	122/13,1	155/16,7	228/24,6	263/28,3	161/17,3	929	2,99 de
2006	37/5,5	84/12,5	152/22,6	241/35,8	159/23,6	673	3,03 cd
2007	60/5,6	126/11,9	211/19,8	339/31,9	327/30,8	1063	2,86 efg
Σ/x	702/8,4	1949/23,5	2278/27,4	2304/27,7	1077/13,0	8310	3,13

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt  $p=0,05$  korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at  $p=0,05$

**Tabel 2.** Sordi 'Varte' seemnete värvusindeks seemnete kaalu järgi  
**Table 2.** Seed colour index of cv. 'Varte' based on seed weight

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku Total g	Indeks Index
	1 g/%	2 g/%	3 g/%	4 g/%	5 g/%		
1994	217,72/3,2	2377,14/34,5	2445,20/35,5	1747,92/25,4	94,35/1,4	6882,33	2,87 ef
1996	599,81/9,2	1650,62/25,3	1824,89/27,9	1447,23/22,2	1005,72/15,4	6528,27	3,09 cd
1999	980,36/10,2	2586,74/26,9	2329,23/24,2	2663,77/27,7	1053,73/11,0	9613,83	3,02 de
2001	1450,63/10,0	5397,00/37,1	3869,18/26,6	2783,89/19,1	1053,82/7,2	14554,52	2,77 f
2002	1799,66/7,8	7018,94/30,6	8183,33/35,6	4994,89/21,8	959,92/4,2	22956,74	2,84 ef
2003	937,21/11,7	1669,71/20,9	2640,95/33,1	2248,96/28,2	491,45/6,1	7988,28	2,96 de
2004	1101,74/8,2	2020,44/15,1	3433,79/25,7	5244,12/39,2	1571,13/11,8	13371,22	3,31 b
2005	3710,68/13,3	4457,45/16,0	6691,47/24,0	8070,39/28,9	4963,34/17,8	27893,33	3,22 bc
2006	1144,46/5,6	2531,02/12,4	4405,71/21,6	7277,95/35,6	5072,48/24,8	20431,62	3,62 a
2007	966,69/5,7	2038,91/12,0	3407,27/20,0	5304,76/31,1	5330,56/31,2	17048,19	3,70 a
Σ/x	12908,96/8,8	31747,97/21,5	39231,02/26,6	41783,88/28,4	21596,50/14,7	147268,3	3,19

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt  $p=0,05$  korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at  $p=0,05$

**Tabel 3.** Sordi 'Ilte' seemnete värvusindeks taimede arvu põhjal populatsioonis  
**Table 3.** Seed colour index of cv. 'Ilte' based on the no. of plants per population

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku tk Total no.	Indeks Index
	1 tk/no./%	2 tk/no./%	3 tk/no./%	4 tk/no./%	5 tk/no./%		
1995 I	29/3,4	117/13,8	220/26,0	322/38,0	159/18,8	847	3,55 b
1995 II	33/4,7	139/19,9	160/23,0	216/31,0	149/21,4	697	3,44 b
1996 I	17/4,1	72/17,2	97/23,2	119/28,5	113/27,0	418	3,57 b
1996 II	27/6,1	77/17,4	88/19,9	125/28,3	125/28,3	442	3,55 b
1997 I	59/4,8	328/26,4	315/25,4	358/28,9	180/14,5	1240	3,22 c
2000 I	21/2,0	106/10,0	317/29,8	476/44,9	141/13,3	1061	3,57 b
2005 I	49/5,0	101/10,4	257/36,4	400/41,1	166/17,1	973	3,55 b
2006 I	2/0,5	31/7,8	102/25,5	176/44,1	88/22,1	399	3,79 a
2006 II	7/1,5	34/7,3	91/19,6	205/44,1	128/27,5	465	3,89 a
2007 I	29/3,4	117/13,8	221/26,1	321/37,9	159/18,8	847	3,55 b
Σ/x	273/3,7	1122/15,2	1868/25,3	2718/36,8	1408/19,01	7389	3,52

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt  $p=0,05$  korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at  $p=0,05$

Kahevärviliste seemnete osas (klassid 2, 3 ja 4) olid katsete keskmised näidud kindlalt 4. klassi kasuks. Sellesse klassi jaotus 36,8% kõigist sordi 'Ilte' analüüsitud taimedest. Sama värvusklassi näit kõikus vahemikus 28,3% (1996 II) kuni 44,9% (2000 I). Üleni violetseid seemneid andsid sordiga 'Ilte' läbiviidud katsetes keskmiselt 19% taimedest (kõikumine aastate ja kasutusaastate lõikes vahemikus 13,3% 2000 I kuni 28,3% 1996 II). Samal aastal, kuid erineva kasutusaasta taimmaterjali analüüsi tulemustest selgus, et teise katseaasta taimede seas esines ühevärviliste seemnetega (klassid 1 ja 5) taimi rohkem, mis mõjutab ka värvusindeksit – kahel korral seda vähendades (aastad 1995 ja 1996), kuid ühel korral suurendades (aastal 2006).

Seemnete värvusindeks hinnatuna taimede järgi populatsioonis oli sordil 'Ilte' kümne katse keskmisena

3,52. See näit kõikus katseaastate ja kasutusaastate lõikes vahemikus 3,22 kuni 3,89. Katseaastate vahel esines usutavaid erinevusi (tabel 3).

Summeerides sordi 'Ilte' seemnete värvuse järgi klassidesse jaotatud taimede seemnesaagid ja arvatades suhtarvud, selgus, et tulemused on eeltooduga samuti võrdlemisi sarnased. Katsete keskmisena moodustasid üleni kollased seemned 4% (klass 1, kõikumine tulemustes 0,4% 2006 I kuni 6,3% 1996 II), üleni violetsed aga 20,8% (klass 5, kõikumine vahemikus 15,2% 2000 I kuni 34,7% 1995 I) (tabel 4). Kahevärvilistest seemnetest (klassid 2, 3 ja 4) domineerisid neljanda värvusklassi seemned – katsete keskmisena oli neid 36,5%, kõikumisega vahemikus 21,2% 1995 I kuni 46,2% 2006 II.

**Tabel 4.** Sordi 'Ilte' seemnete värvusindeks seemnete kaalu järgi  
**Table 4.** Seed colour index of cv. 'Ilte' based on seed weight

Aasta Year	Seemnekesta värvusklassid / Colour classes of seed coat					Kokku Total g	Indeks Index
	1 g/%	2 g/%	3 g/%	4 g/%	5 g/%		
1995 I	182,68/5,9	603,60/19,4	584,51/18,8	660,23/21,2	1078,15/34,7	3109,17	3,59 bc
1995 II	379,21/4,7	1527,14/18,9	1739,99/21,6	2563,37/31,8	1856,30/23,0	8066,01	3,49 c
1996 I	290,44/5,3	94/8,36/17,4	1155,84/21,2	1555,18/28,6	1501,12/27,5	5450,94	3,56 bc
1996 II	396,78/6,3	1069,71/17,1	1308,14/20,8	1765,39/28,1	1738,86/27,7	6278,88	3,54 bc
1997 I	604,28/4,7	3231,45/25,2	3244,63/25,3	3765,12/29,4	1971,50/15,4	12815,98	3,25 d
2000 I	173,15/1,8	848,1/9,0	2673,18/28,5	4281,59/45,5	1428,91/15,2	9404,93	3,63 b
2005 I	997,79/5,0	2075,50/10,3	5357,96/26,7	8197,51/40,8	3463,02/17,2	20091,78	3,55 bc
2006 I	18,39/0,4	290,84/6,5	1091,46/24,2	2022,95/44,9	1081,54/24,0	4505,18	3,86 a
2006 II	77,33/1,3	415,58/7,1	1042,12/17,7	2719,12/46,2	1634,08/27,7	5888,23	3,92 a
2007 I	212,36/3,3	885,05/13,7	1629,97/25,2	2425,38/37,5	1319,03/20,4	6471,79	3,58 bc
$\sum/x$	3332,41/4,0	11895,33/14,5	19827,80/24,2	29954,84/36,5	17072,51/20,8	82082,89	3,55

Sama tähega tähistatud indeksid ei erine usutavalt  $p=0,05$  korral / The indices designated with the same letter do not differ significantly at  $p=0,05$

Seemnesaagi põhjal arvatud seemnete värvusindeks oli katsete keskmisena sordil 'Ilte' 3,55, kõikumistega katseaastate ja kasutusaastate lõikes vahemikus 3,25 (2002 I) kuni 3,92 (2006 II).

Katseandmetest järeldub, et hilise punase ristiku sordi 'Ilte' seemnete värvusindeks on üldjuhul suurem (seeme violetsem e tumedam), kui varasel punasel ristikul 'Varte'. Seemnete valmimisperioodi ilmastik mõjutab nende värvusindeksit, mistõttu näit kõigub aastati üsna suurtes piirides. Aastatevahelised erinevused on ka statistiliselt usutavad. Kuna varaste ja hiliste punase ristiku sortide seeme valmib Eestis 3–4 nädalase intervalliga, võivad muutuvad ilmastikuolud põhjustada sedavõrd suuri muutusi seemnete värvusindeksis, et varase punase ristiku sordi 'Varte' seemned võivad olla koguni hilise punase ristiku sordi 'Ilte' seemnetest tumedamad nagu see juhtus meie katsetes 2007. aastal. Sordiga 'Ilte' läbiviidud võrdluskatsed tõestasid, et ka

taimiku kasutusaasta võib mõjutada seemnete värvusindeksit. Eeltoodut kokku võttes ei saa seemnete värvusindeks olla kindlaks tunnuseks, mida võiks arvestada sortide eristamisel.

Bortnem ja Boe (2003) uurisid geenipangas leiduvate punase ristiku sortide ja päritolude (kokku 69) seemnete värvusindeksit sealhulgas 15 Põhja-Euroopa, 22 Kesk-Euroopa ja 8 Lõuna-Euroopa sordil või populatsioonil. USA-s läbiviidud uurimistulemuste põhjal on Põhja-Euroopa ristikusordid kõige heledama (e kollasema) seemnega. Nende sortide keskmiseks seemnete värvusindeksiks arvasime 2,87. Madalaimate indeksitega (e kollasemate seemnetega) sordid selles grupis olid Rootsi sort 'Heby', Taani sort 'Early Otofte III' ja Norra sort 'JRIPO F81' – kõigil seemnete värvusindeks 2,6. Kõrgeimate indeksitega sordid selles grupis olid Rootsi sordid 'Merkur' ja 'Svanvik' ning Taani sordid

'Daehnfeldt Monarh IV' ja 'Hinderupgaard' seemnete värvusindeksiga 3,1.

Kesk-Euroopa punase ristiku sortidele ja päritoludele Bortnem ja Boe poolt määratud seemnete värvusindeksite arvutuslikuks keskmiseks kujunes 3,18. Sortide ja populatsioonide seas oli madalama värvusindeksiga üks Poola päritolu populatsioon säilitusüksuse numbriga 293591 (2,6) ja kõrgeima värvusindeksiga Poola sort 'Wielkolistna' (4,1).

Lõuna-Euroopa punase ristiku sordirühma esindasid Prantsusmaa, Kreeka ja Bulgaaria 8 sorti või päritolu. Nende keskmiseks seemnete värvusindeksiks kujunes 3,64, kusjuures madalaim näit selles sordigrupis oli Bulgaaria sordil 'Arsan' (3,1) ja kõrgeim Prantsusmaa päritolu populatsioonil (säiliku number 207972) 4,4.

## Kasutatud kirjandus

- Boe, A., Bortnem, R. Heritability of seed coat colour in red clover (*Trifolium pratense* L.). – [www.naaic.org/Meetings/National/2004NAAIC&TC/2004abstracts/aboe.pdf](http://www.naaic.org/Meetings/National/2004NAAIC&TC/2004abstracts/aboe.pdf).
- Bortnem, R., Boe, A. Selection for seed colour in red clover. – Proceedings 16th Trifolium Conference. 2000, Pipestem, pp. 161–178.
- Bortnem, R. Boe, A. Colour index for red clover seed. – Crop Sciences, 2003, Vol. 43, N 6, pp. 2279–2283.
- Gillett, J. M., Taylor, N. L. The world of clovers. 2001, Iowa State Univ. Press, 457 p.

## Seed colour index for red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivars 'Varte' and 'Ilte'

A. Bender

### Summary

Seed colour of tetraploid cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L.) 'Varte' (early) and 'Ilte' (late) have been studied in single plant nurseries at Jõgeva Plant Breeding Institute in 1995–2007. Two methods were used: 1) scoring the seed colour of individual plants using 1–5 scale and calculation of seed colour index according to the proportion of plants within a population; 2) calculation of the index on the basis of seed yields of plants divided into colour classes. The following equations were used to calculate the colour index:  $[\sum(\text{no. of plants per class} \times \text{number of class})]/\text{total}$

Võrreldes meie paljude aastate keskmisi katsetulemusi Bortnem ja Boe uurimistulemustega, selgub, et Eestis aretatud tetraploidsed punase ristiku sordid on oma seemnete värvusindeksi poolest enam lähedased Kesk-Euroopa sortidele (ennekõige sort 'Varte') või koguni Lõuna-Euroopa punase ristiku sortidele (sort 'Ilte').

Meie poolt rakendatud kaks punase ristiku seemnete värvusindeksi määramismeetodit annavad täpseid, seejuures ligilähedasi tulemusi, kuid oma töömahukuse tõttu võivad kasutamist leida siiski vaid aretustöös või valiktaimedest algava nn aretajaseemne tootmisel. Kasutatud kahe meetodi ligilähedaselt kattuvad tulemused viitavad asjaolule, et taime seemnesaak ei ole seemne värvusest sõltuvuses.

- Gorz, H. J., Specht, J. E., Haskins, F. A. Inheritans of seed and seedling colour in Sweetclover. – Crop Science, 1975, Vol. 15, N 3, pp. 235–239.
- Gwilum, E. Red clover seed storage for 23 years. – Grass and Forage Science. 1957, Vol. 12, N 3, pp. 171–177.
- Taylor, N. L., Quesenberry, K. H. Red clover science. Dordrecht / Boston / London, 1996, 228 p.
- West, S. H., Harris, H. C. Seedcoat colours associated with physiological changes in alfalfa and crimson and white clovers. – Crop Sciences, 1963, N 3, pp.190–193.

*no. of scored plants) and  $[\sum(\text{sum of seed weights per class} \times \text{number of class})]/\text{total weight of scored seeds}$ .*

The data affirmed that using these two methods results in similar outcome. Generalizing the yield data of a decade allows to state that early cultivar of red clover 'Varte' is somewhat lighter in seed colour (experimental mean colour index of seeds 3,1–3,2) than late cultivar 'Ilte' (mean index 3,5). The colour index of red clover's seed coat depends besides varietal characters also on weather peculiarities of a year and the age of a stand. Therefore the index can not be regarded as stable trait at cultivar discrimination.

Comparing the seed colour indices of red clover cultivars 'Varte' and 'Ilte' with the indices determined by Bortnem and Boe (2003) in the USA for other North-European cultivars of the same species, indicates that both tetraploid cultivars bred in Estonia have more violet (darker) seeds and resemble by this character rather to Central-European cultivars (cv. 'Varte') or even to the cultivars bred in Southern Europe (cv. 'Ilte').

# VÄÄVLIGA VÄETAMISE MÕJU TALINISU SAAGIKUSELE, PROTEIINI KVALITEEDILE JA KÜPSETUSOMADUSTELE

Malle Järvan, Liina Edesi, Ando Adamson

*Eesti Maaviljeluse Instituut*

**ABSTRACT.** *The effect of sulphur fertilization on yield, quality of protein and baking properties of winter wheat. The present study is based on the data of field and production trials conducted in the years 2004–2008. The trials were carried out in North-Estonia (59° 18' N, 24° 39' E) on break-stony soil and in South-Estonia (58° 27' N, 25° 36' E) on pseudopodzolic soil. The aim was to identify the effect of sulphur fertilization on the yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.), on some of the quality indices of yield and protein quality, and on the content of non-replaceable amino acids, and on the baking properties of flour. In the field trials the effect of N and NS fertilization was compared on the nitrogen background of  $N_{60} + N_{40}$  kg ha<sup>-1</sup> or  $N_{50} + N_{50}$  kg ha<sup>-1</sup>. Due to sulphur (in two top dressings in total  $S_{10}$  or  $S_{14}$  kg ha<sup>-1</sup>) the yield of winter wheat 'Lars' increased, depending on the weather and soil conditions, in field trials 0.47–1.66 t ha<sup>-1</sup>, i.e. 7.7–43.0% and in production trials 1.35–2.44 t ha<sup>-1</sup>, i.e. 39.8–45.5%. The effect of sulphur on the protein and wet gluten contents of wheat grain was not always one-directional, but in all trials the gluten index increased and the quality of protein improved under the influence of sulphur. Sulphur fertilization increased the content of amino acids in the protein of winter wheat in field trials on the average as following: cysteine – 20.0%, methionine – 28.1%, threonine – 11.2% and lysine – 8.4%. In production conditions the fertilization with sulphur increased both the contents of protein and wet gluten and that of major amino acids. Due to sulphur fertilization all major parameters of winter wheat's baking quality improved: stability and quality number of dough, loaf volume and specific volume and round loaf's height to diameter ratio.*

**Key words:** winter wheat, sulphur fertilization, protein, amino acids, baking quality

## Sissejuhatus

Viimasel aastakümnele on mitmed teadlased (Zhao *et al.*, 1999a; McGrath, 2003; Györi, 2005) leidnud, et Lääne-Euroopas hakkavad väävlinõudliku rapsi kõrval ka teraviljad üha sagedamini kannatama väävlipuuduse all. Väävlipuuduse peamiseks põhjuseks peetakse vääveldioksiidi sisalduse pidevat vähenemist atmosfääris, samuti ka olulisi muutusi mineraalväetiste sortimendis. Varem laialdaselt kasutatud lihtväetised, sh väävlirikas

superfosfaat, on asendumas suhteliselt väävlivaeste kompleksväetistega.

Väävlipuudus võib oluliselt mõjutada talinisu saagikust ja saagi kvaliteeti. Väävlivaeguse korral ei suuda taimed täielikult ära kasutada oma saagipotentsiaali, terade proteiin jääb ebakvaliteetseks, samuti jääb madalaks lämmastikväetiste efektiivsus (Sahota, 2006). Intensiivsetes tootmissüsteemides, kus nisu väetamisel kasutatakse kõrgeid lämmastikunorme, tuleb väävlitarbe täpset rahuldumist eriti silmas pidada. Kui väävlivaestel muldadel pidevalt jätkata lämmastikuga väetamist, ilma et sellega kaasneks täiendavalt väävel, siis võib jahu kvaliteet oluliselt halveneda (Ruiter, Martin, 2001; Flaete *et al.*, 2005).

Väävel mitte ainult ei mõjuta lämmastikväetiste efektiivsust ja paranda terade kvaliteeti, vaid tal on täita oluline roll ka nisu küpsetusomaduste väljakujunemisel (Marschner, 1997; Honermeier, Simioniu, 2004; Ryant, Hrivna, 2004).

On täheldatud, et reproduktiivse arengu etappidel on nisu väävlipuuduse suhtes palju tundlikum kui vegetatiivse kasvu ajal. Väävlipiiratud kättesaadavuse korral ei kasva terad korralikult täis, nende suurus ja mass jäävad väikseks (Zhao *et al.*, 1999a; McGrath, 2003; Györi, 2005). Väävlivaegus limiteerib mitte ainult taimede kasvamist ja seemnesaaki, vaid see mõjutab negatiivselt ka saaduste kvaliteeti, sest väävel kuulub mitmete tähtsate ühendite, nagu tsüsteiini, metioniini, koensüümide, sulfolipiidide jt koostisesse. On leitud, et väävliga väetamise mõjul muutus nisuterade aminohappeline koostis, aminohapete üldhulgas saavutasid suurema osatähtsuse väävlit sisaldavad tsüsteiin ja metioniin (Einfuss ..., 2001; Singh, 2003).

Zhao *et al.* (1999a) ja Flaete *et al.* (2005) märgivad, et kui väävlit kättesaadavus on limiteeritud, soodustab see väävlivabade või madala väävlisisaldusega reservvalkude moodustumist väävlirikaste valkude arvel. Proteiini fraktsioonid teatavasti mängivad küpsetusomaduste kujunemisel kõige tähtsamat rolli. Gliadiinidest ja gluteniinidest, mis moodustavad 80–85% jahu kogu proteiinist, sõltuvad nisujahu funktsionaalselt tähtsad omadused, mis annavad taigale elastsuse ja venivuse (Kuktaite, 2004).

Nisu küpsetusomadused sõltuvad väävlit enamasti tugevamini kui saak. Väävliga väetamine ei mõjutanud otseselt proteiini kontsentratsiooni terades, kuid ilmnes tendents kleepvalgu sisalduse suurenemisele, samuti paranesid taigna venivuse näitajad. Korrelatsioon- ja regressioonanalüüsid näitasid, et küpsetise mahu jaoks



oli terade proteiinisisaldus kehv indikaator, kuna aga hoopis mõjukamateks indikaatoriteks olid terade väävlisisaldus ning lämmastiku ja väävli (N : S) suhe (Zhao *et al.*, 1999c; Flaten, 2004).

Singh (2003) märgib, et väävliga väetamine parandab nisu küpsetusomadusi, ilmnes kõrge korrelatsioon küpsetise mahu ja terade väävlisisalduse vahel. Väävlipuuduses kasvanud nisu jahust valmistatud taigen on tavaliselt tuim ja nõrk ega ole elastne (Ryant, Hrivna, 2004).

Uuringud on näidanud, et küpsetuskvaliteedi näitajad korreleeruvad palju paremini terade väävli kontsentratsiooniga kui lämmastiku kontsentratsiooniga (Zhao *et al.*, 1999b; McGrath, 2003).

Väetamisel antud lämmastiku ja väävli vahel valitsevad sünergistlikud suhted, mistõttu suureneb nende elementide assimilatsioon nisuterades, see omakorda võib parandada küpsetuskvaliteedi näitajaid. Eriti hästi mõjub lämmastiku ja väävli üheskoos andmine – sel juhul suurenesid nii jahu proteiinisisaldus, taigna paisumine kui ka elastsus (Tea *et al.*, 2007).

Eestis hakati talinisu väävlivajadust ja väävliga väetamise efektiivsust uurima 2003. aastal. Eesti Maa- ja metsanduse Instituudis mitmel aastal erinevates kohtades korraldatud katsetes on ilmnud, et ka Eesti tingimustes hakkab talinisu üha enam kannatama väävlipuuduse all. Kasvuaegne väävliga väetamine on võimaldanud saagikust oluliselt suurendada (Järvan, Adamson, 2004; 2005).

Toidunisu puhul on kõrvuti tavaliste kvaliteedinäitajatega (niiskus, mahumass, langemisarv), mis sõltuvad eelkõige ilmastikust ja koristusjärgsest töötlemisest, väga oluline proteiini bioloogiline kvaliteet. Sellest olenevad nisu küpsetusomadused, tema kvaliteet toiduviljana. Proteiini sisaldust on võimalik suurendada lämmastikuga väetamise teel. Kuid sel juhul tavaliselt halveneb proteiini bioloogiline kvaliteet, sest eelkõige suureneb väheväärtuslike reservalkude osakaal ning väheneb vees ja soolades lahustuvate valkude osatähtsus (Lepajõe, 1984).

Proteiini bioloogilist kvaliteeti tõstab asendamatute aminohapete sisalduse suurenemine. Oluline tähtsus on just väävli sisaldavate ja ainevahetuses aktiivselt osalevate aminohapete osakaalu suurenemisel (Hagel, 1999). Väävli sisaldavad metioniin ja tsüsteiin mõjutavad oluliselt nisu küpsetusomadusi.

Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada väävliga väetamise mõju talinisu saagile, saagi mõnede kvaliteedinäitajatele ning proteiini kvaliteedile, sh asendamatute aminohapete sisaldusele, ja jahu küpsetusomadustele.

## Katsematerjal ja meetodika

Artikli aluseks on viie põldkatse katsevariantidelt ja kahelt tootmiskatselt võetud teraproovide kvaliteedianalüüsid ja olulisemate aminohapete sisaldus, samuti toot-

miskatsete viljast tehtud jahude analüüsid ja prooviküpsetused.

Põldkatsed korraldati 2004., 2005., 2007. ja 2008. aastal Põhja-Eestis Sakus ning 2005. aastal Lõuna-Eestis Auksis. Katsemullad ja nende agrokeemilised näitajad olid järgmised: Sakus rähkmuld – *Calcaric Cambisol* (FAO ..., 1994),  $pH_{KCl}$  6,6–7,1, huumus 2,9–3,1%, P 90–116 mg kg<sup>-1</sup> (DL meetod), K 168–206 mg kg<sup>-1</sup> (DL), Mg 52–87 mg kg<sup>-1</sup> (AL meetod), liikuv S 8–10 mg kg<sup>-1</sup> (ISO 11048); Auksis kahkjasmuld – *Podzoluvisol* (FAO ..., 1994),  $pH_{KCl}$  6,2, huumus 2,8%, P 80 mg kg<sup>-1</sup>, K 156, Mg 81 mg kg<sup>-1</sup>, liikuv S 6 mg kg<sup>-1</sup>.

Uuringud tehti lämmastikufoonil N 100 kg ha<sup>-1</sup>, mis tahke pealtväetisena anti jaotatult N 60 + N 40 kg ha<sup>-1</sup> või N 50 + N 50 kg ha<sup>-1</sup> võrsumise alg- ja lõppfaasides. Kontrollvariandis väetati ammooniumsalpeetriga (N 100, S 0, variant B), teises variandis (katsevariant C) anti sama suur lämmastikunorm väetistega Axan (sisaldab 27% N ja 2,7% S) või Axan Super (sisaldab 27% N ja 3,7% S). Saku põldkatsetes oli ka variant D, kus esimesel pealtväetamisel anti Axani või Axan Superit ja teisel väetamisel ammooniumsalpeetrit. Katsetesse oli lülitatud ka väetisteta variant A, nn põllu foon.

Põldkatsed viidi läbi 25 m<sup>2</sup> suurustel katselappidel neljas korduses. Saagid koristati kombainiga, kuivatati, sorteeriti ning arvestati 14% niiskusele. Võeti teraproovid katsevariantide kõigist neljast kordusest, neist igaühelt määrati eraldi esmased kvaliteedinäitajad (langemisarv, proteiini ja kleepvalgu sisaldused ning gluteenindeks). Aminohapete määramiseks koostati iga variandi kohta keskmine teraproov, millest laboratooriumis tehti analüüsid kolmes korduses. Tulemused töödeldi dispersioonanalüüsi meetodil

Tootmiskatsed toimusid 2006. aastal Viljandimaal Auksis Lapi talus kahel talinisu-põllul. Katses nr 1 (Auksi–Otsa) oli eelviljaks suvinisu, mulla  $pH_{KCl}$  6,2, P 81, K, 140, Mg 113 mg kg<sup>-1</sup>. Katses nr 2 (Auksi–Oru) oli eelviljaks põldheina sööt, mulla  $pH_{KCl}$  6,0, P 211, K 214, Mg 128 mg kg<sup>-1</sup>. Põhiväetamisel sügisel anti külvi alla kompleksväetisega N 12 P 26 K 75 S 9 kg ha<sup>-1</sup>. Talinisu pealtväetamisel võrreldi ammooniumsalpeetri (katsevariant B) ja Axan Superi (katsevariant C) toimet. Kahel pealtväetamisel anti lämmastikku kokku 75 kg ha<sup>-1</sup>. Kolmandast väetamisest, mis oli planeeritud teha kõrsumisfaasis saagi parema kvaliteedi tagamiseks, loobuti. Erakorraliselt pika põua tõttu oleks hilisel tähtajal antud tahkete väetiste efektiivsus tõenäoliselt väga madalaks jäänud. Tootmiskatsed koristati kombainiga. Tootmispõldudel tehti mõlema katsevariandi saagi arvestused 2 hektari suuruste põlluosade kohta pärast terade kuivatamist ja sorteerimist. Katsevariantide saakidest võeti proovid nisu kvaliteedinäitajate määramiseks ja prooviküpsetuste tegemiseks.

Talinisu kvaliteedianalüüsid ja prooviküpsetused tehti Põllumajandusuuringute Keskuses taimse materjali laboratooriumis järgmiste meetodite järgi: niiskusesisaldus ICC 110/1:1976; märja kleepvalgu sisaldus ICC 155:1994; proteiini sisaldus ICC 105/2:1994; langemis-

arvu määramine ISO 3093:2004; jahu farinograafiline analüüs ICC 115/1:1992; aminohapete määramine 98/64EMÜ HPLC UV; lämmastiku ja väävlü elementanalüüs ISO 15178:2000; küpsetuskatse – PMK TMAL tööjuhend nr 11, viide Helsingi Kasvintuotannon tarkastuskeskuse viljalaboratorio küpsetuskatse juhendile ja GOST 27669.

## Katsetulemused ja arutelu

Väävliga väetamine mõjutas talinisu 'Lars' saagikust ja saagi kvaliteedinäitajaid aastate jooksul erineval määral

(tabel 1). Pealtväetamine kahel korral Axaniga (katsevariant C, kokku N 100 S 10 kg ha<sup>-1</sup> või N 100 S 14 kg ha<sup>-1</sup>) võrreldes ammooniumnitraadiga väetamisega (katsevariant B, N 100 kg ha<sup>-1</sup>) suurendas nisu saaki Sakus rähkmullal olenevalt aastast 0,26–1,48 t ha<sup>-1</sup> (4,6–43,0%) ehk nelja aasta keskmisena 1,05 t ha<sup>-1</sup> (20,5%) ning 2005. aastal Auksis kahkjäl mullal 0,47 t ha<sup>-1</sup> (7,7%). Kui esimesel väetamiskorral anti Axani ja teisel väetamisel ammooniumnitraati (katsevariant D), siis oli nisusaak rähkmullal olenevalt aastast 0,51–1,08 t ha<sup>-1</sup> (9,0–31,4%) ehk nelja aasta keskmisena 0,78 t ha<sup>-1</sup> (15,3%) suurem kui ainult ammooniumsalpeetriga väetamisel.

**Tabel 1.** Väetamise mõju talinisu 'Lars' saagikusele ja saagi kvaliteedile

**Table 1.** The effect of fertilization on the yield and quality of winter wheat

Katse asukoht, aasta ja variant <i>Treatment</i>	Väetisnorm <i>Fertilizer rate</i> kg ha <sup>-1</sup>	Saak <i>Yield</i> t ha <sup>-1</sup>	Proteiin <i>Protein</i> %	Kleepvalk <i>Wet gluten</i> %	Gluteenindeks <i>Gluten index</i> %
Saku, 2004					
A	0	3,15	10,6	23,0	77
B	N100	3,44	14,1	31,9	45
C	N100 S10	4,92	11,6	25,1	74
D	N100 S6	4,52	12,1	26,6	68
PD0,05		0,27	0,7	1,8	7
Saku, 2005					
A	0	4,58	11,1	21,9	70
B	N100	5,08	13,9	31,5	32
C	N100 S10	5,88	13,4	30,2	51
D	N100 S6	5,73	13,2	30,3	49
PD0,05		0,32	0,4	0,9	11
Auksi, 2005					
A	0	3,52	11,5	20,8	86
B	N100	6,11	13,2	27,6	61
C	N100 S10	6,58	13,7	29,3	82
PD0,05		0,45	0,5	2,2	16
Saku, 2007					
A	0	3,47	7,9	11,2	98
B	N100	5,66	10,6	22,8	75
C	N100 S14	5,92	10,1	21,0	90
D	N100 S7	6,17	10,0	20,7	92
PD0,05		0,36	0,4	0,6	5
Saku, 2008					
A	0	3,65	7,8	11,8	90
B	N100	6,30	10,4	19,4	80
C	N100 S14	7,96	10,2	18,6	80
D	N100 S7	7,20	9,5	18,5	82
PD0,05		0,57	0,7	1,2	8

A – põllu foon / *field background*; B – ammooniumsalpeeter / *ammonium nitrate*;  
C – Axan; D – Axan + ammooniumsalpeeter

Väävliga väetamise erinev efektiivsus aastate arvestuses oli põhjustatud eelkõige kasvuperioodide erinevatest ilmastikutingimustest, tõenäoliselt aga ka väetamise erinevustest sügisel talinisu külvi ajal. Kõikides põld-

katsetes oli eelviljaks varajase punase ristiku seemnepõld, mis enne talinisu külvi künti. Sakus 2004. ja 2005. aasta katsetes ei antud talinisu sügisväetist. 2007. ja 2008. aasta katsetes anti nisu külvamise ajal kompleks-

väetist N 12 P 26 K 50 S 15 kg ha<sup>-1</sup>. Auksi katses sai talinisu külvi ajal N 12 P 26 K 75 S 9 kg ha<sup>-1</sup>.

2005. aasta kevadel ei ilmnenud talinisu taimikul nii teravaid väävlipuuduse sümptomeid kui külmal ja kuival 2004. aasta kevadel ning tõenäoliselt vabanes piisavalt väävli ka mullavarudest. Seetõttu jäi pealtväetamisel antud väävli efektiivsus 2005. aasta tingimustes suhteliselt madalaks (Adamson, Järvan, 2006). Kui sügisel on märkimisväärses koguses väävli mulda viidud, ka siis võib kevadel väävliga väetamise efektiivsus suhteliselt madalaks jääda. Mitmel aastal erinevatel muldadel paljude väetamisvariantidega läbiviidud katsetest selgus, et talinisu tuleks väävel anda juba esimesel pealtväetamise korral (Adamson, Järvan, 2006). Kui väävelväetise andmisega hilineda, siis on mõju saagikusele oluliselt väiksem. Ühtlasi on mõned uuringud (Luo *et al.*, 2006) näidanud, et väävli andmisega hilinedes ei ole enamasti võimalik parandada ka küpsetus-kvaliteedi parameetreid.

Põldkatsete tulemustest selgus, et kuigi rähkmullal talinisu väävliga väetamise mõjul terade proteiini ja kleepvalgu sisaldus vähenes, siis valkude bioloogiline väärtus väävli mõjul suurenes. Esmalt andis sellest märku gluteenindeksi suurenemine. NS väetise puhul oli gluteenindeks kõigi katsete keskmisena 17 ühiku ehk 28,7% võrra suurem kui N-väetise puhul. Seda, et nisu proteiinisaldus väävliga väetamise mõjul võib väheneda, on täheldanud ka mõned teised teadlased. Ron ja Loewy (2007) märgivad, et selle põhjuseks võib olla proteiini koguse nii-öelda lahjenemine saagitõusu korral.

Väävliga väetamise mõjul suurenes väävli sisaldavate aminohapete sisaldus talinisis (tabel 2). Sakus rähkmullal läbiviidud nelja katse keskmisena suurenes talinisu terades tsüsteiini sisaldus 0,19 g kg<sup>-1</sup> võrra ehk 9,9% ja metioniini sisaldus 0,28 g kg<sup>-1</sup> võrra ehk 20,1%.

**Tabel 2.** Väetamise mõju aminohapete sisaldusele talinisu terades ja proteiinis

**Table 2.** The effect of fertilization on the content of amino acids in grains and protein on winter wheat

Katse asukoht, aasta ja variant <i>Treatment</i>	Väetisnorm <i>Fertilizer rate</i> kg ha <sup>-1</sup>	Sisaldus terades, g kg <sup>-1</sup> <i>Content in grains</i>				Sisaldus proteiinis, g kg <sup>-1</sup> <i>Content in protein</i>			
		CYS	THRE	MET	LYS	CYS	THRE	MET	LYS
Saku, 2004									
A	0	2,60	3,17	2,04	4,88	24,5	29,9	19,2	46,0
B	N100	2,34	3,73	1,86	5,24	16,6	26,7	13,2	37,2
C	N100 S10	2,53	3,75	2,14	4,66	21,8	32,3	18,4	40,2
D	N100 S6	–	–	–	–	–	–	–	–
PD0,05		0,07	0,28	0,04	0,05				
Saku, 2005									
A	0	2,35	2,82	1,77	3,28	21,2	25,4	15,9	29,5
B	N100	2,23	2,74	1,26	3,13	16,0	19,7	9,1	22,5
C	N100 S10	2,91	3,40	1,98	3,65	21,7	25,4	14,8	27,2
D	N100 S6	–	–	–	–	–	–	–	–
PD0,05		0,31	0,16	0,19	0,23				
Auksi, 2005									
A	0	2,42	2,95	1,82	4,55	21,0	25,6	15,8	39,6
B	N100	2,75	3,63	2,11	5,11	20,8	27,5	16,0	38,7
C	N100 S10	3,10	3,53	2,29	5,30	22,6	25,8	16,7	38,7
PD0,05		0,15	0,22	0,07	0,12				
Saku, 2007									
A	0	1,47	3,09	2,12	2,56	18,6	39,1	14,2	32,4
B	N100	1,74	4,03	1,34	2,77	16,4	38,0	12,6	26,1
C	N100 S14	1,76	3,90	1,40	2,53	17,4	38,6	13,9	25,0
D	N100 S7	1,71	3,85	1,33	2,49	17,1	38,5	13,3	24,9
PD0,05		0,08	0,23	0,07	0,15				
Saku, 2008									
A	0	1,26	2,01	0,95	2,69	16,2	25,8	12,2	34,5
B	N100	1,45	2,43	1,11	3,17	13,9	23,4	10,7	30,5
C	N100 S14	1,49	2,41	1,15	3,44	14,6	23,6	11,3	33,7
D	N100 S7	1,41	2,34	1,11	3,42	14,8	24,6	11,7	36,0
PD0,05		0,15	0,13	0,09	0,23				

Uurides olulisemate aminohapete (tsüsteini, treoniini, metioniini ja lüsiini) sisalduse muutusi talinisu proteiinis, selgus, et väetamine mõjutas nende osatähtsust. Kui ainult lämmastikuga väetamisel (variant B) oli aminohapete sisaldus talinisu proteiinis tavaliselt väiksem kui väetamata talinisu (variant A), siis väävliga väetamise mõjul proteiini kvaliteet paranes. NS-väetamine (variant C) võrreldes N-väetamisega (variant B) suurendas Sakus nelja katse keskmisena talinisu proteiinis aminohapete sisaldust järgmiselt: tsüstein – 3,1 g kg<sup>-1</sup> ehk 20,0%, treoniin – 3,0 g kg<sup>-1</sup> ehk 11,2%, metioniin – 3,2 g kg<sup>-1</sup> ehk 28,1% ja lüsiin – 2,4 g kg<sup>-1</sup> ehk 8,4%.

Meie katsete tulemustega samalaadsed on ilmnenu ka Timms *et al.* (2006) uurimuses, kus selgus, et proteiini sisalduse suurenemine üldjuhul kutsus esile tsüsteini ja metioniini osatähtsuse vähenemise aminohapete üldhulgas.

Väävelväetiste kasutamine parandab nisujahu kvaliteeti, sest gluteeni kontsentratsioon suureneb. Lisaks sellele mõjutab väävel positiivselt taigna moodustumist, stabiilsust, pehmenemise astet ja teisi taigna kvaliteedi näitajaid, samuti suurendab küpsetise mahtu. Talinisu väetamisel lämmastikuga samal ajal antud väävel mõ-

jutab väävlisisaldust terades ning nihutab N : S suhet optimaalsemas suunas (Podlesna, Cacak-Pietrzak, 2008). Väävli (S) sisalduse kriitiliseks piiriks nisuterades loetakse 1,2 mg g<sup>-1</sup>. Toidunisu jaoks peab N : S suhe terades olema väiksem kui 17, mis on kriitiliseks piiriks (Zhao *et al.*, 1995; Sahota, 2006).

Sakus rähkmullal tehtud kolmes katses oli nisuterade väävlisisaldus katsevariandis B (N 100 kg ha<sup>-1</sup>) 1,04–1,16 mg g<sup>-1</sup> ja katsevariandis C (N 100 S 10 kg ha<sup>-1</sup>) 1,46–1,55 mg g<sup>-1</sup>. Lämmastiku ja väävli suhe (N : S) nisuterades oli variandi B puhul 17,0–20,8 ja variandi C puhul 13,0–15,2. Seega, ainult lämmastikuga väetatud talinisu ei vastanud toidunisule esitatud parameetritele. Kui väetamisel anti lisaks lämmastikule ka väävlit, siis eelmainitud küpsetuskvaliteedi näitajad paranesid.

Väävliga väetamise positiivne toime avaldus eriti hästi Lõuna-Eestis kahkjäl mullal 2006. aasta tingimustes läbiviidud tootmiskatsetes (tabel 3). Võrreldes ammooniumnitraadiga (variant B, kahe väetamiskorraga anti kokku N 75 kg ha<sup>-1</sup>) suurendas Axaniga (variant C, N 75 S 10 kg ha<sup>-1</sup>) väetamine talinisu saagikust madalama viljakusega põllul 1,35 t ha<sup>-1</sup> ehk 39,8% ja hea agrofooniga põllul 2,44 t ha<sup>-1</sup> ehk 45,5%.

**Tabel 3.** Väetamise mõju talinisu 'Lars' saagile ja proteiini bioloogilisele kvaliteedile tootmiskatsetes 2006. a  
**Table 3.** The effect of fertilization on the yield and biological quality of proteins of winter wheat in production trials in 2006

Katse, variant <i>Treatment</i>	Väetis- norm <i>Rate</i> kg ha <sup>-1</sup>	Saak <i>Yield</i> t ha <sup>-1</sup>	Proteiin <i>Protein</i> %	Kleepvalk <i>Wet gluten</i> %	Gluteen- indeks, <i>Gluten</i> <i>index</i> , %	Aminohapete sisaldus terades <i>Amino acids in grain</i> , g kg <sup>-1</sup>				
						CYS	THRE	MET	LYS	
Auksi-Otsa										
B	N75	3,39	10,6	20,6	97	2,03	3,75	1,48	2,75	
C	N75 S10	4,74	12,0	24,7	88	2,56	4,33	1,65	2,88	
PD0,05						0,12	0,28	0,19	0,17	
Auksi-Oru										
B	N75	5,36	9,9	17,4	99	1,93	3,53	1,32	2,48	
C	N75 S10	7,80	13,0	26,1	96	2,53	4,68	1,66	3,02	
PD0,05						0,12	0,15	0,10	0,07	

B – ammooniumnitraat; C – Axan Super

Talinisu normaalsest madalam proteiini ja kleepvalgu sisaldus nendes katsetes oli tõenäoliselt tingitud ühelt poolt madalast lämmastikväetise tasemest ja teisalt väga soojast ja sademevaesest suveperioodist.

On üldiselt hästi teada, et terade täitumise faasis avaldavad ilmastikutingimused – pöud, liiga kõrge õhutemperatuur, aga samuti ka liigsed sademed jms – tugevat mõju nii nisu saagikusele, langemisarvule kui ka proteiini ja kleepvalgu sisaldusele ning kvaliteedile, seega siis ka nisu küpsetuskvaliteedile (Egli, 2004; Hagel, 2005; Mašauskiene, Cesevičiene, 2006).

Kui väävliga väetamine rähkmullal üldiselt vähendas talinisu proteiini ja kleepvalgu sisaldust (tabel 1), siis

tootmiskatsetes kahkjäl mullal need näitajad hoopis suurenesid (tabel 3). Mitmed teadlased (Ryant, 2002; Honermeier, Simioniuc, 2004) märgivad, et väävel mõjutab nisu proteiinisaldust suhteliselt vähe ja ebastabiilselt, kuid parandab proteiini bioloogilist kvaliteeti. Tootmiskatsetes suurenes väävli mõjul nisuterade proteiini ja kleepvalgu sisaldus. Oluliselt paranes kleepvalgu kvaliteet, sest kahe katse keskmisena suurenes aminohapete sisaldus järgmiselt: tsüstein 0,56 g kg<sup>-1</sup> (28,3%), treoniin 0,86 g kg<sup>-1</sup> (23,6%), metioniin 0,26 g kg<sup>-1</sup> (18,6%) ja lüsiin 0,34 g kg<sup>-1</sup> (13,0%).

Meie varasemates uuringutes (Järvan *et al.*, 2006) ilmnnes, et lämmastikuga väetatud, kuid väävlipuuduses

kasvanud talinisu küpsetusomadused on halvad, sest vähenesid taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, samuti pätsi ruumala ning pätsi kõrguse ja diameetri suhe. Samalaadseid tulemusi on saanud ka teised teadlased, kes mainivad, et väävli ebapiisavuse korral jääb pätsi maht väikeseks ning poorsuse hinne madalaks (Honermeier, Simioniuc, 2004; Hagel, 2005; Timms *et al.*, 2006).

Tootmiskatsetelt koristatud talinিসust määrati küpsetusomadused ning tehti prooviküpsetused. Jahu, taigna ja küpsetise staadiumites määras Põllumajandus-uuringute Keskuse peaspetsialist Lea Lukme kokku 15 näitajat, mis on esitatud tabelis 4.

**Tabel 4.** Väävliga väetamise mõju 2006. aasta tootmiskatsete talinisu küpsetusomadustele

**Table 4.** The effect of sulphur fertilization on baking properties of winter wheat grown on production fields in 2006 weather conditions

Kvaliteedinäitajad <i>Properties</i>	Katse koht ja väetisnorm, kg ha <sup>-1</sup> <i>Location and treatment</i>				Standardjahu T-550 Stan- dard flour
	Auksi-Otsa		Auksi-Oru		
	N75	N75 S10	N75	N75 S10	
<b>JAHU / FLOUR</b>					
proteiin / <i>protein</i> , %	9,5	11,0	8,6	11,9	11,9
langemisarv / <i>falling number</i> , sek	372	377	317	380	349
kleepvalk / <i>wet gluten</i> , %	21,9	26,8	19,6	29,1	28,1
gluteenindeks / <i>gluten index</i> , %	97	93	97	97	99
<b>TAIGEN / DOUGH</b>					
veesidumisvõime / <i>water absorption</i> , %	58,3	55,8	55,5	60,6	57,1
moodustumise aeg / <i>development time</i> , min	1,8	1,7	1,5	2,2	1,7
stabiilsus / <i>stability</i> , min	2,9	6,3	2,4	4,2	11,6
pehmenemise aste / <i>degree of softening</i>	97	76	106	87	59
kvaliteedinumber / <i>quality number</i>	31	40	24	34	38
<b>SAI / BREAD</b>					
ruumala / <i>volume</i> , cm <sup>3</sup>	1252	1551	1095	1465	1640
eriruumala / <i>specific volume</i> , cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup>	3,34	4,23	2,98	3,92	4,49
eriruumala : proteiin <i>specific volume : protein</i>	0,35	0,39	0,35	0,33	0,39
kõrgus : diameeter / <i>height : diameter</i>	0,41	0,54	0,47	0,64	0,42
poorsus 1:10 / <i>porosity</i>	4	6	7	6	7
poorsus / <i>porosity</i> , %	79	79	76	77	82

Väävliga väetamise mõjul paranesid kõik olulisemad küpsetuskvaliteedi näitajad: taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, pätsi ruumala ja eriruumala ning ümmarguse pätsi kõrguse ja diameetri suhe. Väävli variandi talinিসust ei olnud sel aastal võimalik saada normaalse ruumalaga ja ilusa välimusega küpsetist. Ainult lämmastikuga väetatud talinিসust küpsetatud saiapätside ruumalad olid 23,9 ja 33,8% väiksemad kui lämmastiku ja väävli koosmõjul kasvanud nisust valmistatud tooted. Hagel (2005) märgib, et väävli puuduses kasvanud nisu jahust valmistatud taigen on tugev ega võimalda normaalset paisumist, seetõttu jääb küpsetise ruumala väikeseks. Samas aga on suurem väävli sisaldus nisuterades eelduseks taigna sitkuse vähenemisele, see võimaldab saada suuremamahulisi küpsetisi.

## Järeldused

- Väävliga (S 10–14 kg ha<sup>-1</sup>) väetamine lämmastiku (N 100 kg ha<sup>-1</sup>) foonil suurendas talinisu saaki põld-

katsetes – olenevalt ilmastiku- ja mullastikutingimustest – 7,7–43,0% (viie katse keskmisena 19,5%). Tootmiskatsetes suurenes talinisu saak väävli (S 10 kg ha<sup>-1</sup>) mõjul 39,8% ja 45,5%.

- Väävli mõju nisuterade proteiini- ja kleepvalgu sisaldusele ei olnud alati ühesuunaline, kuid kõikides katsetes suurenes väävli mõjul gluteenindeks ning paranes proteiini kvaliteet. Aminohapete sisaldus talinisu proteiinis suurenes väävliga väetamisel nelja põldkatse keskmisena järgmiselt: tsüsteiin – 20,0%, metioniin – 28,1%, treoniin – 11,2% ja lüsiin – 8,4%.
- Väävliga väetamise mõjul paranesid nisu küpsetuskvaliteedi kõik olulisemad näitajad: taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, pätsi ruumala ja eriruumala ning ümmarguse pätsi kõrguse ja diameetri suhe.
- Nisu küpsetusomaduste seisukohalt on oluliseks küpsetuskvaliteedi parameetrikts mitte ainult proteiini ja kleepvalgu sisaldus, vaid ka proteiini kvaliteet, sh väävli sisaldavate aminohapete osatähtsus. Seega tuleks toidunisu kasvatamisel väävli puudust eriti vältida.

## Tänuavaldused / Acknowledgements

Uurimistöö on läbi viidud Põllumajandusministeeriumi poolt rahastatud rakendusuuringuprojektide raames. Autorid avaldavad tänu agronoom Mati Kuusklale abi

## Kasutatud kirjandus / References

- Adamson, A., Järvan, M. 2006. Väävli mõju talinisu saagistruktuuri elementidele ja saagikusele. – EMVI teadustööde kogumik, LXXI (71), Saku, 61–66.
- Egli, D. B. 2004. Seed-Fill Duration and Yield of Grain Crops. – *Advances in Agronomy*, 83, p. 243–279.
- Einfluss der Schwefeldüngung auf die quantitative Zusammensetzung der Kleberproteine in Weizenmehl. – Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Jahresbericht 2001. <http://dfa.leb.chemie.tu-muenchen.de/DJahr2001.html>, 10.01.03.
- FAO-UNESCO Soil Map of the World, 1994. Revised Legend. FAO, ISRIC. Wageningen, 140 pp.
- Flaete, N. E. S., Hollung, K., Ruud, L., Sogn, T., Faergestad, E. M., Skarpeid, H. J., Magnus, E. M., Uhlen, A. K. 2005. Combined nitrogen and sulphur fertilisation and its effect on wheat quality and protein composition measured by SE-FPLC and proteomics. – *Journal of Cereal Science*, 41 (3), 357–369.
- Flaten, D. 2004. Effects of Sulphur Nutrition on Grain Quality of Wheat. – ARDI Project Results, University of Manitoba, Winipeg, 7 pp.
- Györi, Z. 2005. Sulphur content of winter wheat grain in long term field experiments. – *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36, (1/3), p. 373–382.
- Hagel, I. 1999. Zur Proteinqualität von Weizen. – *Lebendige Erde*, 4, p.38–40.
- Hagel, I. 2005. Sulfur and baking-quality of bread making wheat. – *Landbauforschung Völkenrode*, Special Issue 283, p. 23–36.
- Honermeier B., Simioniu F. 2004. Qualitätsmanagement von Backweizen. – *GetreideMagazin*, 9 (4), 212–215.
- Järvan, M., Adamson A. 2004. Kas väävlipuudus on probleemiks ka nisu kasvatamisel? – *Agronoomia* 2004, Teadustööde kogumik, 219, Tartu, 55–57.
- Järvan M., Adamson A. 2005. Pealtväetamisel antud väävli mõju talinisu saagi kujunemisele. – *Agronoomia* 2005, Teadustööde kogumik, 220, Tartu, 66–68.
- Järvan M., Lukme L., Akk A. 2006. Väävli mõju talinisu proteiini bioloogilisele kvaliteedile ja küpsetusomadustele. – EMVI teadustööde kogumik, LXXI (71), Saku, 123–128.
- Kuktaitė, R. 2004. Protein Quality in Wheat. Changes in Protein Polymer Composition during Grain Development and Dough Processing. – Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, 39 pp.
- Lepajõe, J. 1984. Nisu. Valgus, Tallinn, 136 lk.
- Luo, C., Branlard, G., Griffin, W. B., McNeil, D. L. 2000. The Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilisation and their Interaction with Genotype on Wheat Glutenins and Quality Parameters. – *Journal of Cereal Science*, 31, Issue 2, March, p. 185–194.
- Marschner, H. 1997. Sulfur supply, plant growth, and plant composition. – In Marschner, H. (ed.): *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, Cambridge, p. 261–265.
- Mašauskiene, A., Cesevičiene, J. 2006. Variations in Winter Wheat Grain Qualities as Affected by NK Fertilisation and Grain Storage Period. I. Indirect Bread-Making Qualities. – *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*, 311 (16), Jelgava, p. 50–58.
- McGrath, S. P. 2003. Sulphur: A secondary nutrient? Not anymore! – *New AG International*, March 2003, p. 70–76.
- Podlesna, A., Cacak-Pietrzak, G. 2008. Effects of Fertilization with Sulfur on Quality of Winter Wheat. – In Khan, A. N., Singh, S., Umar, S. (eds.): *Sulfur Assimilation and Abiotic Stress in Plants*. Springer, Berlin Heidelberg, p. 355–365.
- Ron, M. M., Loewy, T. 2007. Content and N : S ratio of small grains in the Southwest of Buenos Aires province (Argentina). – [www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autorestomas/ICC.pdf](http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autorestomas/ICC.pdf). 14.02.08.
- Ruiter, J. M., Martin, R. J. 2001. Management of nitrogen and sulphur fertilizer for improvement bread wheat (*Triticum aestivum*) quality. – *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 29, p. 287–299.
- Ryant, P. 2002. Selected aspects of nitrogen and sulphur fertilisation of wheat. – Doctoral thesis, Brno, 188 pp.
- Ryant, P., Hřivna, L. 2004. The effect of sulphur fertilisation on yield and technological parameters of wheat grain. – *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sec. E*, 59 (4), 1669–1678.
- Sahota, T.S. 2006. Importance of Sulphur in Crop Production. – *Northwest Link*, September, p. 10–12.
- Singh, B. R. 2003. Sulfur and Crop Quality — Agronomical Strategies for Crop Improvement. – *Abstracts of COST Action 829 Meetings*. Braunschweig, Germany (May 15–18, 2003), p. 35–36.
- Tea, I., Genter, T., Naulet, N., Lummerzheim, M., Kleiber, D. 2007. Interaction between nitrogen and sulfur by foliar application and its effects on flour bread-making quality. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, p. 2853–2859.
- Timms, M. F., Bottomley, R. C., Ellis, J. R. S., Schofield, J. D. 2006. The baking quality and protein characteristics of a winter wheat grown at different levels of nitrogen fertilization. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32, p. 684–698.

eest põldkatsete läbiviimisel ning Põllumajandusuurin-gute Keskuse taimse materjali laboratooriumi töötajatele Ann Akkile, Lea Lukmele ja Maaja Varikule käesoleva uurimuse tarbeks tehtud analüütilise töö eest.

- Zhao, F. J., Hawkesford, M. J., McGrath, S. P. 1999a. Sulphur Assimilation and Effects on Yield and Quality of Wheat. – *Journal of Cereal Science*, 30, Issue 1, p. 1–17.
- Zhao, F. J., McGrath, S. P., Crosland, A. R., Salmon, S. E. 1995. Changes in sulphur status of British wheat grain in the last decade, and its geographical distribution. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68, Issue 4, p. 507–514.
- Zhao, F. J., Salmon, S. E., Withers, P. J. A., Evans, E. J., McGrath, S. P. 1999b. Responses of breadmaking quality to sulphur in three wheat varieties. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, p. 1865–1874.
- Zhao, F. J., Salmon, S. E., Withers, P. J. A., Monaghan, J. M., Evans, E. J., Shewry, P. R., McGrath, S. P. 1999c. Variation in the Breadmaking Quality and Rheological Properties of Wheat in Relation to Sulphur Nutrition under Field Conditions. – *Journal of Cereal Science*, 30, Issue 1, p. 19–31.

## The effect of sulphur fertilization on yield, quality of protein and baking properties of winter wheat

M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson

### Summary

Over the last decade in Western Europe incidence of sulphur deficiency in cereal crops has increasingly been reported. Without adequate sulphur, crops can't reach their full potential in terms of yield, quality or protein content; nor can they make efficient use of applied nitrogen. Sulphur also plays an important part in the formation of the baking quality.

The trials conducted by the Estonian Research Institute of Agriculture from 2003 at different sites during several years have shown that even in the Estonian conditions winter wheat starts suffering more and more from sulphur deficiency, and that sulphur fertilization during the growing season enables to increase the yields of wheat. This research work is based on the quality analyses and contents of major amino acids of grain samples taken from trial variants of our five field trials and two production trials, and analyses and test bakings of flours made from the production trials' grain. The trials were conducted in 2004–2008 in Saku in North-Estonia (59° 18' N, 24° 39' E) on break-stony soil and in 2005 and 2006 in Auksi in South-Estonia (58° 27' N, 25° 36' E) on pseudopodzolic soil. The trials were performed on the nitrogen background of N 100 kg ha<sup>-1</sup> that was divided into two portions at the beginning and end of tillering. The fertilizers ammonium nitrate (at the rate N 100 kg ha<sup>-1</sup>) and Axan or Axan Super (N 100 S 10–14 kg ha<sup>-1</sup>) were used. The quality analyses and test bakings were performed in the plant production laboratory of the Agricultural Research Centre according to the accredited methods.

The results of trials have shown that sulphur fertilization affected the yields of winter wheat (var. Lars) and the quality indices of yield differently in different years. The application of sulphur increased the wheat yield on break-stony soil on the average of four years by 22.4% and in production trials on pseudopodzolic soil by 39.8% and 45.5%.

The results of field trials indicated that although on break-stony soil sulphur fertilization reduced the contents of protein and wet gluten in wheat grains, sulphur increased the biological value of proteins. The first indication of it was the increase of gluten index. In the case of NS-fertilizer the gluten index was 22.7–64.4% higher than in the case of N-fertilizer. Sulphur fertilization increased the content of sulphur-containing amino acids in wheat grains. On the average of four trials conducted in Saku the cysteine content increased 11.9% and the methionine content 20.0%. Investigating changes in the contents of major amino acids (cysteine, treonine, methionine and lysine) in the protein of winter wheat, it became evident that fertilization affected their proportions. In the case of applying only nitrogen the content of amino acids was, as a rule, lower than in the non-fertilized variant. NS-fertilization in the comparison with N-fertilization increased on the average of four trials the amino acid content in the protein of wheat as following: cysteine – 20.0%, treonine – 11.2%, methionine – 28.1% and lysine – 8.4%.

Concentrations of sulphur (S) in wheat grain below 1.2 mg g<sup>-1</sup> are below the critical value. For breadmaking wheat the N : S ratio in grain must be lower than the critical value of 17. In our trials carried out in Saku the sulphur content of wheat grain was in variant with N-fertilization 1.04–1.16 mg g<sup>-1</sup> and in variant with NS-fertilization 1.46–1.55 mg g<sup>-1</sup>. Nitrogen and sulphur ratio (N : S) in wheat grain were in variants 17.0–20.8 and 13.0–15.2, respectively. Thus, winter wheat that was fertilized only with nitrogen did not meet the parameters required for baking wheat. When sulphur was applied in addition to nitrogen, the above-mentioned baking parameters improved.

From the grain of production trials baking properties of winter wheat were determined and test bakings made. At the stages of flour, dough and bakings, a total of 15 parameters were determined. Due to sulphur fertilization all major parameters of baking quality improved: stability and quality number of dough, loaf volume and specific volume and round loaf's height to diameter ratio.

As to the baking properties of wheat, not only the protein and wet gluten contents are important parameters of baking quality, but also the quality of protein, including the proportion of sulphur-containing amino acids. Thus, in the production of bread-making wheat sulphur deficiency should be avoided as much as possible.

# MUSTIKA VILJELEMISTEHNOLLOOGIA FREESTURBAVÄLJADELE RAJATUD ISTANDIKES

Lemmik Käis

Eesti Maaülikool

**Abstract.** *The lowbush bilberry growing technology on the beds in exhausted milled peatfields. Application a modern machine cultivation technology in founded plantations. A given characteristics of technology to forming relief of plantation surfaces to beds and technotracks. Development of machine cultivation technology in established and used bilberry plantations. Analyze bases to the comparative method of appraisal for manually and with berry harvester. Applied plant cultivation technology in use on the rejuvenation plants, pruning, fertilization, crop protection and harvesting berries. To determine operating costs of machines are use solution methods by authors (Linnas, Möller etc.) and a personal, and berry farmstead farmer experiences.*

**Keywords:** *bilberry machine cultivation technology, bed of bilberry, technotrack, rejuvenation, fertilization, plant protection, berry harvester*

## Sissejuhatus

Uurimustöö eesmärk on töötada välja mustika masinviljelustehnoloogia, mille rakendamine aitab vähendada tööde ajakulu ja saagikusele tehtavaid kulusi, freesturbaväljadele rajatud istandikes.

Ammendunud freesturbaväljade rekultiveerimine rabakultuuride mustika- ja jõhvikakasvatustandusteks on praegu Eestis aktuaalne. Mustika masinviljelustehnoloogial põhinev uudne taimeviljelemistehnoloogia on kaasaegne mehhaniseeritud tehnoloogiline protsess, mida Eestis varem rakendatud ei ole.

Ammendatud turbaväljad on tekkinud aladele, kus tööstuslik turbatootmine on lõpetatud. Uute turba-maardlate kasutusele võtmisel rajati turbapinnase kihtidega kaetud aladele liigniiskuse ärajuhtimiseks kuivenduskraavide võrgustik ja turbavaalude õhustamiseks, kuivendamiseks tehnoloogilised vesivaod (avatud drenid). Varem tööstuslikul tootmisel kasutusel olnud turbatootmistehnoloogiad ei näinud ette jääkturba kihtidest kujundatavaid, vajalikke pinnavorme võimalike rabakultuurmarjade kasvatamiseks. Masinviljelustehnoloogia olulisest seisukohast lähtuvalt on jäetud tasan-damata freesturba kihid, mis kujundavad planeeritud pinnareljeefi peenardeks. Johtuvalt nendest puudustest on masinviljelustehnoloogia ehk mehhaniseeritud töö-protsesside rakendamine raskendatud ning komplekselt vajab lahendust maa- ja masinate otstarbekas kasutus.

Vee- ja tuuleerosioon ning taime enda kasvamiseks turbapinnasest võetud toitainete kogused tingivad turba kulumise, mille tagajärjel tekkivad mustikataimedele juurmättad. Viimaste tekkimine on vältimatu looduslik protsess, millega kaasnevad pinnareljeefi muutused ja mis omakorda raskendavad masinviljelustehnoloogial põhinevaid tööoperatsioone.

Masinviljelustehnoloogia käigus võivad tekkida taimevarte, lehistiku, marjade muljumised ja nende vältimisel tuleb hoolikalt valida liikur- ja töömasinad. Raskusjõu mõjul vajuvad kasutatavad masinad ratastega pinnasesse, mis väljenduvad pinnase reljeefi häiringu-tena. Vältimaks ulatuslikke taimede ja pinnase kahjustusi, mida võivad masinad tekitada, on vaja optimeerida peenarde laius, tehnoradade arv, liikur- ja töömasinad ning nende liikumisskeemid. Lähtudes masinviljelustehnoloogia optimeerimise valiku tulemustest, tuleb valida hinda ja kvaliteeti arvestav väiketehnika.

## Metoodika

### 1. Istandiku masinkoristuseks ettevalmistamine ja tehnoloogilised variandid

**1.1. Kolme tehnorajaga variandi** puhul võiks peenarde laiused olla  $B_1 = 2,0$  m ja  $B_2 = 4,0$  m (joonis 1 – VARIANT I); sellisel juhul istutatakse taimed maha sammuga  $1,0 \times 1,0$  m; tehnoradade laius  $B_t = 2,0$  m; pealtväetamine (liikumisskeem 1) toimub  $B_1 = 2,0$  m laiusel peenral ühe töökäiguga ja  $B_2 = 4,0$  m laiusel peenral kahe töökäiguga; vedelväetise andmiseks ja taimekaitseks (liikumisskeem 2 – ülekatega liikumine) kasutatakse pritsi töölaieuga  $6,0$  m, mis liigub tehnorajal; saagi koristamiseks (liikumisskeem 3) võib valida masina haardelaiusega  $B_m = 1,0$  m ja mis liigub süstikuliselt, alustades tehnoraja poolsest servast, koristamise ajal liigub tehnorajal marjakaste koguv masin, näiteks rabaliikur.

**1.2. Kahe tehnorajaga variandi** puhul võiks peenarde laiused olla  $B_1 = 3,6$  m ja  $B_2 = 7,2$  m (joonis 2 – VARIANT II); sellisel juhul taimed istutatakse maha skeemiga  $0,9 \times 0,9$  m; tehnoradade laius on  $B_t = 1,8$  m; pealtväetamine (liikumisskeem 1) toimub  $3,6$  m laiusel peenral ühe ja  $7,2$  m laiusel peenral kahe töökäiguga; vedelväetise andmiseks ja taimekaitseks (liikumisskeem 2) kasutatakse pritsi töölaieuga  $9,0$  m, mis liigub tehnorajal; saagi koristamiseks (liikumisskeem 3) võib valida masina haardelaiusega  $B_m = 0,6$  või  $0,9$  m, mis



liiguvad süstikuliselt, alustades tehnoraja poolsest servast, koristamise ajal liigub tehnorajal marjakaste koondav masin, näiteks rabaliikur.

**1.3. Kahe või kolme virtuaalse tehnorajaga variandis** teostatakse (joonis 1 ja 2) kõik agrotehnoloogilised põlluharimistööd ja peenra geomeetriselised tunnussuured samamoodi kui kahe esimese variandi korral. Taimestikute muldaistutamise samm varieerub reas  $a = 0,9 - 1,0$  meetrit ja ridadevaheline kaugus  $b = 0,9 - 1,0$  meetri vahel.

Mustikataimedele esimesel 6–7 aastal teostatakse pritsimis-, väetamis-, rohimis- ja harvendustööd enamjaolt käsitsi või võimalusel ATV-ga. Saak koristatakse motoplokk-marjakoristiga või käsitsi ja rabaliikuri abil. Eeldades, et ATV-tüüpi mootorsõidukite ratastevaheline laius ja kliirens võimaldavad nimetatud töodel kasutada taimedevahelisi reavahesid, kahjustamata oluliselt mustikataimi ja marju.

Sellisel mustika taimeviljelemistehnoloogia kohaselt tehakse 8–9 aastal harvendustööd, kui põõsad on enamvähem kokku kasvanud ja moodustanud ühtlane „taimevaip“. Varakevadel märtsis-aprillis niidetakse

mustikataimedel maapealsed varred juurealgmeteni maha käsitrimmeri, rootorniiduki või purustiga. Seejärel koristatakse käsitrimmeri või rootorniidukiga niidetud taimevarred peenardelt. Niitmisele järgneval 2–3 aastal rajatakse marjapõllu peenardele mustika masinviljelustehnoloogia juurutamiseks vajalikud virtuaalsed tehnorajad. Virtuaalsete tehnoradade rajamise põhieesmärk on suunatud masinate kasutajatele orienteerumisel marjapõllul märgitud sihile. Siht märgitakse peenardele lipukestega, kasutades selle asukohta määramisel mõõdulinti või põllumehe mõõtesirkli. Lipukestega märgitud tehnoradadelt niidetakse marjavarred vastavalt valitud variantidele I või II (joonis 1 ja 2).

Kõrgemate mätaste tasandamisel on ainuke käsitsi teostatav protsess, mis seisneb põõsa labidaga ümber ringi lahti lõikamisel, liigse pinnase eemaldamisel ja seejärel tihendamisel. Taolise tööprotsessi tulemusel on suhteliselt väike võimalus vigastada mustikataime juurekava. Taoline tehnoloogia abil on võimalik oluliselt madaldada ja tasandada kõrgemaid taimemättaid.

Tehnoloogiavariantide andmete võrdlused on esitatud tabelis 1.

**Tabel 1.** Tehnoloogiavariantide andmete võrdlus masin- ja käsikoristusel  
**Table 1.** Comparison of machine harvesting and handpicking

Objekti tunnussuurus	VARIANT I	VARIANT II	VARIANT III
Tehnoradade arv	3	2	2 või 3
Kuivenduskraavide samm B, m	20,0	20,0	20,0
Tehnoraja laius B <sub>t</sub> , m	2,0	1,8	1,8 või 2,0
Mustikapeenra laius B <sub>1</sub> , m	2,0	3,6	2,0 või 3,6
Mustikapeenra laius B <sub>2</sub> , m	4,0	7,2	4,0 või 7,2
Kaitsesooni laius B <sub>0</sub> , m	0,5	0,5	0,5
Tehnoraja sügavus h <sub>2</sub> , m	0–0,3	0–0,3	–
Mustikapeenra pikkus L, m	280	280	280

## Tulemused ja arutelu ning järeldused

1) Masinapargi komplekteerimine mustika masinviljeluseks algab tehnoloogilise skeemi valikust, millesse kuuluvad:

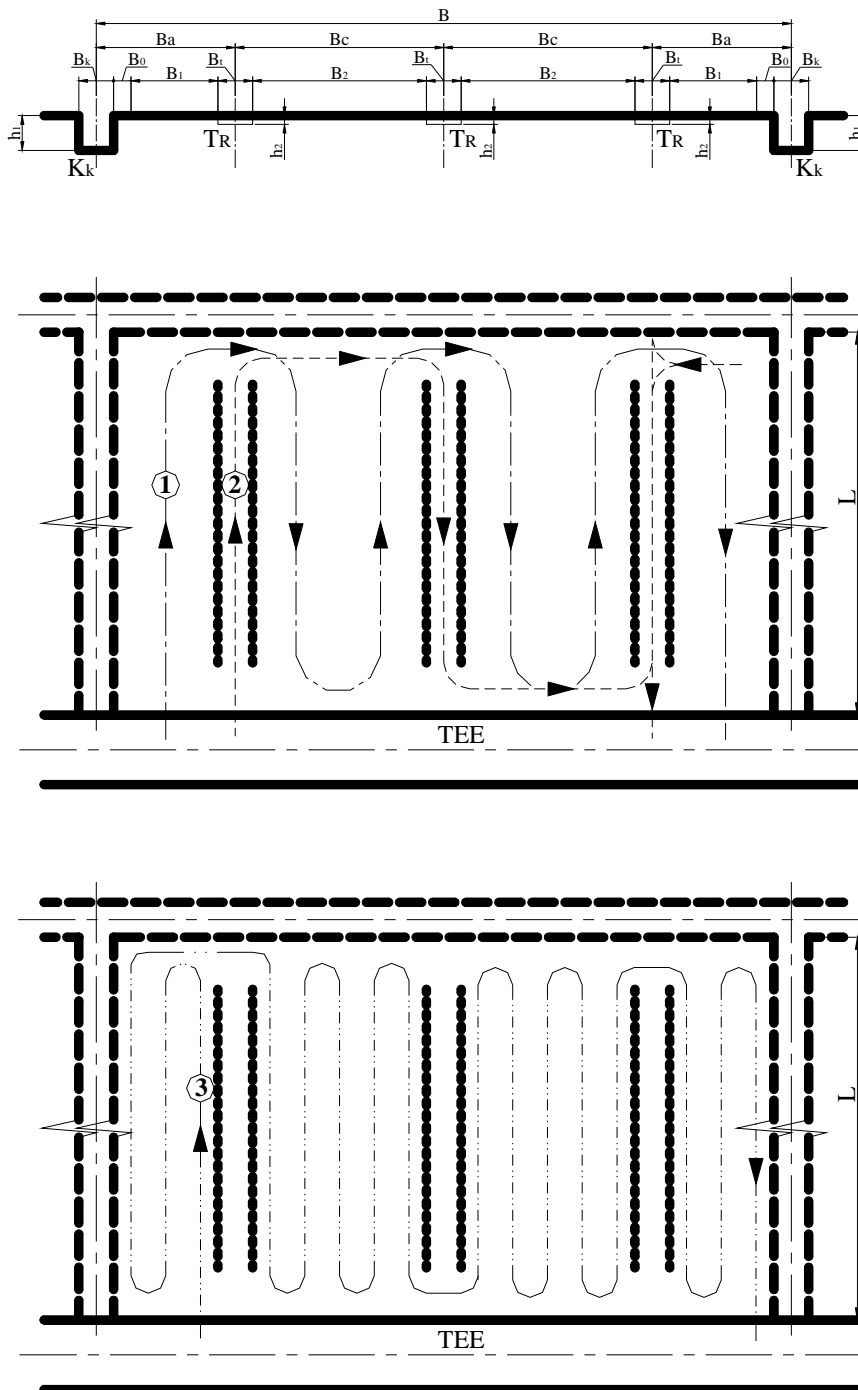
- mustikapeenra profiili valik;
- mustikapeenra laiuse valik;
- teeninduskäikude ehk tehnoradade olemasolu ja arv;
- liikumisviisi valik;
- masinate valik tootlikkuse järgi.

2) Virtuaalsete tehnoradadega tehnoloogiline variant erineb kahe või kolme tehnorajaga tehnoloogia korral:

- peenardevahelistele aladele ei rajata peenardest madalamaid tehnoradasid;
- virtuaalsetel tehnoradadel liiguvad masinad toetuvad mustikajuurdest läbipõimunud pinnasele, mis on oluliselt suurema pinnase kõvadusega;

- virtuaalsed tehnorajad on tolmuvabad, samuti on võimalik muuta tehnoradade arvu ja asukohta;
  - marjapõllu kasvupinna parem kasutus, mis samuti võimaldab kasutusele võtta varem rajatud mustikaistandused.
- 3) Töömasinate valik toimub järgmise skeemi järgi:
- valida sobiv töölaius (sõltub põllu parameetritest ja konfiguratsioonist),
  - valida sobiv materjali mahuti (veepaak, väetise punker, külvisekast jne – sõltub masina töölaie laiusest ja ee pikkusest);
  - valida sobiv tööorgan (pihusti, pump, korjeorgan jms – sõltub materjali normist pinnauhikule, kinemaatikast ja masina liikumise kiirusest);
  - kontrollmõõteriistad;
  - juhtimisseadmed;
  - hooldusseadmed;
  - keskkonnaohutus.

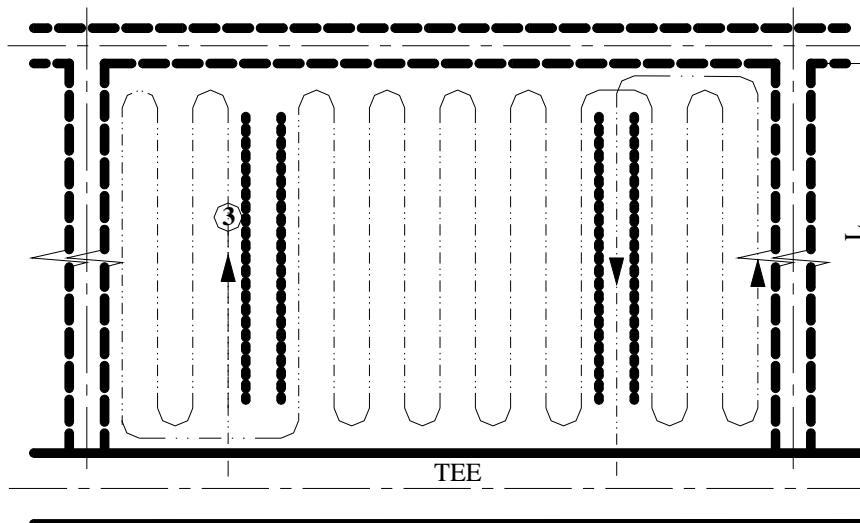
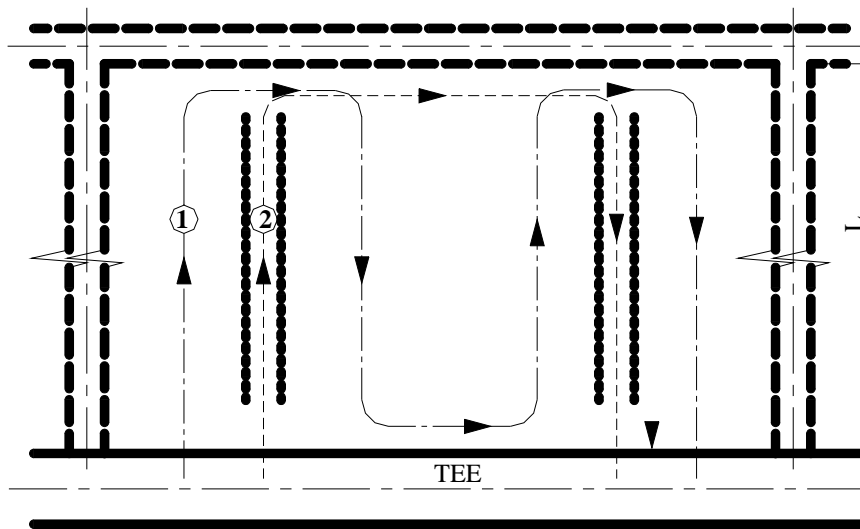
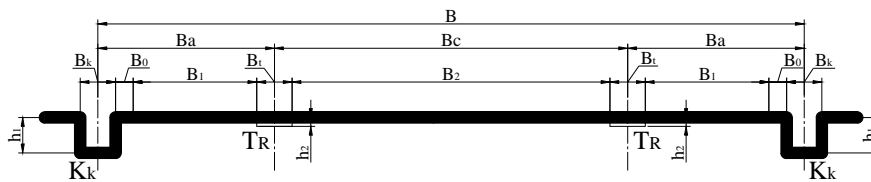
## VARIANT I



**Joonis 1.** Tehnoloogiaskeem kolme tehnoraja korral:  $K_k$  – kuivenduskraav;  $T_R$  – tehnorada;  $B$  – kuivenduskraavide samm;  $B_1$  – mustikapeenra laius;  $B_2$  – mustikapeenra laius,  $B_2=2B_1$ ;  $B_k$  – kuivenduskraavi laius;  $B_t$  – tehnoraja laius;  $B_0$  – kaitsesoon;  $L$  – mustikapeenra pikkus;  $h_1$  – kuivenduskraavi sügavus;  $h_2$  – tehnoraja sügavus; 1 – väeturi liikumistrajektoor; 2 – pritsi liikumistrajektoor; 3 – koristusmasina liikumistrajektoor

**Figure 1.** Technology scheme with three technotracks:  $K_k$  – drain;  $T_R$  – technotrack;  $B$  – interval of drains;  $B_1$ ,  $B_2$  – width of bilberry bed,  $B_2=2B_1$ ;  $B_k$  – width of drain;  $B_t$  – width of technotrack;  $B_0$  – protective zone;  $L$  – length of bilberry bed;  $h_1$  – depth of drain;  $h_2$  – depth of technotrack; 1 – work route of fertilizer; 2 – work route of sprayer; 3 – work route of harvester

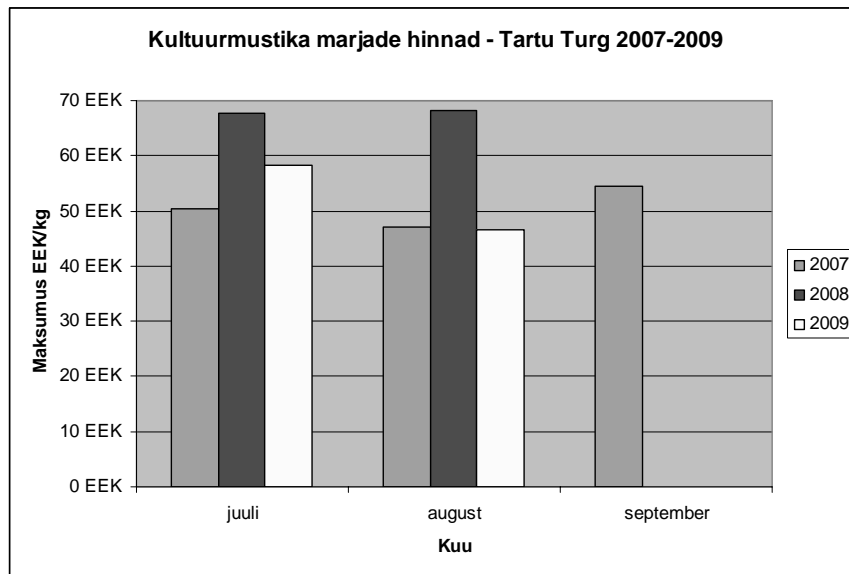
## VARIANT II



**Joonis 2.** Tehnoloogiaskeem kahe tehnoraja korral:  $K_k$  – kuivenduskraav;  $T_R$  – tehnorada;  $B$  – kuivenduskraavide samm;  $B_1$  – mustikapeenra laius;  $B_2=2B_1$ ;  $B_k$  – kuivenduskraavi laius;  $B_t$  – tehnoraja laius;  $B_0$  – kaitsesoon;  $L$  – mustikapeenra pikkus;  $h_1$  – kuivenduskraavi sügavus;  $h_2$  – tehnoraja sügavus; 1 – väeturi liikumistrajektor; 2 – pritsi liikumistrajektor; 3 – koristusmasina liikumistrajektor

**Figure 2.** Technology scheme with two technotracks:  $K_k$  – drain;  $T_R$  – technorack;  $B$  – interval of drains;  $B_1$ ,  $B_2$  – width of bilberry bed,  $B_2=2B_1$ ;  $B_k$  – drain width;  $B_t$  – width of technorack;  $B_0$  – protective zone;  $L$  – length of bilberry bed;  $h_1$  – depth of drain;  $h_2$  – depth of technorack; 1 – work route of fertilizer; 2 – work route of sprayer; 3 – work route of harvester

- 4) Kuna kõik Eestis freesturbaväljad on kujundatud kui-venduskraavide sammuga 20 m, siis tuleks valida kahe tehnoarajaga tehnoloogiavariant (VARIANT II, joonis 2) ja sellele sobivad masinad. Väeturi, pritsi ja niiduki vedukiks võib valida ATV, kusjuures ATV mootori töömaht peab olema vähemalt 450 cm<sup>3</sup>.
- 5) Rando Värniku (2005) uurimustest on selgunud, et kultuurmustika tootmise omahind sõltuvalt toodangust oli 2004. aastal vahemikus 14–29 kr kg<sup>-1</sup>. Seega, kui kasum muutub tühiseks, on loogiline, et tuleb arenevat tootmisharu moderniseerida ja kasutusele võtta uus tehnoloogia.
- 6) Mustikamarjade ühe kilogrammi keskmine turuhind Lõuna-Eestis (Tartu turg) oli aastatel 2007–2009 (juuli-august) vahemikus, mille väärtused on toodud diagrammil (joonis 4).
- 7) Mustikaviljelemise erikulu mõjutab kõige rohkem koristus. Masin- ja käsikoristuse võrdlus on toodud tabelis 4. Tabelist 4 nähtub, et käsikoristuse erikulu on ca 15 korda suurem masinkoristuse erikulust. Toodud olemasolevatest andmetest nähtub, et käsikoristus on vähem rentaabell ja ei sobi suurtootmiseks. Seega käsiviljeluse korral puuduvad praktilised võimalused investeerida istandiku hooldusesse, väetistesse, taimekaitsevahenditesse jms.



Joonis 3. Kultuurmustika marjade hinnad Tartu turu andmetel ajavahemikes 2007–2009

Tabel 4. Masin- ja käsikoristuse võrdlus

Tunnussuurus	Masinkoristus (koristi + ATV)	Käikoristus (1 korjaja)
Tootlikkus, kg/h	300	5 (max)
Inventari maksumus, kr	270 000	100
Amortisatsioon, kr kg <sup>-1</sup>	0,375	0,05
Kütuse kulu, kr kg <sup>-1</sup>	0,163	–
Tööjõukulu, kr kg <sup>-1</sup>	0,709	19,0
Administreerimiskulu, kr kg <sup>-1</sup>	0,020	0,40
Koristamise erikulu, kr <sup>-1</sup> kg	1,267	19,45

Käikoristus on suurtootmise tingimustes ebaefektiivne. Ainus mõistlik lahendus on masinkoristuse kasutuselevõtt.

### Kasutatud kirjandus

- Olt, J., Käis, L. 2006. Kinematics of the working unit of the blueberry harvester. – *Journal of Agricultural Science*, pp. 101–105.
- Haabpiht, J., Irman, E., Jakobson, A., Kaarmäe, A., Kallas, A., Karjane, I., Kask, H., Linnas, L.,

- Miljand, K., Möller, H., Nirk, T., Older, H., Olm, A., Piirsoo, E., Saarlepp, A., Tagavälja, K., Tanvell, V., Tiigimäe, A., Tähnas, I., Valner, H., Veevo, J. 1980. Põllunduse mehhaniseerimine (koostanud A. Tiigimäe). Valgus, Tallinn.

## Bilberry cultivating technology in plantations established on milled peat fields

L. Käis

### Summary

Designing a novel machine cultivating technology for bilberry growing plantations set up on milled peat fields can significantly cut down the number of employees and reduce manual work time expenditure, increasing thus the income from berry growing. The promoted machine cultivating technology also enhances the berry growers' interest in introducing more exhausted milled peat fields into berry growing.

Main conclusions of the research:

- 1) Specifications for machine cultivating technologies: Extensive use of machines in bilberry growing sets the following specific requirements for a plantation:
  - machine cultivating technology can be applied in constantly maintained and rejuvenated plantations;
  - to allow normal functioning of maintenance and harvesting machines the soil surface in plantations should be land leveled at the beginning of cultivation and kept thus during the usage;
  - service rows or technotracks should be set up for operating machines;
  - to allow successful machine harvesting, old branches should be cut down (pruned) regularly – first rejuvenation cutting is done in the tenth year, afterwards in every 3–4 years.
- 2) Preparing a plantation for machine cultivation technology must be done by a comprehensive plan and in Estonia accomplished in accordance with the criteria of selected technotracks, as follows:
  - new plantations should be framed bed-wise;
  - the surface of a new bilberry bed must be flat. For this, plantation should be land leveled before planting and also after the young plants have been planted;
  - when defining the bilberry bed width, the following logic is applicable: the distance between drainage ditches is  $B = 20$  m, the ditch width  $B_k = 1$  m, thus the space between  $B - B_k = 19$  m, where the beds are situated with the plant disposition  $a \times b$ , while  $a$  is plant step (distance) in a row and  $b$  is the distance between plant rows on bed;
  - it is possible to envisage 3–4 beds in the space between ditches;
  - a 19 meter strip of land can hold 2–3 technotracks or service rows or water furrows;
  - when defining the bilberry bed width, the plant layout schema must be selected, the work parameters, traveling routes and the width of turning area of work machines (fertilizer, sprayer, harvester, bog locomotive) defined;
  - the milled from technotracks material (peat) can be used as landfill by leveling the bed surfaces;
  - the depth of a techotrack may be from 5–30 cm.
- 3) To avoid or compensate peat loss caused by plant cultivation and/or wind and water erosion, milled peat from peat stacks or technotracks can be used;
- 4) In case of technological variants with two or three technotracks it is advisable to let the grass grow in the tracks, but maintenance work must be done in time and regularly to control weed growth;
- 5) Variants with virtual technotracks are applicable in cases when the machine cultivating technology was not planned beforehand, or in formerly set up plantations.

# VÄETISEOSAKESE LENNUKAUGUSE ARVUTUSVALEMIST ÕHUTAKISTUSE ARVESTAMISEL

Jüri Olt, Mati Heinloo

Eesti Maaülikooli tehnikainstituut  
jyri.olt@emu.ee

**ABSTRACT.** The article expands upon analytic modeling of a fertilizer particle flying distance from centrifugal mineral fertilizer spreader dispersing disc under air resistance. The known formula for individual fertilizer particle flying distance has been adapted for the case. It is shown that the flying distance and time of reaching the landing spot on the field significantly depend on the aerodynamic resistance coefficient (floating speed) of the fertilizer particle.

**Keywords:** agricultural machinery, fertilizer spreader, flying distance, fertilizer particle.

## Sissejuhatus

Tänapäeval kasutatakse peamiselt tsentrifugaaltüüpi mineraalväetiste laotureid, mille tööorganiteks on püstse telje ümber pöörlev laotusketas (joonis 1). Kettale suunatud väetis haaratakse kettaga kaasa, kusjuures tsentrifugaaljõu mõjul hakkab see liikuma ka ketta ääre suunas. Väetise laotusprotsessi faas algab väetiseosakese eraldumisega kettast ja lõpeb selle jõudmisega põllu pinnale. See faas on vahetus seoses töö tulemusiga, so laotamise kvaliteedi ja masina tootlikkusega.



Joonis 1. Mineraalväetise laoturi laotusketta vaade  
Figure 1. View of spreading plate

Labadega varustatud laotusketta tööd iseloomustab teatud ebahühtlus, sest osakesed eralduvad kettalt mitte kogu ümbermõõdu ulatuses, vaid ainult neist kohtadest, kus asuvad labade otsad. Kuna labad asuvad kettal teatud intervallide järel ja väetiselautur liigub edasi ühtlase kiirusega, siis väetis eemaldub kettalt pulseerivalt, moo-

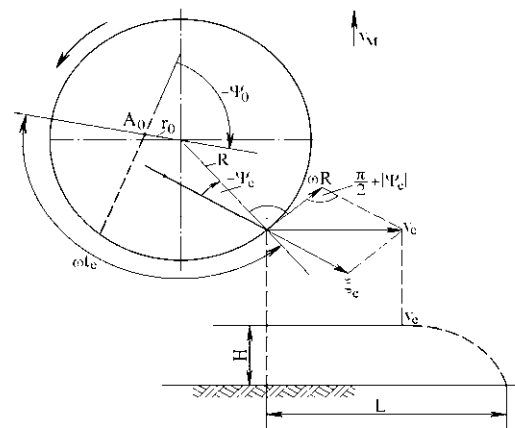
dustades maapinnale kontsentrilised kaared. Niisuguse pulsatsiooni on seda väiksem, mida suurem on ketta pöörlemiskiirus ja labade arv jaotuskettal ja mida väiksem on masina edasiliikumise kiirus. Laoturi tootlikkus sõltub olulisel määral laotamise laiusest, mis omakorda sõltub osakese lennukaugusest [1]. Väetiseosakeste lennukaugus määrab mineraalväetiste tsentrifugaaltüüpi väetiselauti laotusketta tööpiirkonna, mida on võimalik määrata eksperimentaalselt.

Kui väetiseosakese lennukauguse analüütilisel määramisel jätta arvestamata selle lennufaasis mõjuv õhutamiskust, siis väetiseosakese lennukauguse määramisel võib kasutada teoreetilise mehaanikast [2] tuntud valemit

$$L_v(H) = v_e \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1)$$

kus  $v_e$  on väetiseosakese eraldumise kiirus laotuskettalt ( $v_e \approx (3-5)v_m$ , kus  $v_m$  on masina edasiliikumise kiirus),  $H$  – laotusketta kõrgus põllupinnast ( $H \approx 0,6-0,8$  m),  $g$  – raskuskiirendus.

Joonisel 2 on näidatud väetiselauturi sirgete labadega jaotusketta tööprotsessi skeem. Kujuteldava koordinaatteljestiku  $Oxy$  algpunkt  $O$  paigutatud joonisel 2 kiirusvektori  $v_e$  algpunkti. Selle telg  $Ox$  on suunatud vektori  $v_e$  suunas. Telg  $Oy$  on risti teljega  $Ox$  ja suunatud põllupinna suunas.



Joonis 2. Sirgete labadega laotusketta tööprotsessi skeem

Figure 2. The scheme on the working process of a spreading plate

Osakese areodünaamilisi omadusi iseloomustab hõljumiskiirus, mis on võrdne vertikaalse õhuvoolu kiirusega, kui väetiseosakene on relatiivses tasakaalus [2].

Õpikus [3] on esitatud väetiseosakese lennukauguse arvutamiseks järgmine valem:

$$L_t(v_h, v_e, H) = \frac{v_h^2}{g} \ln \left( \frac{g}{v_h^2} v_e \sqrt{\frac{2H}{g}} + 1 \right), \quad (2)$$

mis kehtib osakese suure hõljumiskiiruse  $v_h$  korral, mistõttu valemi (1) saab leida ka piirväärtusest

$$L_v(H) = \lim_{v_h \rightarrow \infty} L_t(v_h, v_e, H) = v_e \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

Nendes valemities on  $g$  raskuskiirendus,  $H$  – laotusketta kõrgus põllupinnast,  $v_e$  – väetiseosakese laotuskettalt eraldumise kiirus. Sisuliselt on valem (2) leitud ka töös [1], milles ei arvestata õhutakistust vertikaalsihis.

Käesoleva artikli eesmärgiks on leida valem väetiseosakese lennukauguse arvutamiseks juhul kui arvestatakse õhutakistust nii horisontaal- kui ka vertikaalsihis.

## Väetiseosakese liikumise diferentsiaalvõrrandid

Eeldades, et väetiseosakesele mõjuv takistusjõud on võrdeline osakese kiiruse ruuduga, saame Newtoni seadusest [2] väetiseosakese liikumise diferentsiaalvõrrandid kujul

$$\begin{aligned} m \frac{d^2}{dt^2} x(t) &= -\lambda \left( \frac{d}{dt} x(t) \right)^2, \\ m \frac{d^2}{dt^2} y(t) &= mg - \lambda \left( \frac{d}{dt} y(t) \right)^2, \end{aligned} \quad (3)$$

kus  $m$  on väetiseosakese mass,  $\lambda$  - väetiseosakese aerodünaamiline tegur,  $g$  – raskuskiirendus ja  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  – väetiseosakese liikumisseadus koordinaatteljestikus Oxy.

Kui arvestatakse õhutakistust, siis võib väetiseosakese aerodünaamilise teguri  $\lambda$  asemel kasutada ka hõljumiskiirust  $v_h$ . Väetiseosakese raskusjõu ja takistusjõu relatiivse tasakaalu [2] tingimusest

$$mg - \lambda v_h^2 = 0$$

saame  $\lambda = \frac{mg}{v_h^2}$ . Selle võrduse abil, saab diferentsiaalvõrrandid (3) kirjutada kujul

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} x(t) &= -\frac{g}{v_h^2} \left( \frac{d}{dt} x(t) \right)^2, \\ \frac{d^2}{dt^2} y(t) &= g \left( 1 - \frac{g}{v_h^2} \left( \frac{d}{dt} y(t) \right)^2 \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Tähistades

$$v_x(t) = \frac{d}{dt} x(t), \quad v_y(t) = \frac{d}{dt} y(t) \quad (5)$$

Saame II järku diferentsiaalvõrrandite (4) asemele I järku diferentsiaalvõrrandid

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} v_x(t) &= -\frac{g}{v_h^2} v_x(t)^2, \\ \frac{d}{dt} v_y(t) &= g \left( 1 - \frac{1}{v_h^2} v_y(t)^2 \right) \end{aligned} \quad (6)$$

## Diferentsiaalvõrrandite lahendamine

Lahendades diferentsiaalvõrrandid (6) algtingimustel  $v_x(0) = v_e$ ,  $v_y(0) = 0$ , kus  $v_e$  on väetiseosakese laotuskettast eraldumise kiirus x-telje sihis (Joon 2), standardse muutujate eraldamise meetodi [4] abil, saame väetiseosakese kiiruste arvutamiseks x- ja y-telje sihis võrrandid

$$\begin{aligned} v_x(t, v_h, v_e) &= \frac{v_e v_h^2}{v_h^2 + g t v_e}, \\ v_y(t, v_h) &= -v_h i \tan \left( \frac{g t i}{v_h} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

kus  $i = \sqrt{-1}$  on imaginaariühik. Integreerides võrrandite (7) mõlemat poolt aja  $t$  järgi algtingimustel  $x(0) = 0$ ,  $y(0) = 0$  (hetkel  $t = 0$  asub väetiseosakene laotusketta serval (Joon. 2) kiirusvektori  $v_e$  algpunktis), arvestades tähistusi (5), saame väetiseosakese liikumisseaduse kujul  $x = x(t, v_h, v_e)$ ,  $y = y(t, v_h, v_e)$ , kus

$$\begin{aligned} x(t, v_h, v_e) &= \frac{v_h^2}{g} \ln \left( \frac{v_h^2 + g t v_e}{v_h^2} \right), \\ y(t, v_h, v_e) &= \frac{v_h^2}{g} \ln \left( \cos \left( \frac{g t i}{v_h} \right) \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Oletame, et väetiseosakene jõuab põllu pinnale hetkel  $\tau$ , kui  $L = x(\tau, v_h, v_e)$ ,  $H = y(\tau, v_h)$ , kus  $L$  – väetiseosakese lennukaugus ja  $H$  – väetiselauturi laotusketta kaugus

põllupinnast. Avaldades võrdusest  $H = y(\tau, v_h)$  aja  $\tau$  ja märkides selle argumentideks  $v_h$  ja  $H$ , saame

$$\tau_t(v_h, H) = -\frac{v_h^i}{g} \arccos \left( \exp \left( \frac{Hg}{v_h^2} \right) \right) \quad (9)$$

Juhul, kui õhutakistust ei arvestata, siis saame

$$\tau_v(H) = \lim_{v_h \rightarrow \infty} \tau(v_h, H) = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (10)$$

### Väetiseosakese lennukauguse täpne arvutusvalem

Asendades võrduse (9) seosesse  $L = x(\tau, v_h, v_e)$ , saame otsitava valemi kujul

$$L_t(v_h, v_e, H) = \frac{v_h^2}{g} \ln \left( 1 - \frac{v_e^i}{v_h} \arccos \left( \exp \left( \frac{Hg}{v_h^2} \right) \right) \right). \quad (11)$$

Seega juhul kui väetiseosakese õhutakistust ei saa arvestamata jätta, tuleb valemi (2) asemel kasutada valemit (11). Valemi (1) saame nüüd piirväärtusest

$$L_v(H) = \lim_{v_h \rightarrow \infty} L_t(v_h, v_e, H) = v_e \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

### Väetiseosakese lennukauguse ligikaudne arvutusvalem

Arendades funktsiooni  $\arccos(\exp(x))$  Tayloriga ritta koha  $t = 0$  ümbruses ja piirdudes vaid esimese nullist erineva liikmega saame ligikaudse võrduse

$$\arccos(\exp(x)) \approx i\sqrt{2x} \quad (12)$$

Võttes valemis (12)  $x = \frac{Hg}{v_h^2}$ , saame

$$\arccos \left( \exp \left( \frac{Hg}{v_h^2} \right) \right) \approx i \sqrt{\frac{2Hg}{v_h^2}} \quad (13)$$

Asendades võrduse (13) valemisse (11), saame ligikaudse valemi osakese lennukauguse arvutamiseks esitada kujul:

$$L'_t(v_h, v_e, H) \approx \frac{v_h^2}{g} \ln \left( \frac{g}{v_h^2} v_e \sqrt{\frac{2H}{g}} + 1 \right), \quad (14)$$

mis langeb valemiga (2) kokku.

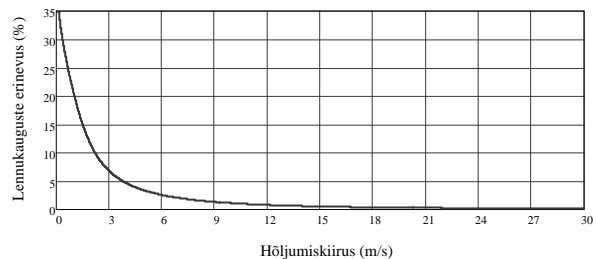
## Numbrilised tulemused

Olgu,  $H = 0.8m$ ,  $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$ ,  $v_e = 10 \frac{m}{s}$ . Arvutame

väetiseosakese lennukauguse arvutusvalemite (11) ja (14) abil leitud lennukauguste suhtelise erinevuse protsentides

$$\Delta(v_h, v_e, H) = \frac{L_t(v_h, v_e, H) - L'_t(v_h, v_e, H)}{L'_t(v_h, v_e, H)} 100\% \quad (15)$$

Valemi (15) järgi leitud lennukauguste suhtelise erinevuse sõltuvus hõljumiskiirusest on näha joonisel 3. Joonisel 3 järeldub, et täpse valemi (11) ja ligikaudse valemi (14) järgi arvatud lennukaugused võivad väetiseosakeste väikeste hõljumiskiiruste ( $v_h < 4$  m/s) korral erineda 5% - 35%.

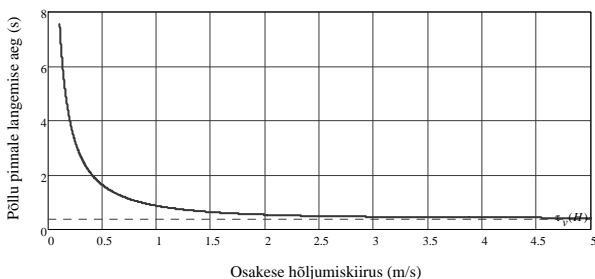


**Joonis 3.** Osakese lennukauguse suhtelise erinevuse  $\Delta(v_h, v_e, H)$  sõltuvus hõljumiskiirusest

**Figure 3.** The dependence of the particle relative difference  $\Delta(v_h, v_e, H)$  of flying distance on the soaring speed

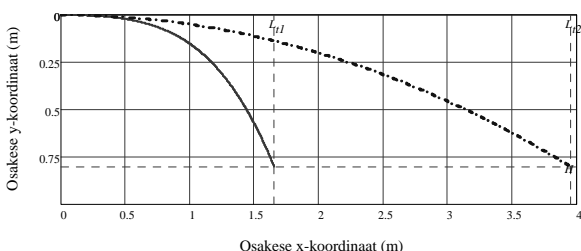
Väetiseosakese põllu pinnale jõudmise aja  $\tau_t(v_h, H)$  sõltuvust hõljumiskiirusest iseloomustab joonis 4, millel horisontaalne punktjoon näitab väetiseosakese põllu pinnale jõudmise aega  $\tau_v(H)$  juhul, kui õhutakistust ei arvestata (siis on  $v_h$  lõpmata suur).





**Joonis 4.** Osakese põllu pinnale langemise aja  $\tau_t(v_h, H)$  sõltuvus hõljumiskiirusest

**Figure 4.** The dependence of the particle falling time  $\tau_t(v_h, H)$  on the soaring speed



**Joonis 5.** Väetiseosakese trajektooriid hõljumiskiiruste  $v_h = 3 \text{ m s}^{-1}$  (pidev joon) ja  $v_{h1} = 30 \text{ m s}^{-1}$  (punktjoon) korral; **Figure 5.** Trajectory of fertilizer's particle under soaring speeds  $v_h = 3 \text{ m s}^{-1}$  (solid line) and  $v_{h1} = 30 \text{ m s}^{-1}$  (dot line)

### On the formula for computation of flying distance of fertilizer's particle under air resistance

J. Olt, M. Heinloo

Estonian University of Life Sciences  
Institute of Technology  
jyri.olt@emu.ee

### Summary

Coverage area of a fertilizer spreader significantly depends on the qualities of the fertilizer used, also the construction and kinematic parameters of the spreader. Efficiency and evenness of distribution depends on how far and where the fertilizer particle reaches the ground. Distribution quality is evaluated in two directions, along the route of the spreader and crosswise to it. It is possible to determine the flying distance of the fertilizer particle by experiments and also use technical devices for giving it a certain direction. To predict the expected outcome of the experiment a formula is needed to model the theoretical flying distance of the particles in case the aerodynamic drag influencing the particles has to be taken into consideration.

The article focuses on cases which consider air resistance. Therefore the formula has been worked out that determines the time of the particle reaching the ground:

Väetiseosakese trajektooriid valitud koordinaatsüsteemis Oxy kuni põllu pinnani jõudmiseni on näha joonisel 5. Sellelt jooniselt selgub, et väetiseosakese hõljumiskiiruse  $v_h$  (õhutakistuse  $\lambda$ ) arvestamine väetiselaoturi laotusketta tööpiirkonna määramisel võib osutada väga oluliseks.

### Kirjandus

1. Reintam, A. Põllutöömasinate teooria ja tehnoloogilise arvutuse alused. Külvi- ja väetamismasinad. Tartu, EPA Rotaprint, 1969, 124 lk.
2. Ü. Lepik, L. Roots, Teoreetiline mehaanika, kirjastus "Valgus", Tallinn, 1971, 483 lk.
3. Е. С. Босой, О. В. Верняев, И. И. Смирнов, Г. Е. Султан-Шах, Теория, конструкция и расчет сельско-хозяйственных машин: Учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения, 2-изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1977. – 568 с., ил.
4. Piskunov, N. S Diferentsiaal- ja integraalarvutus, kirjastus "Valgus", Tallinn, 1960, 406 lk.

$$\tau_t(v_h, H) = -\frac{v_h i}{g} \arccos \left( \exp \left( \frac{Hg}{v_h^2} \right) \right)$$

and also the formula for finding out the flying distance:

$$L_t(v_h, v_e, H) = \frac{v_h^2}{g} \ln \left( 1 - \frac{v_e i}{v_h} \arccos \left( \exp \left( \frac{Hg}{v_h^2} \right) \right) \right)$$

H – distance of dispersing disc from the ground

g – gravity acceleration

$v_e$  – absolute speed of fertilizer particle dispersing from the disc

$v_h$  – floating speed of fertilizer particle, determining its aerodynamic characteristics

If the aerodynamic drag is not taken into consideration – instead the two previous formulas we can get the well-known formulas (with limiting values):

$$\tau_v(H) = \lim_{v_h \rightarrow \infty} \tau(v_h, H) = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L_v(H) = \lim_{v_h \rightarrow \infty} L_t(v_h, v_e, H) = v_e \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

The calculations show the significant relevance of taking into consideration the aerodynamic drag when the floating speed is low.

# BIOETANOL OTTOMOOTORI KÜTUSENA

J. Olt, V. Mikita, T. Sõõro, A. Küüt, R. Tamm, E. Raidla, R. Ilves, K. Ritslaid,  
V. Raudsepp, U. Viitkar

*Eesti Maaülikool, Eesti Lennuakadeemia*

**ABSTRACT. Bioethanol as a Fuel in Spark-ignition Engine.** Due to the limited oil resources and growing environmental pollution mainly, using bioethanol as an alternative fuel in spark-ignition engines is becoming more and more topical. Insufficient information about the power and economy characteristics of biofuel or biofuel additive engines has given an impact to test these qualities. In the present research it has been studied how bioethanol as engine fuel and fuel additive influences a spark-ignition engine power, torque, fuel consumption and composition of exhaust gas. The main results of the study have been outlined in the article.

**Keywords:** biofuels, bioethanol, spark-ignition engine, power, torque, specific fuel consumption

## Sissejuhatus

Etanooli on kasutatud ottomootori kütusena juba autoehituse algusaegadest. Esimeseks kommertssõidukiks, mille kütuseks võis kasutada kas bensiini, petrooleumi või etanooli, oli teatavasti 1908. aastal ehitatud auto Ford T. Bensiini hinna langus ning alkoholi tarbimise piiramine Ameerika Ühendriikides 1919. aastal muutsid etanooli kasutamise mootorikütusena ebaotstarbekaks (Biomassi, 2008; Ford, 2009).

Etanooli on väikeste kogustena kasutatud hiljem bensiini lisandina (5–10%) kütuseturust sõltuvuse vähendamiseks ja bensiini detonatsioonikindluse suurendamiseks.

1970. aastate energiakriis andis olulise tõuke alternatiivkütuste otsingule ja kasutuselevõtule. Brasiilias võeti valitsuse toel 1970. aastatel ulatuslikult kasutusele suhkruroost toodetud odava etanooli ja bensiini segu – gasohol (10% etanooli ja 90% bensiini). Praeguseks on Brasiilias etanooli sisaldust etanoolilisandiga kütustes suurendatud kuni 25%-ni. Üle 10%-lise etanoolisisaldusega kütuse kasutamisel on mootorihitajad pidanud kohandama sõidukite mootorid etanooli sisaldavale kütusele (Common, 2009). Brasiilias on 1970. aastate lõpust alates kasutatud mootorikütusena ka puhast etanooli selleks projekteeritud mootoriga sõidukitel.

Tehniliselt kõrgtasemel väljaarendatud sise põlemismootorid ja mootorikütuste ülimalt efektiivne tootmine naftast on kaasa aidanud maailma motoriseerumisele. Seetõttu on kasvanud nõudlus mootorikütuste järele ja keskkonna saastatus. Kui siia lisada naftavarude piiratus ja kütuste hinnatõus, siis on mootorikütustega seotud piisavalt palju probleeme, mis kõik on sundinud otsima alternatiivkütuseid.

Taastoodetava tooraine tõttu on kõige lootustandvamateks alternatiivseteks mootorikütusteks osutunud biokütused. Biokütustel on lisaks taastoodetavale toorainele teisigi positiivseid külgi võrreldes naftast toodetud kütustega. Kuna taimed tarvitavad süsihappegaasi, tekib biokütuste tootmise ja tarbimise tsüklis süsihappegaasi ringlus, mis vähendab atmosfääri paisatava süsihappegaasi hulka. Biokütused on väävlivabad. Biokütuste kasutamisel on mootorite heitgaasid puhtamad ja väheneb keskkonna saastamine heitgaaside mürgiste komponentidega (CO, HC ja NO<sub>x</sub>).

Kõige levinum biokütus – bioetanool – moodustab üle 90% kasutatavatest vedelatest biokütustest (Biomassi, 2008). Suurimad bioetanooli tootjad on Brasiilia ja Ameerika Ühendriigid. Euroopas hakati biokütustele suuremat tähelepanu pöörama 2001. aastast alates. Kuni selle ajani oli nafta hind olnud suhteliselt stabiilne. Biokütuste tootmine on üldiselt energiamahukas. Seetõttu on biokütuste hind kõrgem traditsiooniliste, naftast toodetud mootorikütuste hinnast. Esialgu pole biokütused konkurentsivõimelised ilma riikliku toetuseta (maksusoodustusteta). Siiski kasutatakse biokütust kogu maailmas aina rohkem.

**Võtmesõnad:** biokütus, etanool, ottomootor, võimsus, pöördemoment, kütuse erikulu

## Uurimismaterjal

Kuna etanooli on vähem või rohkem kasutatud mootorikütusena juba pikka aega, siis on omandatud kogemusi etanooli kui mootorikütuse kohta. Etanoolist on üldiselt teada, et see on kõrge oktaaniarvuga ja suure detonatsioonikindlusega kütus (tabel 1). Bioetanooli bensiinist suurem oktaaniarv võimaldab tõsta mootori surveastet, mis parandab mootori võimsuslikke ja ökonoomsuslikke omadusi.

Etanooli kütteväärtus on vaid 69% bensiini kütteväärtusest. Madalama kütteväärtuse tõttu on etanooli kasutamisel kütusekulu suurem kui bensiini puhul.

Etanoolis sisalduv hapnik, etanooli väiksem energiasisaldus ja suurem kütusetarve põhjustavad võrreldes bensiiniga etanooli madalama põlemistemperatuuri mootori silindris. Et etanool sisaldab ka hapnikku, siis toimub põlemine täielikumalt ning väheneb CO, HC ja NO<sub>x</sub> emissioon.

**Tabel 1.** Bioetanooli ja bensiini olulisemad omadused (Biomassi, 2008)**Table 1.** The most important characteristics of bioethanol and petrol (Biomassi, 2008)

Kütuse omadus	Bensiin	Bioetanool
Molekulkaal, $\text{kg}\cdot\text{kmol}^{-1}$	111	46
Tihedus, 15 °C, $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,75	0,80–0,82
Hapnikusisaldus, massi %	–	34,8
Kütteväärtus, $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	41,3	26,4
Aurumissoojus, $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	180	930
Oktaaniarv (RON)	97	120
Oktaaniarv (MON)	86	102
Stõhhiomeetriline õhu ja kütuse suhe ( $m_{\text{õhk}}\cdot m_{\text{kütus}}^{-1}$ ), kg	14,7	9,0

Etanool põhjustab korrosiooni ja lagundab kummi- ja plastidetaile. Suure etanoolisisaldusega kütuste korral tuleb mootoriehitusel kasutada korrosioonikindlaid materjale (roostevaba teras) ning suure floorisisaldusega plastikuid.

Kuna etanooli on bensiinist enam kui viis korda suurem aurustumissoojus, võib tekkida raskusi mootori käivitamisel, eriti jaheda ilmaga.

Väikese etanoolisisaldusega etanooli ja bensiini segu (5–10% etanooli) saab kasutada tavalises ottomootoris ilma mootorit ümber seadistamata. Suurem etanoolisisaldus kütuses (üle 10% etanooli) nõuab mootori kohandamist, suure etanoolisisaldusega kütust (üle 25% etanooli) saab kasutada vaid selle kütuse tarvis spetsiaalselt konstrueeritud mootoris. Enamus autotootjaid lubab kasutada kuni 10% etanoolisisaldusega kütuseid tavautotodel ilma mootoreid ümberseadistamata.

Niinimetatud paindliku kütusekasutusega autodel (*flexible-fuel vehicle*) võib kasutada nii bensiini, etanooli kui nende segusid. Paindliku kütusekasutusega autosid kasutatakse kõige enam USA-s, Brasiilias ja Rootsis. Tänapäevaks on paindliku kütusekasutusega autosid kasutusel juba üle 6 miljoni.

Kui etanoolisisaldus bensiinis on 5% või enam, siis tähistatakse kütus tähega E, mille järel olev arv osutab etanooli sisaldust kütuses mahuprotsentides (Common, 2009).

Kütused E5 ja E10 leiavad laialdast kasutamist Ameerika Ühendriikides. Kütused E20 ja E25 on levinud Brasiilias alates 1970. aastatest. Kütused E20 ja E25 nõuavad mootori seadistamist etanooli sisaldava kütuse jaoks. Kütustele E20 ja E25 kohandatud automootorid ei pruugi töötada korralikult madala etanoolisisaldusega kütuse või puhta bensiini kasutamisel. Bensiin ning kütused E5 või E10 võivad põhjustada neil detonatsiooni.

Kütus E85 on kasutusel kõige enam USA-s ja Rootsis. Kütust E85 kasutatakse paindliku kütusekasutusega autodel (*flexible-fuel vehicle*) tavakütusena. Kütused E70 ja E75 on paindliku kütusekasutusega autode talvised kütused. Kütust E70 kasutatakse USA-s külmades piirkondades ja kütust E75 Rootsis külmal aastaajal külmkäivituse probleemide vältimiseks paindliku kütusekasutusega autodel.

Kütus E100 (ei sisalda bensiini, vahel tähistatakse ka E95) on kasutusel Brasiilias seitsmekümnendate aastate lõpust alates etanoolimootoriga sõidukitel ning viimasel ajal paindliku kütusekasutusega sõidukitel.

Praeguseks on kasutusel väga erineva etanoolisisaldusega biokütused. Kuna ei ole piisavalt informatsiooni selle kohta, kuidas mõjutavad erineva etanoolisisaldusega kütused tänapäevase mootori võimekust (mootori poolt arendatavat võimsust ja pöörde momenti), mootori ökonoomsust (mootori kütusekulu, kütuse erikulu) ning heitgaaside puhtust, või on informatsioon kohati vasturääkiv, siis oli käesolevas töös seatud eesmärgiks uurida katseliselt ja võrrelda mootori nimetatud omadusi erineva etanoolisisaldusega kütuste ja bensiini kasutamisel. Samuti oli eesmärgiks püüda hinnata erineva etanoolisisaldusega kütuste kasutamise otstarbekust mootori tööparameetritest lähtudes.

## Metoodika

Mootori võimsuslikud ja ökonoomsuslikud näitajad ning heitgaaside puhtuse parameetrid määrati bensiini ja erinevate biokütuste katsetamisel katsemootoril Eesti Maaülikooli ja Eesti Lennuakadeemia mootorite katselaboris.

**Uuritavad kütused.** Uuritavateks kütusteks olid bensiin 95, bioetanool (96,3% vol) ja bioetanoolkütused E15, E30, E50 ning E85 (joonis 1). Uuritavad bensiin 95 ja kütus E85 olid AS-i Eesti Statoil tanklas müüdivad kütused. Bioetanooli sisaldavad kütused E15, E30 ja E50 segati Eesti Maaülikooli ja Eesti Lennuakadeemia mootorite katselaboris sobiva koguse bensiini lisamisega bioetanoolkütusele E85.

**Katsemootor.** Katsemootorina kasutati 1998. aasta 4-silindrilist elektroonilise hargprijatsega toitesüsteemiga ottomootorit *Audi A4 ADR*. Mootori tehniline karakteristik on esitatud tabelis 2 (Autokataloog, 1996). Et võimaldada katsemootoril töötada bioetanoolkütustega, oli mootori elektroonilisse juhtimissüsteemi mootori juhtploki (ECU) ja pihustite vahelisse ahelasse lülitatud *flexi tune sequential* bioetanooliseade (Flexi, 2009). Bioetanooliseadmel oli ühendus ka  $\lambda$ -andurile. Lisatud bioetanooliseade võimaldab kasutada kütusena bensiini, etanooli ning nende segu igas vahekorras. Bioetanooliseade kompenseerib etanooli madalama energeetilise väärtuse elektrooniliselt juhitavate pihustite pikema lahtiolekuajaga. Sarnast seadet rakendatakse ka pärast 2005. aastat valmistatud *flexible-fuel vehicle* sõidukitel.



**Joonis 1.** Uuritavad kütused: bensiin 95, bioetanool-kütused E85, E50, E30, E15, bioetanool 96,3% vol  
**Figure 1.** Test fuels: petrol 95, biofuels E85, E50, E30, E15, bioethanol 96.3% vol

OBD-i (*on-board diagnostics*) abil oli ühendatud mootori juhtploki personaalarvuti, mille diagnostikaprogrammiga sai lugeda infot mootori tööparameetrite kohta.

**Mootorite katsestend.** Mootori Audi A4 ADR koormamiseks kasutati firma *Schenck GmbH* mootorite katsestendi *Dynas3 LI250*. Stendi piduriks on asünkroonmootor, mille pöörlemissagedust muudetakse sagedusmuunduri abil (joonised 2 ja 3). Stendi nimivõimsus  $P_n = 250$  kW, nimivoolutugevus  $I_n = 390$  A, nimipöörlemissagedus  $n_n = 4980$  min<sup>-1</sup>, pöördemoment nimipöörlemissagedusel  $M_n = 480$  N·m (Dynas3, 2009). Katsestendi juhtimisseadmega (joonis 4) juhtiti katset: käivitati ning seisati katsetatavat mootorit, reguleeriti õhuklapi avatust ning mootori koormust. Katsestendi juhtimisseadmelt oli võimalik jälgida vääntvõlli pöörlemissagedust  $n$ , min<sup>-1</sup>; mootori pöördemomenti  $M$ , N·m; võimsust  $P$ , kW ja õhuklapi avatust.

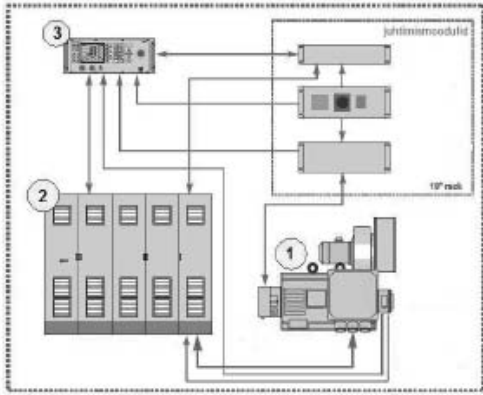
**Tabel 2.** Audi A4 ADR mootori tehaseandmed (Autokataloog, 1996)

**Table 2.** The producer's data of Audi A4 ADR engine (Autokataloog, 1996)

Audi A4 ADR	Tehaseandmed
Silindrite arv	4
Silindrite asetus	reasmootor
Töömaht, cm <sup>3</sup>	1781
Silindri läbimõõt, mm	81
Kolvikäik, mm	89,4
Surveaste	10,3
Klappe silindri kohta	5
Gaasijaotusmehhanism	DOHC
Nimivõimsus, kW	92
Nimipöörlemissagedus, min <sup>-1</sup>	5800
Suurim pöördemoment, Nm	173
Pöörlemissagedus suurima pöördemomendi korral, min <sup>-1</sup>	3950
Kütusekulu, l·(100 km) <sup>-1</sup>	7,8
Süütesüsteem	Motronic 3.2/Map-DIS
Sissepritsesüsteem	Motronic 3.2/MFI-s
Toitesüsteemi rõhk, bar	4

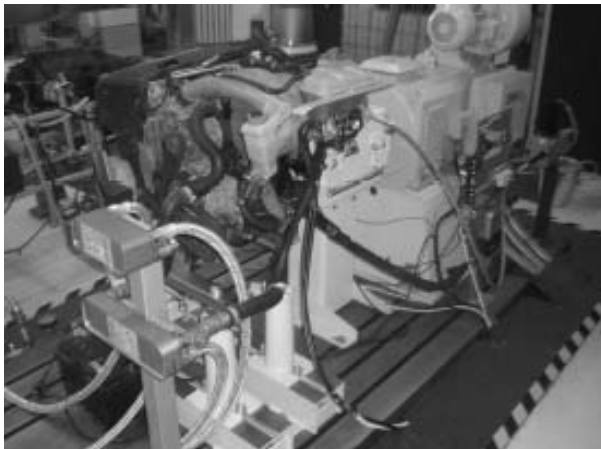
Uuritava kütuse tarvis oli spetsiaalne roostevabast terasest 25 l mahutavusega paak. Paak asub elektroonilisel kaalul. Katsetel kulutatud kütuse kogused määrati elektroonilise kaalu näidu põhjal. Pihustite avatuse aja mõõtmiseks kasutati ostilloskoopi *Tektronix TDS 2022*.

Süsinikdioksiidi (CO<sub>2</sub>), süsinikoksiidi (CO), põlemata süsivesinike (HC), lämmastikoksiidide (NO<sub>x</sub>) ja hapniku (O<sub>2</sub>) sisaldust heitgaasides mõõdeti heitgaaside koostise mõõturiga *Bosch BEA 350*. Lisaks mõõdab nimetatud seade ka mootori õlitemperatuuri, vääntvõlli pöörlemissagedust ning määrab liigõhuteguri ( $\lambda$ ).



**Joonis 2.** Mootorite katsestendi põhiosade skeem: 1 – pidurdusseade pöörlemisageduse ja pöördemomendi anduritega, 2 – sagedusmuundur, 3 – katsestendi juhtimiseseade (Eesti, 2009)

**Figure 2.** Block diagram of the engine test bench: 1 – AC induction motor with torque and speed acquisition, 2 – variable frequency drive, 3 – test bench controller (Eesti, 2009)



**Joonis 3.** Mootorite katsestendi Dynas3 LI250 piduri-seade katsetatava Audi A4 ADR mootoriga

**Figure 3.** Engine test bench Dynas3 LI250 and triable Audi A4 ADR engine



**Joonis 4.** Mootorite katsestendi Dynas3 LI250 juhtimiseseade

**Figure 4.** Controller of the Dynas3 LI250 test bench

Heitgaaside koostis mõõdetakse tühikäigu pöörlemisagedusel. Katalüüsmuunduriga autodel mõõdetakse heitgaaside koostis lisaks veel pöörlemisagedusel  $2000 \text{ min}^{-1}$ .

**Katsete käik.** Reaalselt töötab auto mootor valdavalt keskmise koormusega mootorivõlli keskmistel pöörlemisagedustel ja suhteliselt vähe aega töötab ta nimikoormusega võlli nimipöörlemisagedusel. Mootori võimsuslike ja ökonoomsuslike näitajate ning heitgaaside puhtuse erinevatest kütustest sõltuvuse uurimiseks võeti osalised mootori kiirus- ja koormuskarakteristikud. Eelnevalt võetud tühikäigukarakteristiku põhjal on mootorivõlli pöörlemisagedusel  $n = 3950 \text{ min}^{-1}$ , mille juures mootor arendab suurimat pöördemomenti, seguklapp avatud 34%. Mootori töö stabiilsuse ja edasiste katsete turvalisuse tagamiseks peeti uurimistöös esimesel etapil otstarbekaks, arvestades mootori jääkressurssi, võtta mootori osaline kiiruskarakteristik õhuklapi 34% avatuse juures. Kiiruskarakteristiku võtmisel suurendati mootori koormust piirini, mil mootor töötas veel stabiilselt. Mootorivõlli pöörlemisageduste vahemikuks kujunes  $1350\text{--}3950 \text{ min}^{-1}$ . Koormuskarakteristiku võtmisel hoiti mootorivõlli pöörlemisagedus konstantne ( $2900 \text{ min}^{-1}$ ) ja muudeti õhuklapi avatuse astet piirides 30–70% (intervalliga 5%).

## Tulemused ja arutelu

**Mootori võimekus.** Mootori võimekust kirjeldavad mootori arendatavad võimsus  $P$ , kW ja pöördemoment  $M$ , Nm. Kui võrrelda katsemootori arendatud võimsust ja pöördemomenti biokütuste kasutamisel mootori arendatud võimsuse ja pöördemomendiga naftast toodetud bensiini kasutamisel, võib märkida järgmist.

Väiksema bioetanooli sisaldusega kütuste (E15, E30) kasutamisel langes mootori võimsus võrreldes bensiini kasutamisel arendatava võimsusega. Katsetatud kütustest andis kütus E30 kõige väiksema võimsuse. Bioetanool (96,3% vol) andis samuti nagu kütus E15 bensiinist väiksema võimsuse. Mootori suurimal koormusel ei erinenud oluliselt kütuse E15 ja bioetanooli kasutamisel mootori poolt arendatav võimsus bensiini kasutamisel arendatavast võimsusest.

Bensiinist suurema võimsuse tagasid katsemootoril kütused E50 ja E85. Suurimal koormusel arendas katsemootor suurimat võimsust kütuse E85 kasutamisel (joonis 5).

Bioetanooli sisaldavate kütuste kasutamisel olid mootori poolt arendatava pöördemomendi muutused võrreldes bensiini kasutamisel arendatava pöördemomendiga sarnased eelkirjeldatud võimsuste muutustega. Kõige väiksemat pöördemomenti arendas katsemootor kütuse E30 kasutamisel. Bioetanooli ja kütuse E15 kasutamisel arendas mootor väiksemat pöördemomenti kui bensiini kasutamisel, välja arvatud mootori töötamisel suure koormusega, mil kütuse E15 ja bioetanooli kasutamisel mootori arendatav pöördemoment ei erinenud bensiini kasutamisel arendatavast pöördemomendist.

Mootor arendas suurimat pöördemomenti kütuste E50 ja E85 kasutamisel. Suurimal koormusel andis suurima pöördemomendi kütus E85 (joonis 5).

Kütused E50 ja E85 tagasid mootori parimad võimsuslikud omadused. Kütuse E50 kasutamisel oli mootori võimsus keskmiselt 8,5% suurem, kui bensiini kasutamisel. Kütus E85 tagas suurimal koormusel 5,6% suurema võimsuse kui bensiin.

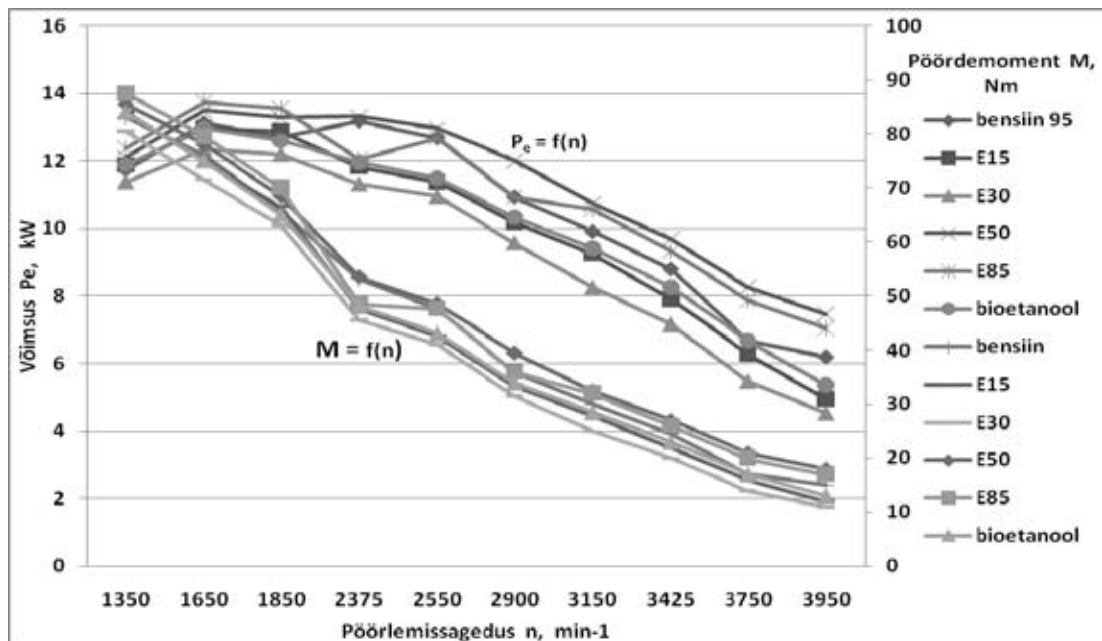
Võimsusest lähtudes oleksid katsemootoril kõige otstarbekamad kütused E50 ja E85. Kõige ebaotstarbekam oleks kütus E30.

**Mootori ökonoomsuslikud näitajad.** Kütuse tunnikulu  $B$ ,  $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$  suurenes kiiruskarakteristiku põhjal enam-vähem proportsionaalselt bioetanooli sisalduse suurenemisega kütuses. Erandiks oli kütus E30, mille tunnikulu oli kõige lähedasem bensiini tunnikulule. Suurimad olid kütuse E85 tunnikulu (48,0% suurem bensiini tunnikulust) ning bioetanooli tunnikulu (53,8% suurem bensiini tunnikulust) (joonis 6).

Koormuskarakteristiku põhjal oli kütuste E15, E30 ja E50 tunnikulu üsna ühesugune, olles sõltuvalt koormusest bensiini tunnikulust 14–30% suurem. Kütuse E85 ja bioetanooli tunnikulu oli vastavalt 43% ja 63% suurem bensiini tunnikulust (joonis 7).

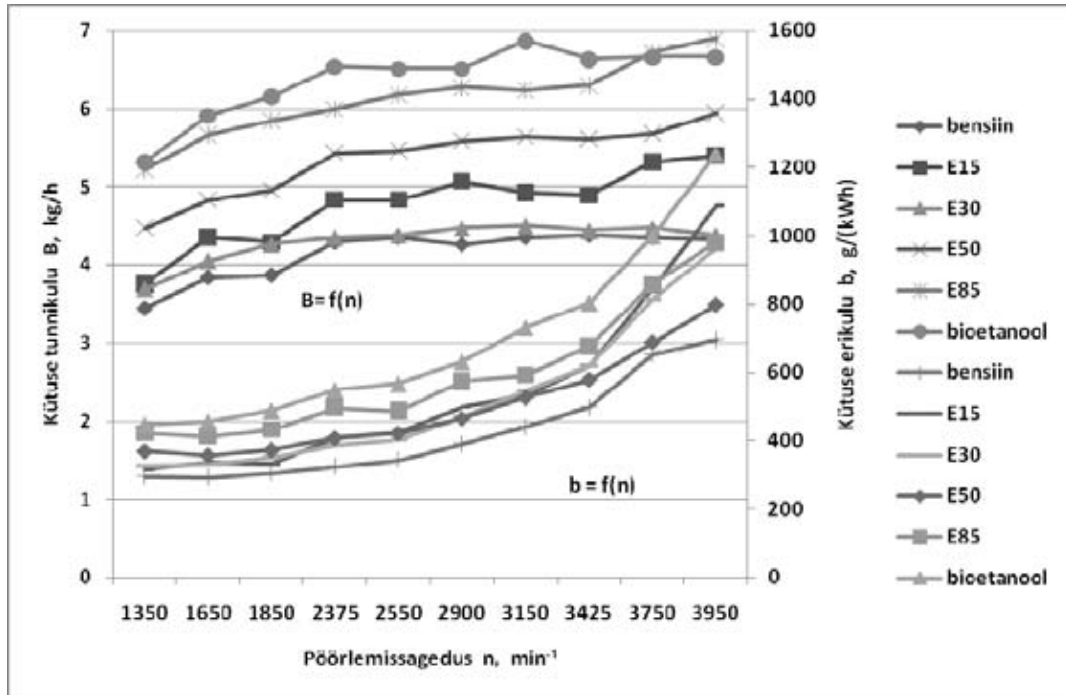
Ka kütuse erikulul  $b$ ,  $\text{g}\cdot(\text{kW}\cdot\text{h})^{-1}$  kasvas bioetanooli sisalduse suurenemisega kütuses. Siiski kütuste E15, E30 ja E50 erikulud ei erinenud palju üksteisest. Suurima erikuluga olid kütused E85 ja bioetanool (vastavalt 31–45% ja 50–61% suurem bensiini erikulust olenevalt mootorivõlli pöörlemissagedusest ja mootori koormusest) (joonised 6 ja 7).

Kiiruskarakteristiku põhjal oli mootori kasutegur  $\eta$  kõige väiksem kütuse E15 kasutamisel (11,7% väiksem kui bensiini kasutamisel). Bensiiniga sarnase või bensiinist suurema kasuteguri andsid kütused E50, E85 ja bioetanool. Muudest kütustest keskmiselt natuke suurema kasuteguriga oli kütus E85 (5,0% suurem mootori kasutegurist, kui kütuseks on bensiin) (joonis 8).

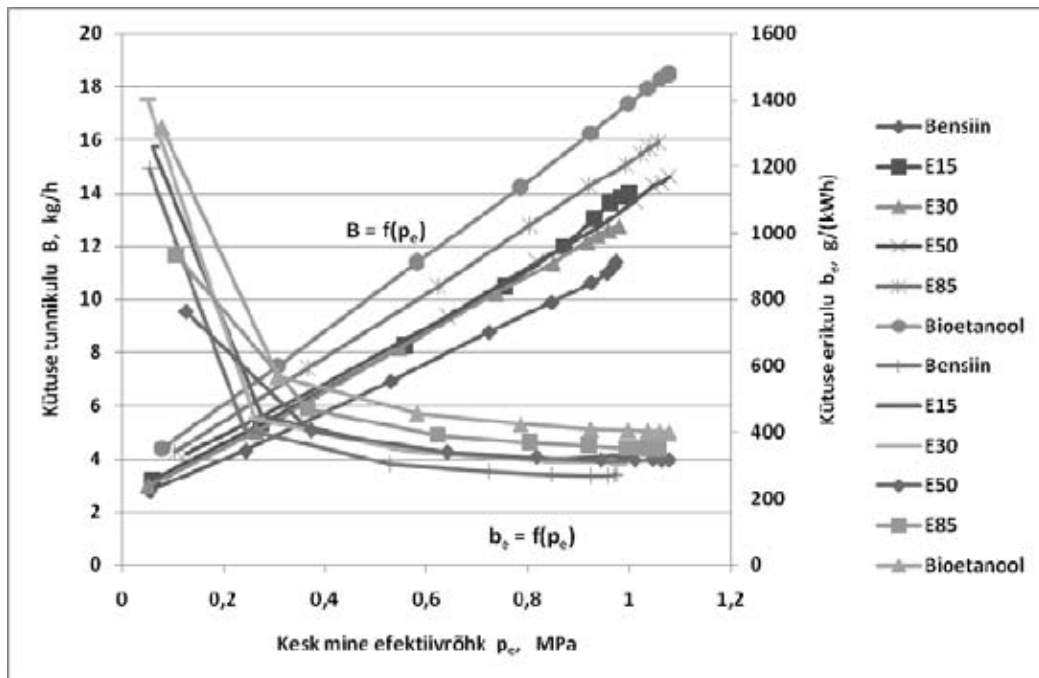


**Joonis 5.** Mootori võimsus  $P_e$  ja pöördemoment  $M$  sõltuvalt mootorivõlli pöörlemissagedusest  $n$  erinevate kütuste kasutamisel

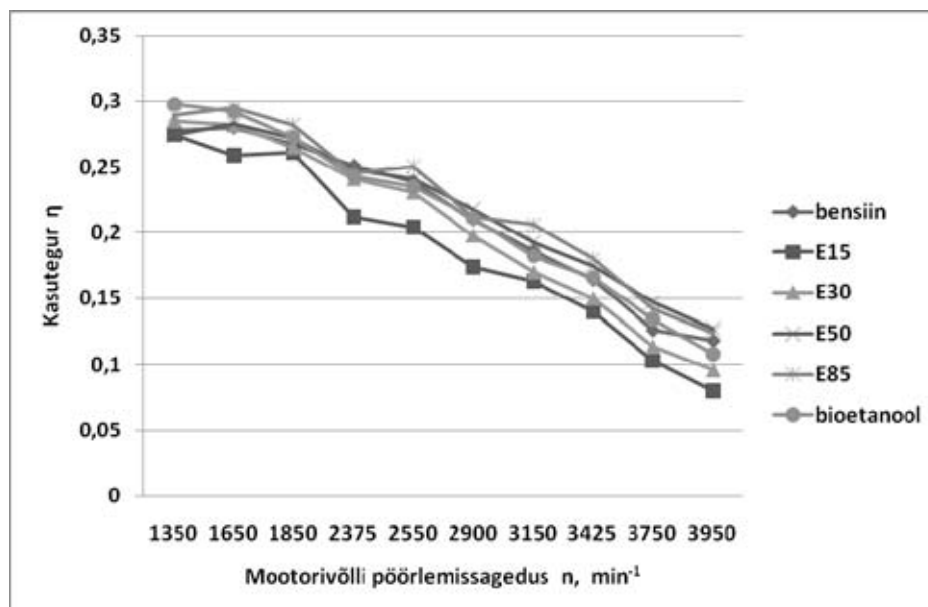
**Figure 5.** Output power  $P_e$  and torque  $M$  depending on the speed frequency of the engine  $n$  in case of different fuels



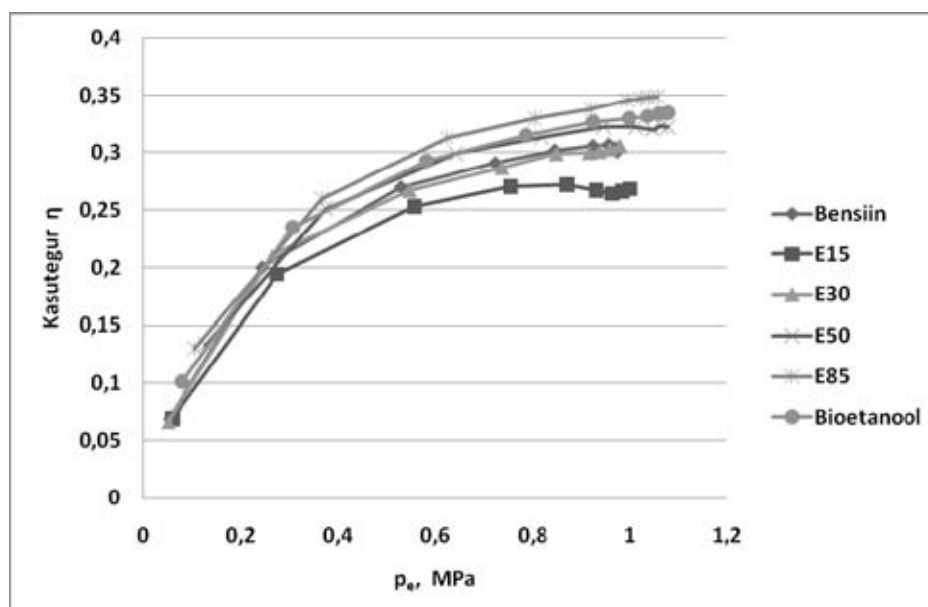
**Joonis 6.** Kütuse tunnikulu  $B$  ja erikulu  $b$  sõltuvalt mootorivõlli pöörlemissagedusest  $n$  erinevate kütuste kasutamisel  
**Figure 6.** Fuel consumption  $B$  and specific fuel consumption  $b$  depending on the speed frequency of the engine  $n$  in case of different fuels



**Joonis 7.** Kütuse tunnikulu  $B$  ja erikulu  $b_e$  sõltuvalt mootori koormusest erinevate kütuste kasutamisel:  $p_e$  – keskmine efektiivrõhk, MPa  
**Figure 7.** Fuel consumption  $B$  and specific fuel consumption  $b_e$  depending on engine load in case of different fuels:  $p_e$  – mean effective pressure, MPa



**Joonis 8.** Mootori kasutegur  $\eta$  sõltuvalt mootorivõlli pöörlemissagedusest  $n$  erinevate kütuste kasutamisel  
**Figure 8.** Engine power efficiency  $\eta$  depending on the speed frequency of the engine  $n$  in case of different fuels



**Joonis 9.** Mootori kasutegur  $\eta$  sõltuvalt mootori koormusest erinevate kütuste kasutamisel:  $p_e$  – keskmine efektiivrõhk, MPa

**Figure 9.** Engine power efficiency  $\eta$  depending on the load of the engine in case of different fuels:  $p_e$  - mean effective pressure, MPa

Mootori töötamisel suurema koormusega oli mootori kasutegur kütuse E85 ja bioetanooli kasutamisel vastavalt 5,0% ja 4,6% suurem kui bensiini kasutamisel.

Koormuskarakteristiku järgi oli väikese etanoolisisaldusega kütuse E15 kasutamisel mootori kasutegur keskmiselt 10% väiksem kui bensiini kasutamisel. Kütus E30 ja bensiin andsid praktiliselt sama kasuteguri. Kütuste E50 ja E85 ning bioetanooli kasutamisel oli mootori kasutegur suurem kui bensiinil. Suurima kasuteguri andis kütus E85 (joonis 9).

Mootori kasutegurist lähtudes on katsete põhjal otsustatav kasutada suure bioetanooli sisaldusega kütuseid (uuritavatest kütustest E85 ja bioetanool). Neil on küll suur kütusekulu ja kütuse erikulu, kuid eriti kütus E85 tagab suure mootori võimsuse ja pöördemomendi ning kasuteguri. Kõige ebaotstarbekam kütus on E15.

Katsemootoril mõõdeti väiksemad süsinikoksiidi (CO) ja süsivesinike (HC) sisaldus bensiini, kütuse E85 ja bioetanooli kasutamisel. Heitgaasid olid kõige puhastamad kütuse E85 korral. Suurim süsinikoksiidi ja süsi-



vesinike sisaldus mõõdeti enamasti kütuse E15 kasutamisel (joonis 10).

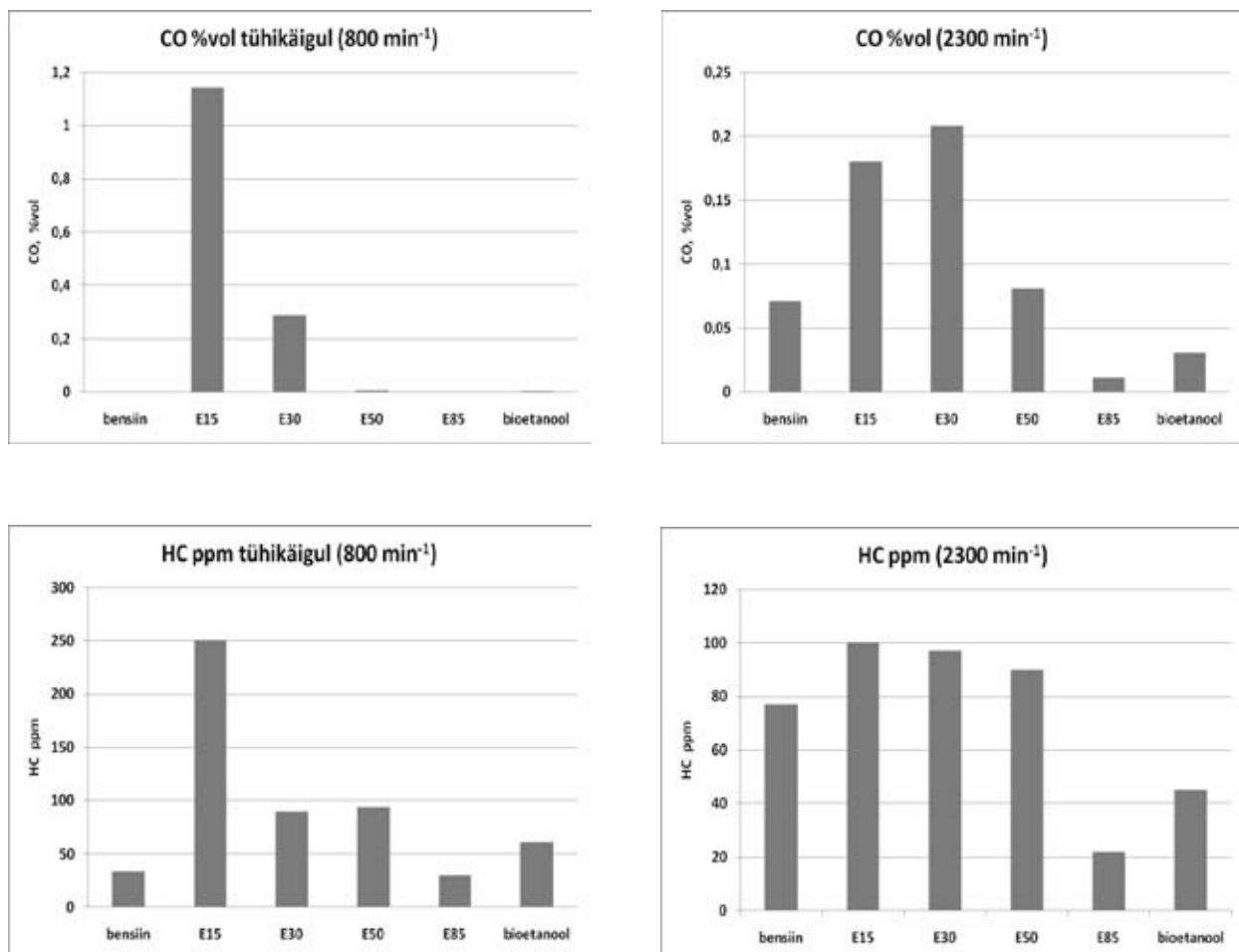
Katsete põhjal saab iseloomustada uuritud biokütuseid järgmiselt.

**Biokütus E15.** Kütuse E15 kasutamisel arendas mootor väiksemat võimsust ja momenti kui bensiini kasutamisel. Võrreldes bensiiniga suurenes kütusekulu keskmiselt 15% ja kütuse erikulu 27%. Mootori kasutegur osutus selle kütuse korral kõige väiksemaks (12% väiksem kui bensiini kasutamisel). Vingugaasi (CO) ja süsivesinike (HC) sisaldus heitgaasides olid ühed suuremad.

**Biokütus E30.** Kütuse E30 kasutamisel arendas mootor väiksemat võimsust ja momenti kui bensiini kasutamisel. Kütusekulu oli kõige lähedasem bensiinikulule (3,7% suurem kui bensiinikulu). Väiksema võimsuse tõttu oli kütuse erikulu 22% suurem kui bensiini erikulu. Mootori kasutegur oli sarnane mootori kasuteguriga bensiini kasutamisel (eriti suurematel koormustel). Antud kütuse kasutamisel olid süsinikoksiidi (CO) ja süsivesinike (HC) sisaldused heitgaasides ühed suurimatest.

**Biokütus E50.** Kütuse E50 kasutamisel oli mootori poolt arendatud võimsus ja pöördemoment ühed suurimatest (võimsus oli keskmiselt 8,5% suurem kui bensiini kasutamisel). Kütuse E50 kulu oli tublisti suurem bensiinikulust (29% suurem). Suurema võimsuse tõttu oli kütuse E50 erikulu vaid 17% suurem bensiini erikulust. Kütuse E50 kasutamisel oli mootori kasutegur 2,7% suurem võrreldes mootori kasuteguriga bensiini kasutamisel. Süsinikoksiidi (CO) sisaldus heitgaasides ei olnud oluliselt suurem kui bensiini korral, süsivesinike (HC) sisaldus oli mõnevõrra suurem.

**Biokütus E85.** Kütuse E85 kasutamisel olid mootori poolt arendatavad võimsus ja pöördemoment ühed suurimad (võimsus oli keskmiselt 5,6% suurem, kui bensiini kasutamisel). Kütuse E85 kulu ja erikulu olid ühed suurimaist (kütusekulu oli keskmiselt 40% suurem ja kütuse erikulu 48% suurem bensiini kulust ja erikulust). Kütuse E85 korral oli mootori kasutegur suurim (keskmiselt 5% suurem kui bensiini korral). Kütus E85 kasutamisel olid kõige väiksemad süsinikoksiidi (CO) ja süsivesinike (HC) sisaldused heitgaasides.



**Joonis 10.** Süsinikoksiidi (CO) ja süsivesinike (HC) sisaldus heitgaasides tühikäigu pöörlemissagedusel (800 min<sup>-1</sup>) ja pöörlemissagedusel 2300 min<sup>-1</sup>

**Figure 10.** The content of carbon oxide and hydrocarbon in exhaust gases at idle run (800 min<sup>-1</sup>) and at the speed frequency of 2300 min<sup>-1</sup>

**Bioetanool (kütus E100).** Puhta bioetanooli kütusena kasutamisel jäid mootori arendatavad võimsus ja pöördemoment õige vähe väiksemaks kui bensiini kasutamisel (4–5% väiksem kui bensiini kasutamisel). Puhta bioetanooli kasutamisel on kütusekulu ja kütuse erikulu 50–60% suuremad kui bensiinikulu ning mootori kasutegur on 1% suurem kui bensiini korral. Puhta bioetanooli kasutamisel mootorikütusena on süsinikoksiidi (CO) ja süsivesinike (HC) sisaldus heitgaasides üks väiksemaid.

Tuleb arvestada, et katsemootoril kasutatud bioetanooliseade *flexi tune sequential* on kavandatud ja optimeeritud paindliku kütusekasutusega sõidukite (*flexible-fuel vehicle*) tarvis, mille põhikütuseks on biokütus E85. Ka tuleb arvestada, et katsemootoril olid bensiini kasu-

tamiseks ettenähtud pihustid ja toitesüsteemi seadmed. Paindliku kütusekasutusega mootori ja selle elektroonilise juhtimissüsteemi saab kujundada optimaalsena bioetanooli ja bensiini iga suhtega kütusesegu jaoks. Parimad tulemused erinevate biokütuste kasutamisel annab mootori toitesüsteemi ja selle elektroonilise juhtimissüsteemi spetsiaalne seadmestamine ja häälestamine iga bioetanoolkütuse tarvis eraldi. Paljud võimalused erineva koostisega biokütuste positiivsete omaduste maksimaalseks ärakasutamiseks vajavad veel põhjalikumat uurimist.

Üldiselt on suurema detonatsioonikindluse, täielikuma põlemise, suurema kasuteguri ja puhtamate heitgaaside tõttu suuremad eelised suurema bioetanooli sisaldusega biokütustel.

## Kasutatud kirjandus / References

Biomassi tehnoloogiauurimised ja tehnoloogiate rakendamise Eestis. 2008. Tallinna Tehnikaülikool (lep7028, vastutav täitja Villu Vares), 176 lk. ([http://www.bioenergybaltic.ee/bw\\_client\\_files/bio-energybaltic/public/img/File/Lep7028WFinalB.pdf](http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bio-energybaltic/public/img/File/Lep7028WFinalB.pdf)).

Ford Model T. 2009. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Ford\\_T](http://en.wikipedia.org/wiki/Ford_T)).

Common ethanol fuel mixtures. 2009. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Common\\_ethanol\\_fuel\\_mixtures](http://en.wikipedia.org/wiki/Common_ethanol_fuel_mixtures)).

Autokataloog: Mudeliaasta 1997. 1996. AUTOrevüü koostöös kirjastusega Vereinigte Motor-Verlage GmbH & Co. KG, 273 lk.

FlexiTune AutoX4. Installation & User manual. 2009. ([http://www.flexitune.se/document/FLEXITUNE\\_autoX4\\_Usersmanual.pdf](http://www.flexitune.se/document/FLEXITUNE_autoX4_Usersmanual.pdf)).

Dynas3 LI. 2009. (<http://www.horiba.com/automotive-test-systems/products/mechatronic-systems/engine-test-systems/details/dynas3-li-low-inertia-114/>).

Eesti Lennuakadeemia: Mootorite katselabor: seadmed. 2009. (<http://www.eava.ee/opiobjektid/mk1/mk12/seadmed.html>).

## Bioethanol as a Fuel in Spark-ignition Engine

J. Olt, V. Mikita, T. Sõõro, A. Küüt, R. Tamm, E. Raidla, R. Ilves, K. Ristlaid, V. Raudsepp, U. Viitkar

*Estonian University of Life Sciences, Estonian Aviation Academy*

### Summary

Thanks to renewable raw materials, biofuels have turned out to be the most promising alternative engine fuel. In Brazil, in the 70-s, the government gave extensive support to the mixture of cheap ethanol (made of sugarcane) and gasoline – gasohol (10% ethanol, 90% gasoline). The main bioethanol producers are Brazil and the USA. In Europe more attention has been paid to biofuel since 2001. Ethanol has high octane number and it efficiently suppresses detonation (Table 1). As ethanol has lower calorific value than gasoline, fuel consumption for ethanol is higher. As ethanol contains oxygen, its combustion is more effective, CO, HC and NO<sub>x</sub> emissions are reduced. As the heat of vaporization of ethanol is more than five times higher than of gasoline, difficulties may arise when starting the engine, especially in cold weather.

If the ethanol content in gasoline is 5% or more, it is labelled with E and a number indicating the ethanol content (volume percentage) in fuel. By now biofuels with different ethanol content are used (E5, E10–E85, E95). As there are no sufficient data about what effect fuels with different ethanol content have on contemporary engine capability, economy and purity of exhaust gases, the aim of the present study has been set to test and compare the aforementioned engine qualities with different ethanol content fuels and gasoline.

The fuels tested were gasoline 95, bioethanol (96.3% vol) and bioethanol fuels E15, E30, E50 and E85 (Figure 1). The test engine was *Audi A4 ADR*, 1998, 4-cylinder multipoint injection fuel supply spark-ignition engine (Table 2). The company *Schenck GmbH* test stand *Dynas3 LI250* was used (Figures 2, 3). The rated power for the stand is 250 kW, rated current 390 A, rated angular speed 4980 min<sup>-1</sup>, torque at rated angular speed 480 Nm. The test was carried out with controller of the bench (Figure 4). Carbon dioxide, carbon oxide, unburnt hydrocarbons, nitrogen oxides and oxygen in the exhaust gases were measured with emission tester *Bosch BEA 350*.

In practice a car engine mainly works on medium load, medium engine shaft angular speed, and comparatively little time on maximum load engine shaft angular speed. To study the dependence of engine power and

economy characteristics and purity of exhaust gases on various fuels, the engine performance curves were recorded.

The main results of the tests are as follows. With fuels of lower ethanol content (E15, E30) the engine output fell compared to gasoline usage (Figure 5). Fuels E50 and E85 guaranteed better output qualities. With E50 the engine output was 8.5% higher on average than with gasoline. With E85 on maximum load the engine output was 5.6% higher on average than with gasoline. Based on output, the most reasonable fuels for the test engine would be E50 and E85. The most ineffective one would be E30.

Fuel consumption per hour increased according to the speed characteristic more or less according to the content of bioethanol in fuel. An exception was E30, which had the fuel consumption per hour closest to gasoline (Figure 6). According to load characteristic the consumption per hour for E15, E30 and E50 was more or less the same and about 14–30% higher than gasoline consumption per hour. E85 and bioethanol consumption per hour was 43% and 63% higher than gasoline consumption per hour accordingly (Figure 7). With higher bioethanol content in fuel also the specific fuel consumption increased. Although the differences in special consumption of E15, E30 and E50 were not relevant. The highest special consumption figures were recorded for E85 and bioethanol (31–45% and 50–61% higher than gasoline accordingly depending on the engine shaft angular speed and engine load) (Figures 6, 7).

With low ethanol content fuel E15 the engine efficiency was 10% lower on average than with gasoline.

With E50 and E85 and bioethanol the engine efficiency was higher than with gasoline as fuel. The highest efficiency was recorded for the fuel E85 (Figure 9). According to engine efficiency it is economical to use high ethanol content fuels (E85 and bioethanol of the ones tested). Although their fuel consumption and specific fuel consumption are high, still E85 in particular guarantees high engine power and torque, also efficiency. The lowest efficiency was recorded for E15.

The lowest carbon oxide (CO) and hydrocarbon (HC) content in exhaust gases for the test engine were recorded for gasoline, E85 and bioethanol. The best level of purity was for E85. The highest carbon oxide and hydrocarbons content was measured for E15 mostly (Figure 10).

It has to be taken into account that the test engine bioethanol facility *Flexi Tune Sequential* has been designed and optimized for flexible fuel vehicles with biofuel E85 as the main fuel. Also, the test engine had injectors and devices of fuel supply meant for gasoline. The best results with different biofuels are achieved with specific electronic control system installation and tuning for each bioethanol fuel separately. Many different possibilities to maximize the utilization of positive characteristics of biofuels of different composition need to be studied more thoroughly still.

A general conclusion can be made – due to higher detonation suppression, more complete combustion, higher efficiency and cleaner exhaust gases biofuels with higher bioethanol content should be preferred.

# EESTI PÕLLUMAJANDUSTOOTJATE TRAKTORITE KASUTUSKULUD JA NENDE MÕJU OMAHINNALE

Jüri Olt, Rando Värnik, Ülo Traat, Martin Nikopensius

Eesti Maaülikool

jyri.olt@emu.ee; rando.varnik@emu.ee; ylo.traat@emu.ee; nmartin@emu.ee

**ABSTRACT.** The object of this paper is to find out the direction of development of the tractor maintenance practices in Estonia from the point of view of the provider of the service. The question is if the necessary works are done in the service centers or by the buyers/users themselves. We investigated what were the factors that influenced most the working reliability and the resource of the tractors and how could we use this knowledge in the most optimal way thus increasing the competitive edge of the farmers. Coming from the objective of the paper a goal was set to find out the problems that tractors users (farmers) encounter while doing maintenance works in their tractor park (diagnostics, maintenance and repairs). We looked into the practical real costs depending on the organizational and technical circumstances.

**Keywords:** agricultural machinery, tractor, maintenance, diagnostics, repair, costs

## Sissejuhatus

Asudes käsitlema traktorite korrashoiu problemaatikat, oli vaja esmalt saada ülevaade, milline oli traktorikasutajate majanduseis ning millised muutused on toimunud viimastel aastakümnetel. Vaatleme lühidalt kolme põhilist perioodi Eesti riikluse ajaloos. Esimene periood –

Eesti 1. omariiklusperiood, mis kestis kuni 1940. aastani; teine periood – nõukogude periood, 1940. a kuni NSV Liidu lagunemiseni 1991, ja kolmas periood – nüüdisaeg taasiseseisvunud Eestis.

Põllumajanduse koht ja tähendus on eelmise sajandi jooksul oluliselt muutunud. Aastatel 1930–1940 tegeles põllumajandusega 2/3 tööealisest elanikkonnast, maal elas aga ligi 80% Eesti elanikest. Möödunud sajandi alguses suutis toita üks põllumees ca 5–10 inimest. Tänapäeval on linna- ja maaelanike osakaal kohad vahetanud. Maapiirkondades elab kõigest 20% inimestest. Aktiivselt tegeleb põllumajandusega vaid kuni 5% rahvaarvust, samas on tootlikkus tõusnud rohkem kui kümme korda. Tootmine on muutunud üha intensiivsemaks, saigid on kasvanud kordades. See kõik on tänu uutele tehnoloogiatele, eelkõige tänu tööde mehhaniseerimisele ja tootlikuma põlluharimistehnika kasutuselevõtuga (EVPM, 2006; Eesti Maaelu arengustrateegia 2007–2013).

Juba möödunud sajandi kolmekümnendatel aastatel jõuti järeldusele, et inimtööjõud ei ole kuigi efektiivne ja on kallid. Seega oli vaja talude puhastulu suurendamiseks võtta kasutusele võimalikult palju mehhaanilist tööjõudu. Kuna põllumajanduses on väga palju erinevaid töid, mida tehakse erinevatel aegadel, siis saadi aru, et mõistlik oleks kasutada masinaid, mida saab kasutada mitmeteks töödeks, ilma et nende kasutegur suurt muutuks. Mehhaaniliste jõumasinate kasutamine Eesti põllumajanduses 1938. a on toodud tabelis 1 (Inseneride Koda, 1940).

**Tabel 1.** Mehhaaniliste jõumasinate kasutamine 1938. a  
**Table 1.** Energy machinery use in 1938

Jõumasin /Engine			
Masina liik Machinery type	Arv, tk Number, pc	Võimsus, kW Power, kW	Toodetud mehhaaniline energia, 10 <sup>6</sup> kWh Produced mechanical energy, 10 <sup>6</sup> kWh
1. Aurujõumasinad	1780	18800	14,2
2. Sisepõlemismasinad	3880	37200	16,9
3. Veejõumasinad	810	8500	12,5
4. Elektrimootorid	230	1370	0,9
5. Tuulejõumasinad	500	1600	0,5

Tööde mehhaniseerimine oli vajalik samm tootmiskulude vähendamiseks, kuid seda teha ei olnud kuigi lihtne. Kogu Eesti talupidamiste arvust moodustasid 34% väiketalud (haritava maa pinda 1–10 ha). Et kindlustada jõumasinatele vajalik tööhulk, hakkasid väiketalunikud moodustama masinakasutajate ühistuid, kus masinad olid ühiskasutuses.

Sellised ühistud olid väga edukad, eriti teraviljakasvatuses (Inseneride Koda, 1940).

Teine valdkond, kus töökulu vähendamiseks võisid masinaid kasutama hakata, oli maaparandustööd, eriti uudismaade künd. Selleks lõi Põllutööministeerium 340 traktorijaama koguvõimsusega 9200 hj. Tänu sel-

lele suudeti tegutseda märksa kokkuhoidlikumalt ja tõsta ka tööviljakust (Inseneride Koda, 1940).

Juba eelmise sajandi kolmekümnendatel aastatel pöörati tõsiselt tähelepanu põllutöömasinate ja -riistade kvaliteedile ning remondikuludele. Aastal 1937 andis Eesti Vabariigi valitsus välja põllutöömasinate ja -riistade kontrolli seaduse. Seaduse sisuks oli see, et kõik müügiks sisseveetavad ja sisemaal valmistatud põllutöömasinad, -riistad ja nende osad vastaksid Põllutööministeeriumi kehtestatud nõuetele. Seadus nägi ette, et kontrolli hakatakse tegema spetsiaalsetes katsejaamades. Seadmete katsetamisel pandi erilist rõhku materjali kvaliteedile ja seadme keerukamad katsed tehti riiklikus katsejaamas. Andmete kinnitamiseks ja otsustamiseks oli kindel komisjon, mille koosseisu kuulusid Põllutööministeeriumi, Põllutöökoja ja Inseneridekoja ning Kaubandus-Tööstuskoja esindajad (kirjaviis muutmata) (Eesti Talu, 1937).

Teist perioodi iseloomustab kõige ilmekamalt uniikaalne nõukogudeaegne EPT-de süsteem. Mitte üheski teises ametkonnas polnud sellist tehnika korrashoiu tagamise organisatsiooni ja süsteemi, nagu oli seda põllumajanduses, mis suutis töötada ilma traktorivalmistaja tehase osavõtuta ja kus olid omad ametkondlikud: EPT rajoonide ettevõtted kõigis rajoonides, oma küllaltki tõhusa materiaal-tehnilise baasiga; põllumajandus-tehnika remondiettevõtted, kes olid spetsialiseerunud vastavalt tööjaotusele mingile kindlale traktori või selle agregaatide, sõlmede kapitaalremondile; põllumajandus-tehnika remondiettevõtetele remondiseadmeid ja sisseaset tootvad ettevõtted; põllumajandustehnika tehnohoolded ja diagnostika tegemiseks vajalike seadmete ja sisseseade tootmise ettevõtted, instituudid ja konstrueerimisbürood, kes töötasid välja ja valmistasid tootmiseks uusi seadmeid ja sisseseadmeid. Enamiku traktorite remondi, diagnostika ja hoolded kohta käivate määrangute ja tegevuste jaoks oli oma riiklik standard GOST (Николаенко А. В., 1984; Черноиванов В. И., 2003).

Sellist täiuslikku süsteemi ei olnud vastu panna ka näiteks sellisel suurt ohutust nõudval ametkonnal nagu tsiviillennundus. Iseasi on muidugi, kuivõrd efektiivne see kõik oli. Näiteks vastuolu nimeline- vs kapitaalremont. Arvestada tuleb ka kindlasti seda, et nõukogude ajal traktoritehased ei olnudki huvitatud traktorite kasutamiseaegsest teenindamisest. Tänu riiklikule plaanimajandusele valitses majandites pidev uute traktorite defitsiit ja tehased realiseerisid kogu oma toodangu ilma probleemideta juba tehase väravas.

Nõukogude aja EPT-de masinate remondi-tehniline baas oli orienteeritud peaaesjalikult kapitaalsete iseloomuga keerukamatele remonditöödele. Põllumajanduse reformimise käigus kadus ära traktorite kapitaalremont spetsiaalsetes remondiettevõtetes, sest tagavaraosade hinnad olid väga madalad ja Eesti Vabariigis olid nõukogude ajast suured tagavaraosade ja agregaatide varud, mis jäid inimeste kätte tasuta või sümboolse rahasumma eest. Spetsialiseeritud remondiettevõtted, mis olid lisaks hädas ka oma suurte üldkuludega, jäid tellijata ning olid sunnitud tegevuse lõpetama või profiili muutma.

Nüüdisajal läheb masinate korrashoid aina lihtsamaks kasutamise seisukohalt, kuid keerulisemaks ehituslikult ning nõuab üha uusi teadmisi ja oskusi. Tähtsaim muutus on traktorite kasutamisel diagnostika nihkumine esiplaanile. Tehnohooldust ja remonti tehakse vaid peale diagnostika poolt antud juhiseid, s.o diagnostika määrab masina tehnoseisundi ning tehtavate tehnohoolduse ja remonditööde vajaduse, aja ja mahu.

Töö eesmärk oli leida traktori töökindlust ja ressursi mõjutavad tegurid reaalses põllundustootmise tingimustes ning sellega tõsta põllumeeste konkurentsivõimet põllumajandussaaduste turul.

Eesmärgist tulenevalt püstitati ülesandeks uurida traktoripargi korrashoiu (diagnostika, tehnohoolduse ja remondi) tegelikke kuluseid.

## Materjal ja meetoodika

Masinate remondikõlblikkuse, remonditavuse näitajaks on keskmine tõrke kõrvaldamise aeg  $\bar{t}_{tk}$ . Keskmine tõrke tagajärgede kõrvaldamise aeg  $\bar{t}_{tk}$ , nii nagu töövältus tõrkeni ( $t$ ), määratakse masina töö jälgimise vaatlusandmete statistilise töövältuse teel (Михлин В. М., 1976; Ждановский Н. С., 1974; Черноиванов В. И., 2001).

$$\bar{t}_{tk} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad (1)$$

kus  $\bar{t}_{tk}$  – tõrke keskmine kõrvaldamisaeg;

$t_i$  –  $i$ -nda tõrke ( $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ) kõrvaldamisaeg;

$n$  – tõrgete arv.

Masinate remondikõlblikkuse (remonditavuse) hindamine  $\bar{t}_{tk}$  abil ei ava meile masina konstruktsiooni neid puudusi, mis põhjustasid madala töökindluse halva remondikõlblikkuse tõttu. Sellega seoses soovitas akadeemik A. Selivanov hinnata remondikõlblikkust remondikõlblikkuse teguriga  $R$ :

$$R = \frac{\Omega}{\Omega + \Omega_0}, \quad (2)$$

kus  $\Omega$  – tõrke tagajärgede likvideerimisega seotud vajalike tööde maht (koos remondiga);

$\Omega_0$  – tõrke tagajärgede likvideerimisega seotud täiendavate lisatööde (ballasti) maht.

Täiendavate lisatööde (ballasti) hulka arvab A. Selivanov tööd, mis on seotud masina osandamisega, puhastamisega, detailide sortimisega jne. Kui masin on hästi kohandatud remontamiseks, siis ballastitööde maht on viidud miinimumini ja järelikult masin omab kõrget

remondikõlblikkuse tegurit. Masinate hoiukõlblikkust on GOSNITI soovitanud hinnata erimaksumuse  $C_w$  ja eritöömahu  $W_{eri}$  kaudu. Need näitajad määratakse järgmistele sõltuvustega (Михлин В. М., 1976; Ждановский Н. С., 1974; Черноиванов В. И., 2003):

$$C_w = \frac{\sum C_M}{t_{hoid}}, \quad (3)$$

$$W_{eri} = \frac{\sum W_{hoid}}{t_{hoid}}, \quad (4)$$

kus  $C_w$  – masina hoiukõlblikkuse erimaksumus (krooni);  
 $C_m$  – summaarsed hoiukulud (krooni);  
 $W_{eri}$  – masina hoiukõlblikkuse eritöömahu;  
 $W_{hoid}$  – summaarne töömaht tundides masina kasutamisel ühe aasta jooksul;  
 $t_{hoid}$  – traktori töövältus ühe aasta jooksul.

Peale üksikute näitajate, mille abil iseloomustatakse põllumajandustehnika töökindlust, on kasutusel ka töökindluse kompleksnäitajad (Черноиванов В. И. et al., 2003). Tähtsamad neist on valmisolekutegur, tehnilise kasutamise tegur ja tehnohoolduse või remondi erisummaarne töömahukus (maksumus). Valmisolekuteguri all mõistetakse töönaosust, et objekt on töövõimeline suvalisel ajahetkel, välja arvatud planeeritud perioodid, mille kestel objekti sihipärasest kasutamist ei ole ette näha. Töökorralduse juures, kus tõrkunud masina remondiga alustatakse kohe pärast tõrget, valmisolekutegur  $K$  arvutatakse valemiga (Михлин В. М., 1976)

$$K = \frac{F(t)}{R + F(t)}, \quad (5)$$

kus  $F(t)$  – tõrketus;  
 $R$  – remondikõlblikkus.

Kuna valmisolekuteguri  $K$  arvutamisel kasutatakse tõrketuse  $F(t)$  ja remondikõlblikkuse  $R$  näitajaid, on see näitaja komplekshinnanguks nende kahele töökindluse omaduse näitajale.

Valmisolekutegur  $K$  määratakse põllumajandustehnika töö vaatlemise tulemuste alusel (Михлин В. М., 1976):

$$K = \frac{t_{sum}}{t_{sum} + t_{rem} + t_{hoole}}, \quad (6)$$

kus  $t_{sum}$  – kõigi vaatluse all olevate masinate summaarne tööaeg (puhas tööaeg);  
 $t_{rem}$  – summaarne seisakute aeg objektide kõikide plaaniliste ja mitteplaaniliste remontide tõttu;  
 $t_{hoole}$  – summaarne seisakute aeg objektide kõikide plaaniliste ja mitteplaaniliste tehnohoolduste tõttu.

$K$  arvutamisel vaatlustulemuste põhjal organisatsiooni- listel põhjustel tekkinud seisakute aega ei arvestata.

Tehnohoolduse või remondi erisummaarse töömahukuse (maksumus) all mõistetakse keskmise tehnohoolduse või remondi summaarse töömahukuse (maksumus) suhet objekti keskmise summaarsesse töövältusse määratud ajaperioodi kohta.

Töökulud ja traktoritöö omahind. Töökulude alla mõeldakse antud töö meetodika järgi traktoristi töötasu, remonditasu, varuosade (sh määrdeained ja õlid) ja kütusekulu maksumust traktori kohta. Töökulude hulka pole arvestatud põhivarade kulu. Otsekulud traktoritöödega tootmisprotsessi majanduslikuks kriteeriumiks on toodanguühiku omahind. Omahind koosneb toodanguühiku tootmisel tehtud otsestest ning kaudsetest kulutustest (üldtootmis- ja üldmajanduskuludest) (Möller, H., 1977).

Tehnika kasutamise majanduslikku külge iseloomustavad kõige vahetumalt toodanguühiku otsekulud.

Otsekulud mingi masinaga tehtaval tööoperatsioonil avalduvad järgmiselt (Möller, H., 1977):

$$O = O_a + O_{h,r} + O_k + O_p, \quad (7)$$

kus  $O_a$  – kulud amortisatsioonile, krooni;  
 $O_{h,r}$  – kulud tehnilisele hooldusele ja remondile, krooni;  
 $O_k$  – kulud kütusele ja määrdeainetele, krooni;  
 $O_p$  – kulud töötasule, krooni.

Mingi ajavahemiku vältel, näiteks aastas, töötab traktor erinevatel töödel. Otsekulud tinghale on järgmised (Möller, H., 1977):

$$O_t = \frac{\sum_{i=1}^{n_{t,i}} O_i}{\sum_{i=1}^{n_{r,i}} U_i \cdot \lambda_{n,i}}, \quad (8)$$

kus  $U$  – traktoriagregaadiga tehtud töö maht, ha;  
 $\lambda_h$  – tehtud töö mahu tinghektaritesse üleviimistegur.

Seose (8) abil saab võrrelda erinevate traktoriagregaatide (erineda võivad nii traktorite kui ka töomasinate margid) kasutamise majanduslikku otstarbekust antud töö (n<sub>t,i</sub> = 1), sama marki traktoritel töötavate traktoristide töö- ja majanduslikke tulemusi (tuleb mees pidada, et tulemused ei sõltu sageli mitte ainult traktoristist, vaid ka talle teha antud tööde liigist), erinevat marki traktorite töötulemuste majanduslikku külge.

Selleks, et traktoriagregaat töötaks, on vaja teha kütusele selle töökorras hoidmiseks ( $O_a$ ,  $O_{h,r}$ ), varustamiseks kütuse ja määrdeainetega ( $O_k$ ) ning elavtöõjõuga ( $O_p$ ).

Käesoleva uurimuse aluseks on kvalitatiivne lähene- mine uuritavale probleemile. Kvalitatiivne lähene-

mine võimaldab kasutada erinevaid tõendusmaterjale paralleelselt – dokumente, intervjuusid jt. Uurimuse erinevates etappides kasutati samuti kvantitatiivseid uurimis- ja analüüsimeetodeid, kuid eelkõige iseloomustab siiski kvalitatiivne lähenemine, mis tähendab, et empiirilistest materjalidest järelduste tegemisel ei kasutata arvulisi näitajaid peamiste argumentidena. Tegemist on pigem kirjeldusega, millised on masinate korrashoiu arendamist mõjutavad tegurid ning mis suunas peaks edasine arendamine toimuma.

Kvantitatiivsed uurimismeetodid on sellised, milles uuritavaid muutujaid on võimalik arvuliselt mõõta ja statistiliselt analüüsida. Neid iseloomustab võime koguda ja analüüsida suuri andmemassiive. See eeldab täpselt konstrueeritud valimit, kindlat reeglistikku muutujate mõõtmiseks ja analüüsimiseks. Kvantitatiivseid meetodeid kasutatakse eelkõige uuritava probleemi või nähtuse kirjeldamisel, vähem seletamisel. Positiivne selle meetodi juures on see, et on objektiivne, suurt hulka hõlmav, kindel ja lihtne analüüsimeetod tuntud nähtuste mõõtmiseks; puuduseks on, et see kirjeldab formaalselt, info hajusus, keerukas ja kallis andmete kogumine ja edasine töötlemine. Siia alla kuulub küsitlus (ankeet).

Kvalitatiivseid uurimismeetodeid kasutatakse peamiselt uuritava probleemi või nähtuse seletamisel, tekkepõhjuste väljaselgitamisel, ka võimalike edasiste arengute prognoosimisel. Kvalitatiivsed meetodid on näiteks struktureerimata intervjuu (vabas vestluses püütakse avada uuritava probleemi erinevaid tahke ja leida seoseid teiste nähtustega). Positiivne nende meetodite juures on see, et need seletavad komplekselt, näitavad sisemisi seoseid, on odavad, nõuavad vähe aega, on efektiivsed tundmatute nähtuste uurimiseks; negatiivne külg on neis subjektiivsus, andmete väike hulk ning keerukas ja aega ning kogemusi nõudev andmeanalüüs. Siia kuuluvad vaatlus, küsitlus (intervjuu) (Graf, E., 1997; Hess, B., 2000; Aimre, I., 2001; Bruce, S., 2002).

#### *Meetodid rühmitati*

- 1) kasutamistotstarbe järgi andmekogumismeetodid (ankeet, vaatlus, eksperiment);
- 2) andmetöötlusmeetodid (keskmiste arvutamine, usaldusväärsus, korrelatsioonid, variatsioonid jms);
- 3) tulemuste tõlgendamise meetodid (võrdlemine, reastamine, analüüs, süntees, üldistamine);
- 4) tulemuste esitamise meetodid (suuline, kirjalik, tabel, diagramm, joonis, valemid jms);
- 5) empiirilised ja teoreetilised meetodid (loogiline arutelu) (kogemuslikud katsed, vaatlused, dokumendi-analüüs, eksperiment).

Käesolevas töös kasutatakse kolme uurimuse materjale. Esimene, 2006. aasta küsitlus, mille ekspertideks olid ettevõtete tehnikajuhid, koostati ankeet, mis sisaldas 68 küsimust, üle 200 tunnusega. Ettevõtete valimisel võeti arvesse eelnenud aasta majandustulemused. Esialgne valim moodustati 160 ettevõtte põhjal, milledest lõplikusse statistilisse töötlusse jäi neid 51. Väljalangemise

põhjused olid väga erinevad, näiteks ei peeta arvestust eraldi kulude kaupa, ettevõtet ei eksisteerinud enam, ei soovitud informatsiooni jagada jne. Valimis on suured ettevõtted formaalselt küll väikseima osakaaluga, moodustades ka proportsionaalselt väikseima grupi ettevõtete arvestuses. Samas on suured ettevõtted olulised põllumajandustoodangu tootmise mahtude mõjutajad, mistõttu uurimuse kokkuvõttena valminud analüüsis on suurte ettevõtete tulevikuprognosidele ja traktorite korrashoiule pööratud teiste suurusgruppidega võrreldes rohkem tähelepanu.

Ankeetküsitluse korraldamiseks käidi Kesk- ning Lõuna Eestis, posti teel laekus kirju üle kogu Eesti. Küsitleti sealhulgas kümnet Eesti Vabariigi kõige suurema käibega ettevõtet.

Uurimistöö andmed koguti 2006. aasta kevadel. Uurimuses osalenud ettevõtete traktorite arvud on toodud joonisel 1.

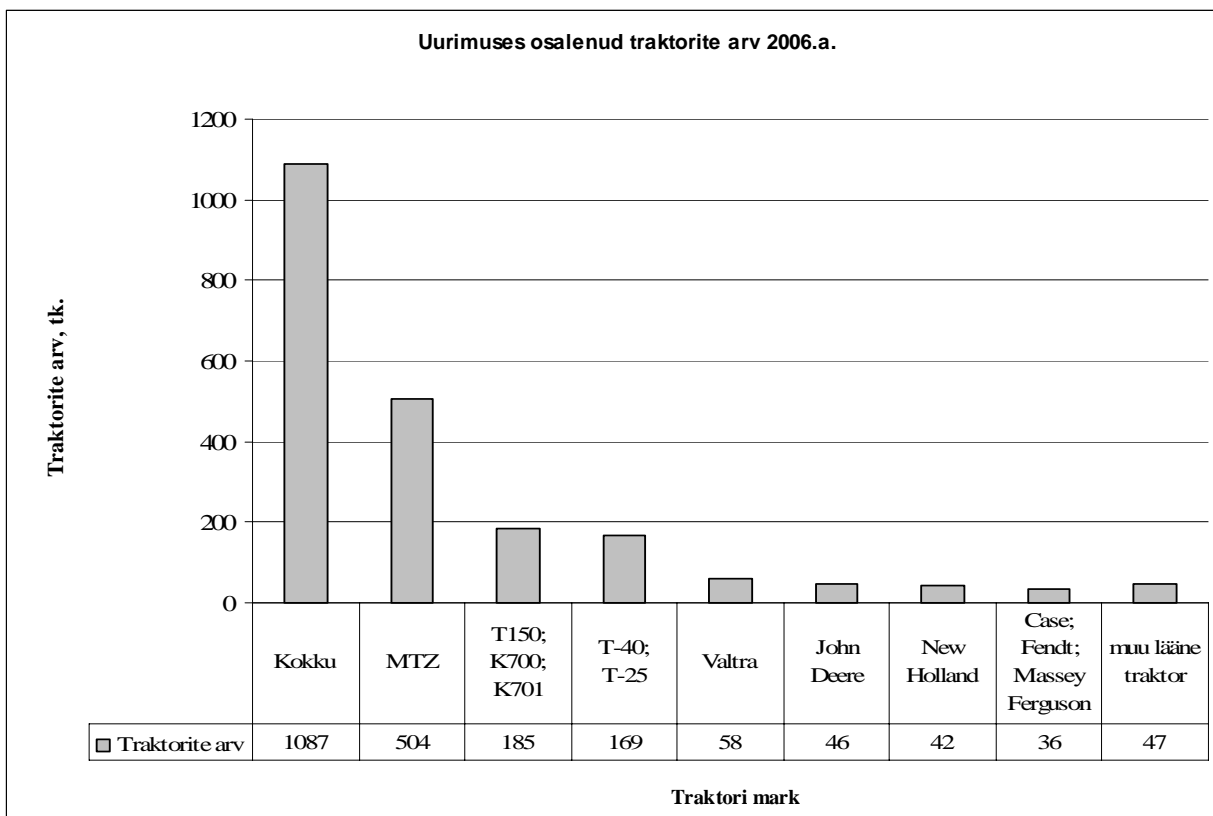
Kõik eksperdid, kellega intervjuude käigus kohtuti, olid pika staažiga (10–25 aastat) traktorite kasutamise, sh korrashoiu valdkonnas töötanud isikud, kes olid valdavalt kõrgharidusega. Kõikide ekspertide arvamused olid väga suure kaaluga. Valdav enamus olid töötanud nõukogude ajal kolhoosides ja sovhoosides peainseneride ja mehhaanikutena. Seepärast oskasid nad anda hinnangut toimunud muutustele ja ümberkorraldustele, mis on toimunud riigi iseseisvusajal nõukogude ajaga võrreldes.

Eksperimentaalmaterjali koguti kõige rohkem raamatupidamises olevatest andmebaasidest ettevõtte tehnikajuhi vahendusel. Enamus andmeid saadi ettevõtte raamatupidamise allüksustest vahetu suhtlemise teel, seega võib kindel olla nende andmete õigsuses ning usaldusvääruses.

Teine uurimus, mille tulemusi kasutati, viidi läbi 2009. a kevadel ja oli 2006. a ekspertküsitluse sarnase ankeediga kordusuurimus. Põhiline erinevus kahe uurimuse vahel seisnes selles, et 2009. a kasutati küsitluses ainult intervjuu vormi, ning intervjuueriti 20 suurema põllumajandusettevõtte tehnikajuhti ning lisaks saadi andmeid traktorite korrashoiu kulude kohta.

Kolmas uurimus, mis viidi läbi 2009. a, haaras süvenevalt aastate 2004–2008 jooksul ettevõtete valimist välja selekteerunud kuue usaldusliku, läbipaistva ja täpsema traktorite korrashoiukulude arvepidamisega põllumajanduse suurettevõtet. Sellisel meetodil leiti 463 traktori korrashoiu andmed viimase viie aasta kohta (2004–2008). Kõige rohkem esines meie valimis MTZ-tüüpi traktoreid, mille arv oli 232, teise grupi arvukuse poolest moodustasid nn suured tehniliselt vanad traktorid T-150K, K 700 ja K 701, mida esines 62 korral.

Töös jaotati traktorite mootorite võimsused empiiriliselt järgmistesse gruppidesse: 1) kuni 59 kW, 2) 60–80 kW, 3) 81–120 kW, 4) 121–160 kW, 5) 161–200 kW, 6) üle 200 kW. Konfidentsiaalsuse tagamise huvides asendati ettevõtete nimetused suurte tähtedega, näiteks baasettevõtte A; B; C; D; E; F. Kõiki kuut nimetati uurimustulemustes baasettevõteteks.



**Joonis 1.** Uurimuses osalenud ettevõtete traktorite arv (2006. a uurimus)  
**Figure 1.** Number of tractors in researched enterprises (investigation in 2006)

Varuosade kulutuste kohta sai informatiivse pildi, kui kulusid uuriti tinghektari kohta. Ettevõttes "C" leiti tinghektar, jagades vahetuse norm tegeliku töö mahuga ja korrutades ümberarvestuse teguriga. Ümberarvestuse tegurid olid T-150K ja John Deere'l 11,8; K701-l oli 18,9 ja MTZ-l oli 5. Tinghektar vastab ühe hektari kündmisele, kui künnisügavus oli 21 cm, eritakistus 0,05 N/mm<sup>2</sup>, töökiirus 5 km/h, mulla niiskus 20–22%, künnitee pikkus 800 m, põld oli riskülikukujuline, kivide ja muude takistusteta, liikumistee kalle enamalt 1° ning põllu kõrgus merepinnast kõige rohkem 200 m.

## Tulemused

2006. a tulemustest selgus, et 71%-l ettevõtetest oli alla 20 traktori. Nendest oli 40%-l kuni kolm nüüdisaegset traktorit ja 38%-l 4–7 nüüdisaegset traktorit. Iga aasta asendatake järk-järguline vanu traktoreid nüüdisaegsete traktoritega. Levinuimad traktorimargid olid New Holland, John Deere ja Valtra. Kui siia juurde arvata ka veel traktor MTZ, mis oli veel turule jäänud endisest ajast, siis võib öelda, et need neli traktorimarki teevad ära põhilise põllumajandustöö Eesti Vabariigis.

Seisuga 01.03.2009 koosnes Eesti Vabariigi traktoripark 82% tehniliselt vanadest ja 18% nüüdisaegsetest

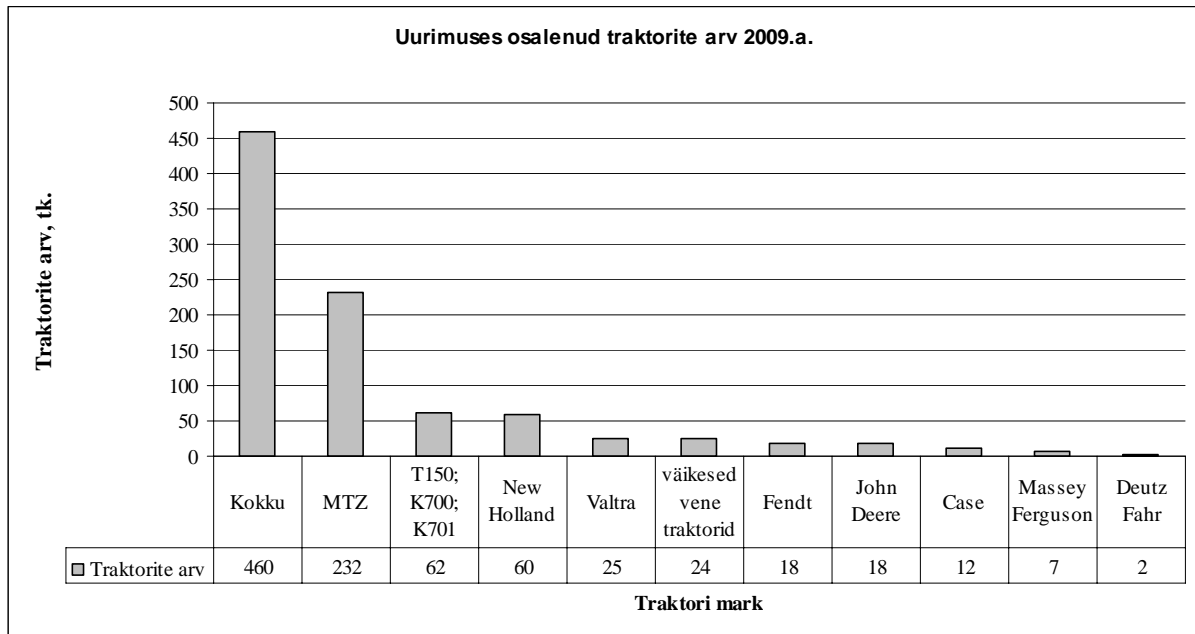
traktoritest. Uute traktorite osa traktorite koguarvust oli väga väike. Uusi traktoreid oli viimasel viiel aastal ostetud vaid kuni 3,8% aastas kõikidest ARK-i registri järgi aktiivses kasutuses olevatest traktoritest.

Traktorimarkidest kõige levinum oli Minski traktoritehases valmistatav MTZ, mis 7128 traktoriga moodustab 42% traktorite koguarvust. Levikult järgmised traktorimargid oli väike vaheltharimistraktor T-25 ja kergklassi traktor T-40, mida oli ARK-s arvel kokku 4784 tk. Nüüdisaegsete traktorimarkide liider oli Valtra, kokku 878 traktoriga. Müüginumbrites konkureerivad omavahel vahelduva eduga veel John Deere ja MF, mida oli ARK registreeritud kokku vastavalt 652 ja 298 traktorit. Kõiki ülejäänud nüüdisaegseid traktorimärke oli registreeritud alla 100 tk. Oli kadumas traktor K 700/701. Sama saatus ootab ilmselt ka teist suurtraktorit T-150K. Käesoleval ajal töötab neid meie põldudel veel täiesti arvestatav kogus – 2007 traktorit.

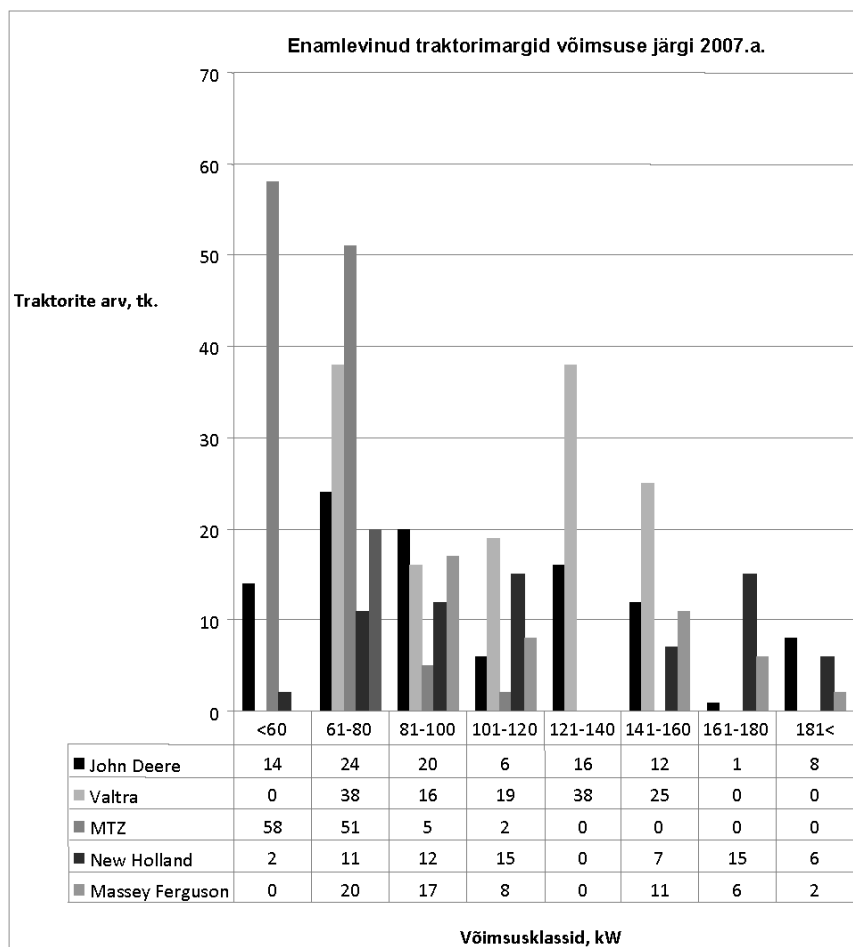
Eesti põldudel ja farmides töötavad vanad traktorid. Alla kümne aasta vanuseid traktoreid oli vaid 11,4%. Optimaalseks traktori kasutuseaks loetakse kuni 12 aastat.

Väga vanu traktoreid, mille vanus oli üle 20 aasta, oli 8352, s.o ligikaudu 51,5%. Selliste traktoritega töötades oli halva hoolduse puhul kogu aeg oht, et tekib mingi ootamatu tõrge ja just kõige kiiremal ajal jääb töö pooleli.





**Joonis 2.** Kuue baasilise ettevõtte traktoripargi koosseis markide kaupa (2009. a uurimus)  
**Figure 2.** Brand composition of tractor parks in 6 researched basic enterprises (investigation 2009)

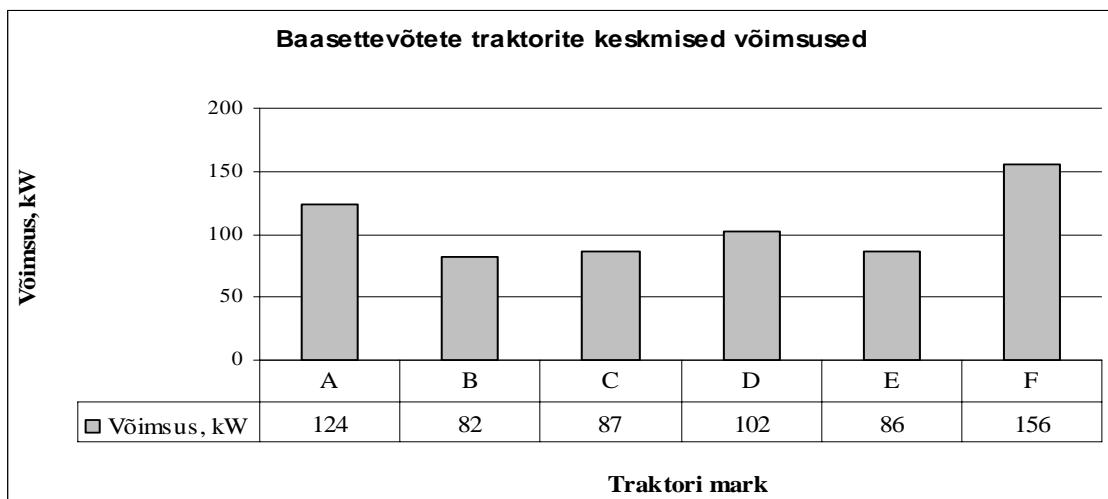


**Joonis 3.** Enam levinud traktorifirmade traktorite jagunemine võimsuse järgi, tk  
**Figure 3.** Distribution of most popular tractor brands by power

Nüüdisaegse põllumajandustehnika ja tehnoloogia kasutuselevõtt on tinginud muutusi traktori võimsusklassi valikus. Nii on põllutööriistade võimsusvajadus teinud enam ostetavaks võimsusklassiks 140–165 hj traktorid. Nüüdisaegsed kõrgtootlikud masinad teevad 6–8 vana MTZ-tüüpi traktori töö. Tööjõu sääst 5–7 inimest. Tootlikemate haakeseadmete kasutamine nõuab juba 160–170 hj traktoreid. 51% ettevõtetest peeti optimaalsemaks veojõuklassiks 160 hj. 35% juhtudel arvati, et sobivaimaks veojõuklassiks võiks olla 190 hj. Uue, võimsama traktori ostmisel tuleb arvestada sobivate põllutöömasinate

olemasoluga või kui neid ei ole ja tuleb osta uued põllutööriistad, siis peab arvestama, et kulub veel vähemalt kolmekordne traktori hind (Klaus, A., 2006).

Kuna nüüdisaegne traktor soetatakse sageli võimsam kui eelmised, siis meid huvitas, milline on traktoripargi võimsuse seis (kW) tegelikult ja milline ta võiks olla. Enam levinud firmade traktorite jagunemine võimsuse järgi Eesti Vabariigis 2007. aastal on toodud joonisel 3 (algandmetel). Baasettevõtete kõigi traktorite keskmine võimsus kW ettevõtete kaupa on toodud joonisel 4.



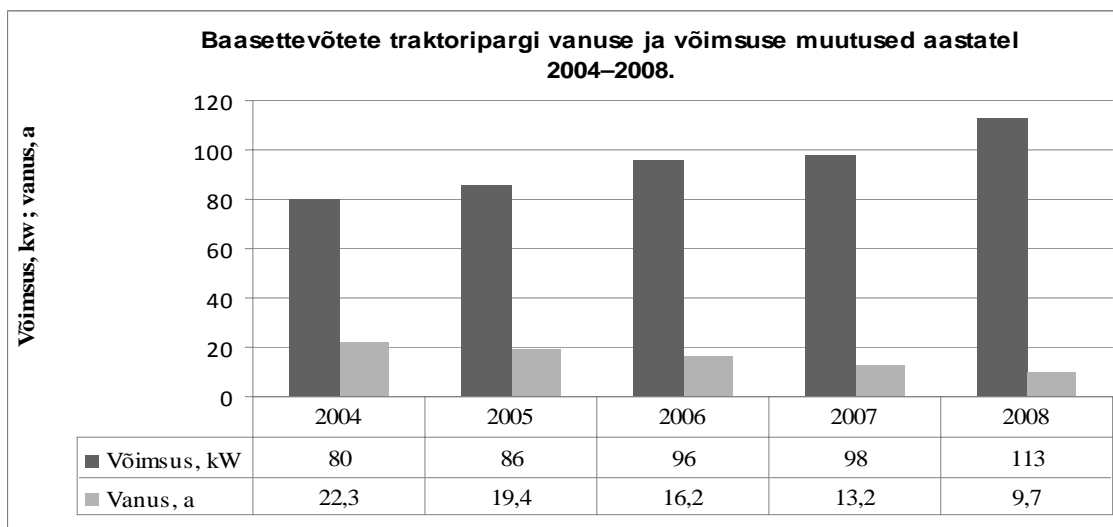
**Joonis 4.** Baasettevõtete traktoriparkide keskmised võimsused, kW

**Figure 4.** Mean power kW of tractors in basic enterprises

Traktorite keskmine vanus ja võimsus on viimase 5 aasta jooksul baasettevõtetes muutunud nii: traktorite keskmine vanus oli vähenenud 22,3-lt kuni 9,7 aastani (uuenemine 43%) ning vanu traktoreid oli vähem ja

võimsus 5 aasta jooksul suurenes 80 kW juurest 113 kW-ni (võimsuse kasv 30%).

Viimase 5 aasta jooksul traktorite keskmine vanus alanes ja võimsus suurenes (joonis 5).

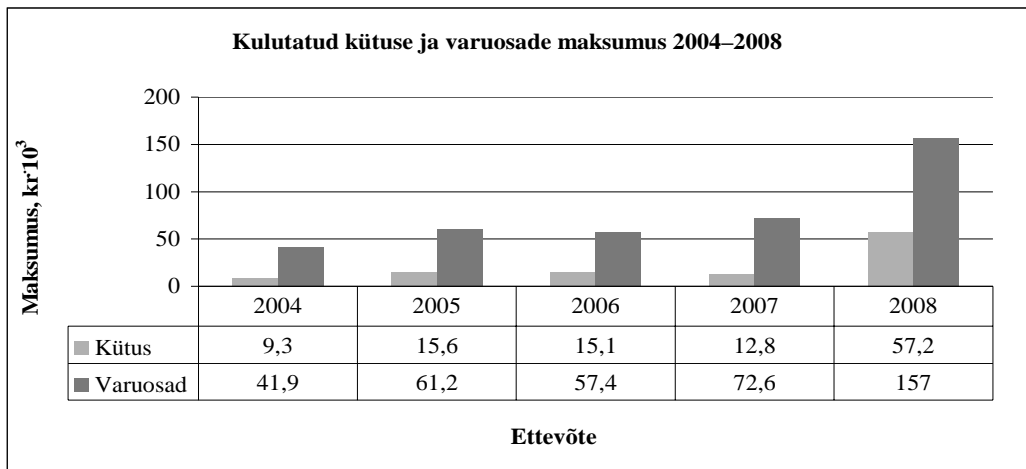


**Joonis 5.** Traktorite keskmise vanuse ja võimsuse muutused 5 aasta jooksul

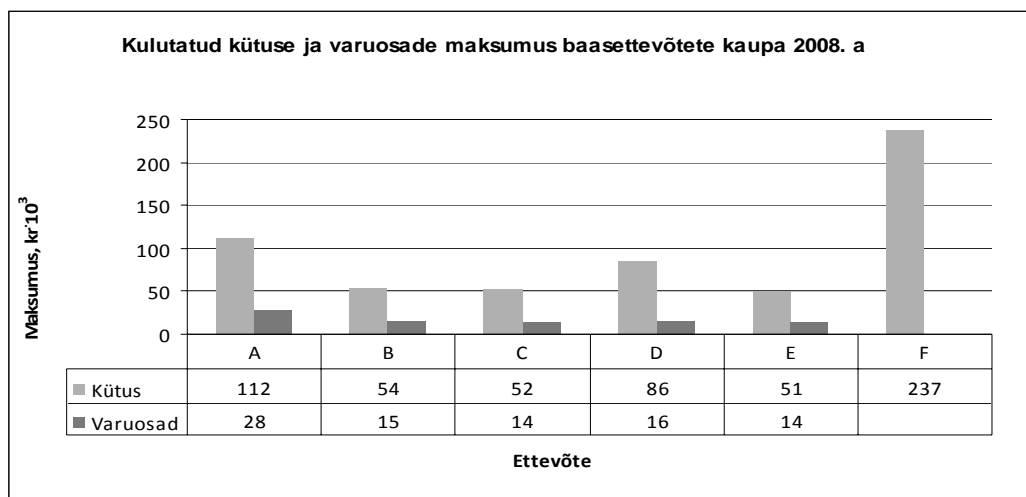
**Figure 5.** Average age and power of tractors during 5 years

Kulutatud kütuse ja varuosade maksumuse muutused viie aasta jooksul (baasettevõtete aasta keskmised) on toodud joonisel 6. Näeme, et 2004–2007. a on kütuse ja varuosade hinnad suhteliselt stabiilsed ja 2008. a on kütus

kallinenud 12 800 krooni pealt 57 200 krooni peale, s.o 346%, ja varuosadel 72 600 kroonilt 157 000 kroonile, s.o 116,2 %. Joonisel 7 on välja toodud tarbitud kütuse ja varuosade maksumus baasettevõtete kaupa.



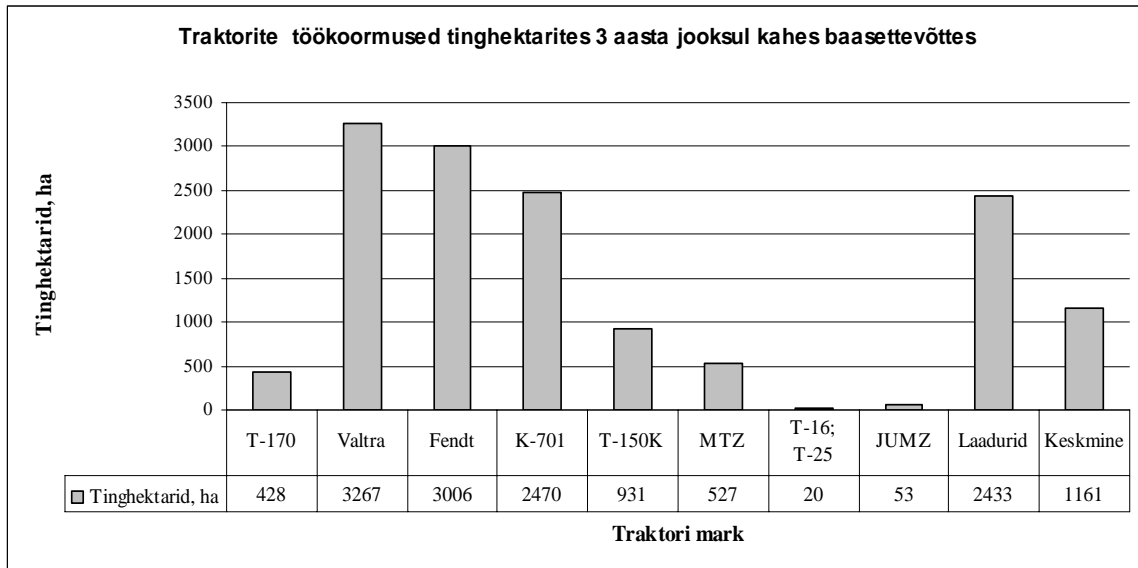
**Joonis 6.** Kulutatud kütuse ja varuosa maksumus 5 aasta jooksul,  $\text{kr} \cdot 10^3$   
**Figure 6.** Cost of fuel and spare parts during 5 years,  $\text{EEK} \cdot 10^3$



**Joonis 7.** Kuue baasettevõtte traktoriparkide keskmine kulutatud kütus ja varuosade maksumus 2008. a,  $\text{kr} \cdot 10^3$   
**Figure 7.** Cost of fuel and spare parts in 2008 years,  $\text{EEK} \cdot 10^3$

Kahes ettevõttes uuriti eri traktorimarkide summaarseid töömahtusid tinghektarites. Joonisel 8 on kujutatud töötatud tinghektarid aastas 3 aasta jooksul sõltuvalt traktorimargist. On näha, et kõige suuremad töömahud olid Valtra traktoritel – 3266 tingha, teiseks olid Fendt traktorid 3006 tingha ja kolmandal kohal olid K-701 2470 tingha aastas. Eelmainitud traktorimargid olid ettevõttes võimsuselt esimesed ja nendega tehti mahukamad ja raskemad tööd. Valtra traktor tegi aastas 6,2 korda rohkem tööd kui MTZ. Kasutades ühte Valtra traktorit, võiks koondada 5 MTZ traktoril töötavat traktoristi, ja kui arvestada, et üldjuhul viie traktoriga on tehnilisi probleeme rohkem kui ühega, siis sellest tulevalt on kasu veelgi suurem.

Ettevõttes “C” uuriti erinevat marki traktorite keskmisi töökoormusi 3 aasta jooksul. Selgus, et Valtra traktorid töötavad keskmiselt 1900 töötundi aastas. Samuti on Fendti traktorite töökoormus kõrge, umbes 1800 töötundi juures. Keskmiselt tuleb ettevõttes traktori kohta 770 töötundi aastas. Uuriti traktorite varuosakulusid sõltuvalt aastast, margist ja varuosa hinnast. Varuosade alla kuuluvad käesoleva uurimuse meetodika alusel ka õlid ja määrdeained. Varuosade kulu oli otseselt varuosade, määrdeainete ja õlide maksumus. Ühe haritava põllumaa hektari kohta oli aastas keskmiselt varuosade kulu 156 krooni.

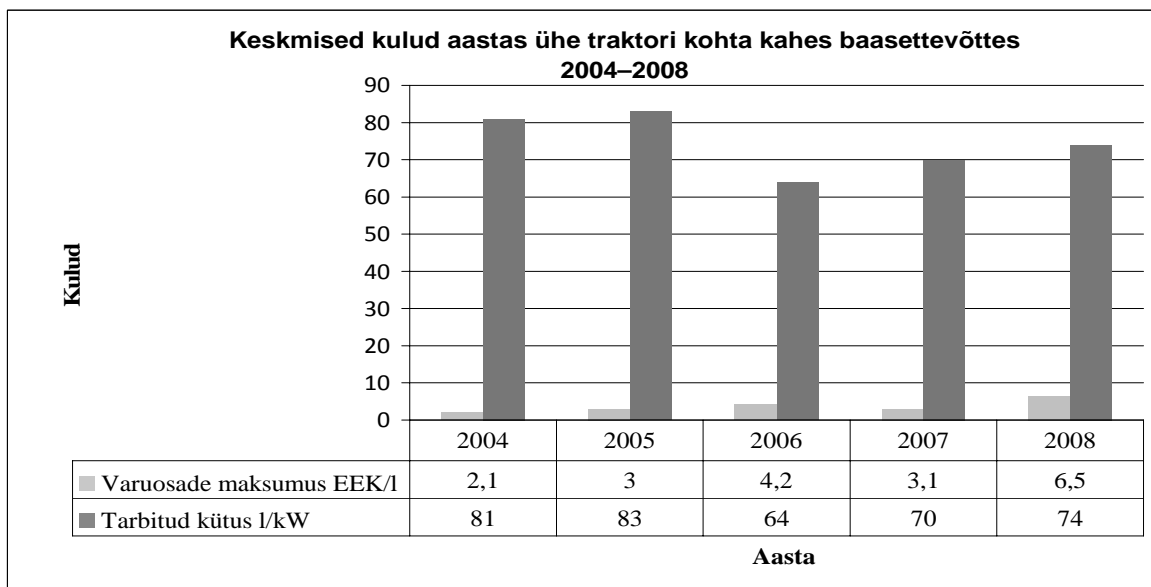


**Joonis 8.** Traktorite töökoormused tinghektarites 3 aasta jooksul

**Figure 8.** Average amount of conditional hectares worked out by different tractor brands during 3 years

Edasi uuriti kütusekulu liitrites tinghektari kohta 3 aasta jooksul kahes baasettevõttes sõltuvalt traktori margist (joonis 9). Arvutati järgmiselt: kogu traktori margile kulunud kütus jagati samade traktorite tinghektaritega. Kõige suurem kütusekulu oli traktoril Fendt, keskmine

86,2 l tingha<sup>-1</sup>. MTZ traktoril oli keskmine kütusekulu 68,9 l tingha<sup>-1</sup>, kuid Valmet/Valtra traktoritel ainult 63 l tingha<sup>-1</sup>, see on isegi alla masinapargi üldise keskmise (65,4 l tingha<sup>-1</sup>).

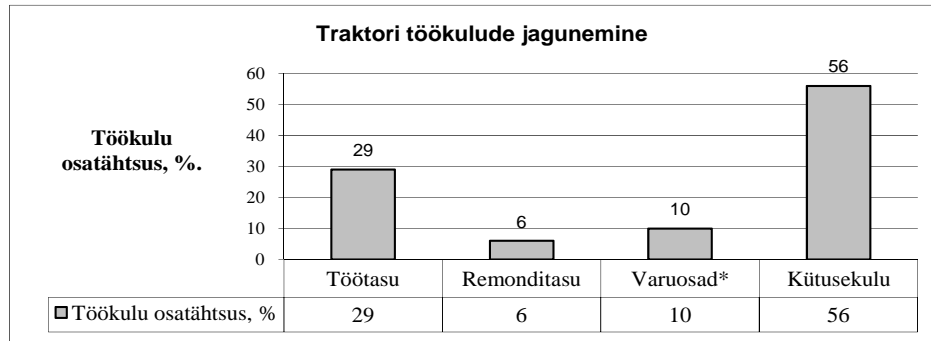


**Joonis 9.** Keskised kulud aastas ühe traktori kohta kahes baasettevõttes 2004–2008

**Figure 9.** Average costs per tractor in 6 researched basic enterprises in 2004–2008

Ettevõttes “F” uuriti traktoripargi töökulusid 3 aasta jooksul. Töötasu esitati metoodika järgi, traktoristi väljateenitud palk tehtud töötundide eest. Remonditasu tuuakse välja eraldi reana ning ei kajastu antud uurimuse vaadeldud töötasus. Töökulude jagunemine on

toodud joonisel 10. Traktori töökuludest kõige suurema osa moodustas kütusekulu 56%, palgale kulub ligi 30%, varuosadele, määrdeainetele, õlile ja remonditasule kulub kokku 16% kogu traktorite töökuludest.



**Joonis 10.** Traktori töökulude jagunemine (varuosade\* hulka kuuluvad varuosad, õlid ja määrdeained)  
**Figure 10.** Distribution of tractor labour costs (spare parts\* – spare parts, oils and lubricants)

Jooniselt 10 nähtub, et varuosade kulu osatähtsus traktori töökulude hulgas võrreldes kütusekuluga on suhteliselt väike. See viitab kasutusele võetud uue tehnika heale kvaliteedile. Seletamatult suur oli töötasu kulu osa (29%) kõigist traktori töökuludest. Inimtööjõu pealt kokku hoidmine annab kiiret majanduslikku kasu.

## Kokkuvõte

Töös on esmakordselt toodud masinate kasutamine erikulud: varuosade kulu kulutatud kütuse ühe liitri kohta ( $\text{kr l}^{-1}$ ), varuosade kulu mootori võimsuse ühe ühiku ( $\text{kr kW}^{-1}$ ) kohta, tarbitud kütus ühe ühiku mootori võimsuse kohta ( $\text{l kW}^{-1}$ ). Arvestuslikult on traktorite korrashoiukulu  $314 \text{ kr ha}^{-1}$ , haritava maa kohta.

Arvutuslik kütuse erikulu 2007. aastal oli  $95 \text{ l ha}^{-1}$  ja 100 krooni tarbitud kütuse koguse kohta lisandub 43 krooni korrashoiukulud.

Leitud korrashoiu ja kütusekulu näitajad on usaldusväärsed ühe põllumajandusettevõtte tegelikud kulud. Masinate korrashoiuga tegelejatele on see väga hinna-

line orientiir oma tööde planeerimisel ja korraldamisel. Esmakordselt on leitud seos nüüdisaegsete traktorite tehtud töö (kulutatud kütus) ja korrashoiukulude vahel. Saame võrrelda neid näitajaid tehniliselt vanade traktorite samasuguste näitajatega.

Eesti Vabariigi valitsusel tuleb lõpetada põllumees-tele kõige kallima, katse- ja eksitusmeetodil uue tehnika ja tehnoloogia valimise (juurutamise) süsteem. Olu-korda, kus puuduliku info tõttu korraga, ühel ajal riigi eri punktides erinevad põllumehed veenduvad, et mingit uut ja müügifirma poolt rohkelt reklaamitud masinat või tehnoloogiat pole võimalik või mõistlik meie tingimustes kasutada, ei saa pidada normaalseks. Tuleb taastada Eesti Vabariigis 1937. aastal kehtestatud Eesti põllutöömasinate ja -riistade kontrolli seadus. Lisame siia juurde, et kõik ebaõnnestunud katsetused maksab kinni lõpuks tarbija, sest kõik kulud, mida põllumees teeb, lõpevad raamatupidamises real „tootmiskulud” ning lisatakse toodangu omahinnale. Riiklik kontroll hoiab meie põllumajandustoodangu turul konkurentsivõimelisena ja tehtavad lisakulud teenivad end ruttu tagasi. Sellega me vabastaksime põllumehetülikast eksperimenteerimisest ning laseksime tegelda põhitööga.

## Kasutatud kirjandus

- Aimre I. 2001. Sotsioloogia. Sisekaitseakadeemia, Tallinn, 302 lk.
- Bruce, S., (inglise keelest tõlkinud Drevs, M.) 2002. Sotsioloogia. Kupar, Tallinn, 123 lk.
- Буклагин Д. С. и др. 2003. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. – М.: ФГМУ “Росинформагротех”, 604 с.
- Eesti Inseneride ühingu, Eesti keemikute seltsi ja Insenerikoja häälekandja. Tehnika, 1940, nr 1.
- Eesti maaelu arengustrateegia 2007–2013 (seisuga 07.10.05. a) 2004. Põllumajandusministeerium, Tallinn, 87 lk.
- Eesti Põllumajandus XX sajandil. I köide, Ülevaade Eesti põllumajanduse ajaloost omariikluse eel ja ajal: aastad 1900–1940. 2006. Põllumajandusministeerium, Tallinn, 394 lk.
- Ждановский, Н. С., Николаенко, А. В. 1974. Надёжность автотракторных двигателей. – Л.: Колос, 223 с.
- Graf, E.-M., Paul, M. 1997. Üldsotsioloogia. Tallinn, 320 lk.
- Hess, B. B., Markson, E. W., Stein P. J. (inglise keelest tõlkinud Soontak, J., Müürsepp, M.) 2000. Sotsioloogia. Külim, Tallinn, 316 lk.
- Klaus, A. 2006. Põllumajandustootmine koondub suurmajapidamistesse. Statistikaamet, 1 lk. Eesti Põllumajandusministeeriumi kodulehekülj, [www.agri.ee/mas](http://www.agri.ee/mas) (03.07.06).
- Михлин, В. М. 1976. Прогнозирование технического состояния машин. – М.: Колос, 288 с.

- Möller, H. 1977. Traktorite ekspluatsiooni ökonomika. Valgus, Tallinn, 131 lk.
- Николаенко, А. В. 1984. Теория, конструкция и расчёт автотракторных двигателей. – М.: Колос, 335 с.
- Ojamaa, V. Eesti Talu (rahvuslik põllumajanduse ajakiri). 1937. Põllutöökoda, Tallinn.
- Черноиванов, В. И., Северный, А. Э., Бледных, В. В. и др. 2003. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие/Под ред. В. И. Черноива-нова. – Москва-Челябинск: ГОСНИТИ. ЧГАУ, 992 с.
- Черноиванов, В. И. (руководитель), Северный, А. Э., Пильщиков, Л. М. 2001. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Россельхозакадемия. – М.: ГОСНИТИ, 168 с.
- Черноиванов, В. И., Северный, А. Э., Халфин, М. А. и др. 2001. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. – М.: ФГМУ “Рос-информагротех”. – Ч. 1, 360 с.

## Monetary indicators of tractor maintenance costs

J.Olt, R.Värnik, Ü.Traat, M.Nikopensus

### Summary

For the first time a relation between the work done by the new tractors and their maintenance costs has been found. It is estimated that for every hectare of cultivated land a tractor needs 314 EEK for maintenance.

Estimated fuel consumption for tractors is 95 l per cultivated hectare. For every 100 EEK of consumed fuel we should add 43 EEK for maintenance.

The maintenance and fuel consumption indices found are reliable real costs of an agricultural enterprise and a valuable source of information for those involved in machinery maintenance.

The Government of the Republic of Estonia should consider the reestablishment of the 1937 Law of agricultural machinery and implements control to exclude the expensive cut-and-try method when choosing and introducing new intricate machinery and technologies.

# EESTIS KASVATATAVATE VUTIBROILERITE LIHAJÕUDLUS JA LIHA KEEMILINE KOOSTIS

H. Tikk<sup>1</sup>, A. Lember<sup>1</sup>, A. Karus<sup>1</sup>, V. Tikk<sup>2</sup>, M. Piirsalu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, <sup>2</sup>Eesti Linnukasvatavate Selts

**ABSTRACT.** *Meat performance and meat chemical composition of quail broilers in Estonia. In the poultry world, production of the quail meat is yet quite negligible and not regularly consumed product compared to broiler chickens. Quail eggs are more widely known and popular. China, Spain, France, Italy and the US are the largest producers of quail meat in the world. In Estonia quails have been raised since 1976. In 1987 the first egg-meat type quail breed – Estonian Quail was recognised. At the present the main production performance data of Estonian Quail broilers at the age of 42 days are: live weight 230 g and 180 g, feed conversion 3.51 and 3.59 kg/kg, slaughter yield 71 and 72%, for females and males, respectively. The meat performance data and meat chemical composition of three different quail populations raised in Estonia are presented in this paper. The mineral content in meat of Estonian Quails was estimated and compared with the literature data.*

**Keywords:** *Estonian Quail, quail meat, quails' meat performance, quail meat chemical composition*

## Sissejuhatus

Vutiliha tootmine on viimase 10–15 aasta kestel koos vutimunade tootmisega maailmas saanud arvestatavaks linnukasvatuse haruks. Eriti kiire on vutiliha tootmise kasv käesoleval sajandil. Aastatel 2006–2007 oli maailmas linnuliha toodang ligikaudu 81 milj t (Evans, 2008), vutilihatoodangu arvatah maht samal ajal 250 000 t (da Cunha, 2009) ehk umbes 0,3% kogu linnulihatoodangust.

Suurim vutiliha tootja maailmas on Hiina (2007. a 190 000 t), kus toodetakse kolmveerand kogu vutilihast. Euroopas on selles vallas esirinnas Hispaania (veidi üle 9000 t) ja Prantsusmaa (> 8000 t).

Vutibroileriliha tarbimise populariseerimisele on tunduvalt kaasa aidanud vuttide liha suur proteiini- ja väike rasvasisaldus. Vuttide rasvas (lipiidides) on rohkem polüküllastumata rasvhappeid (eriti  $\omega$ -3-rasvhappeid), mineraalainetest palju fosforit, rauda, tsinki ja

seleeni. Vitamiinidest on lihas suhteliselt palju B<sub>5</sub>- ja B<sub>6</sub>-vitamiini (Minvielle, 2004).

Eestis hakati vutibroilerite lihaomadusi uurima samal ajal, kui tunnustati 1987. a eesti vutitõg. Seda tingis esialgu asjaolu, et tol ajal põhitoodanguks – munade tootmiseks – tuli noorvutid nagu praegugi sugupoole eristamiseks kasvatada vähemalt kolmenädalaseks. Enamiku isasvuttide realiseerimiseks tuli leida tehnoloogia nende kasutamiseks lihalindudena, sest 21-päevaseks oli neile tehtud rohkem kui pool vutibroilerite üleskasvatamiseks tehtud kulutustest (haudemuna, hautamine, vutitubude kasvatamisega seotud kulutused).

Esimesed uurimistulemused eesti vuti broilerite keha anatoomilise ja lihakeha morfoloogilise koostise kohta esitatakse tabelis 1.

Tabelist 1 nähtub, et tooleaegsed 42-päevased eesti vuti broilerid olid küllalt tagasihoidliku kehamassiga, emased 168, isased 136 g. Nende lihakehad kaalusid vastavalt 102 ja 91 g. 35-päevaste vutibroilerite vastavad näitajad olid aga praktiliselt 42-päevaste lindudega võrdsed, mis näitas, et viimase elunädala kestel oli kasv aeglustunud. Tapasaagised mõlemas vanuses olid kõrged, v.a 42-päevastel emaslindudel. Nende 60,6%-lise tapasaagise tingis juba väljaarenenud suguelundite suur mass. Tabelis 1 esitatud vutibroilerite lihakehad osutsid aga töötlemisel väikesteks – suitsutamisel või praadimisel saadi ainult 70–80 grammilised portsjonid. Lihakeha teiste näitajate kõrval osutus liha madal kalorsus vast kõige positiivsemaks.

Möödunud sajandi lõpuaastail, kui vutikasvatuse madalseis Eestis hakkas taanduma, osutus vajalikuks eesti vuttide produktiivomaduste säilitamiseks ja parandamiseks kasutada sisestavat ristamist Eestis olemasolevate Prantsuse päritoluga vaarao lihavuttidega.

Ristamise tulemustest annab ülevaate tabel 2.

Eesti vuttide kehamass suurenes sisestava ristamise ja sellele järgnenud seleksioonitöö tagajärjel 42-päevastel emasvutibroileritel 18% ja isasvutibroileritel 22,3%. 42-päevased eesti ristanadvuti broilerid jäid liha jõudluselt küll tunduvalt maha vaarao lihavuttidest, kuid võrreldes eesti vuttidega olid nende lihakehad suuremad, mis lubasid neid tarbijale soovitud suunas töödelda ja olid seega meelsamini vastuvõetavad.

**Tabel 1.** Eesti vuti broilerite keha (% kehamassist) ja lihakeha (% lihakehast) morfoloogiline koostis ning liha kalorsus (V. Tikk jt, 1989)**Table 1.** The morphological composition of body (% of body mass), carcass (% of carcass) and caloric content of Estonian Quail broilers meat (V. Tikk et al., 1989)

Näitajad Items	35-päevased / 35-days		42-päevased / 42-days	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Kehamass / Body weigh, g	132,9	158,0	136,1	168,1
Veri/Blood	3,9	3,7	3,6	3,6
Suled/Feathers	6,1	5,8	5,7	5,1
Pea/Head	4,7	3,8	5,3	3,7
Jalad/Legs	2,1	1,9	2,1	1,7
Süda/Heart	1,0	1,0	0,9	0,8
Maks/Liver	2,5	2,9	2,0	2,5
Lihasmagu (puhastatud) / Gizzard (cleaned)	2,0	1,9	1,7	1,5
Mittesöödavad siseelundid / Inedible internal organs	10,5	14,1	11,6	20,5
Munandid/Testicles	1,3	–	2,8	–
Munajuha, folliikulid / Oviduct, follicles	–	0,5	–	6,7
Tapasaagis / Slaughter yield	67,2	64,9	67,1	60,6
Rinnalihased / Breast muscles	20,2	19,4	19,6	17,9
Jalalihased / Leg muscles	12,5	11,9	12,7	10,7
Kõik söödavad osad / All edible components	59,6	57,5	60,1	54,5
Lihakeha/Carcass, g	89,4	102,6	91,3	101,9
Kopsud/Lungs	1,6	1,6	1,4	1,5
Neerud/Kidneys	1,2	1,2	1,3	1,3
Nahk koos nahaaluse rasvaga / Skin and subcutaneous fat	9,2	11,1	9,1	11,1
Luud ja kõõlused / Bones and tendons	19,7	20,4	19,9	18,2
Lihased/Muscles	68,3	65,7	68,3	67,9
rinnalihased / breast muscles	30,1	29,8	29,1	29,5
jalalihased / leg muscles	18,5	18,3	18,8	17,7
Liha kalorsus / Caloric content of meat, kJ 100 g <sup>-1</sup>				
rinnalihased / breast muscles	520	499	532	524
kogu liha / all meat	454	620	543	729

**Tabel 2.** Eesti ristandvuti broilerite lihakeha morfoloogilise koostise võrdlusandmeid vaarao vuti broileritega Järveotsa vutifarmis 2003. a (H. Tikk jt, 2005)**Table 2.** Comparison of carcass composition of Estonian crossbred and Pharaoh quail broilers in Järveotsa Quail Farm in 2003 (H. Tikk et al., 2005)

Näitajad Items	35-päevased / 35-days		42-päevased / 42-days	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Eesti ristandvutid / Estonian crossbred quails				
Kehamass / Body weigh, g	170,4	168,0	205,2	175,2
sellest lihasmagu / gizzard, %	1,8	1,7	1,8	1,8
süda/heart, %	1,4	1,2	1,2	0,9
maks/liver, %	2,6	2,5	2,1	2,9
kael/neck, %	3,6	3,1	3,9	3,9
Tapasaagis / Slaughter yield, %	64,8	65,0	66,7	67,3
Lihakeha/Carcass, g	110,4	109,2	136,8	118,0
sellest rinnalihased / breast muscles, %	26,1	27,8	25,1	29,9
jalalihased / leg muscles, %	18,1	19,0	18,7	19,7
Vaarao vutid / Pharaoh quails				
Kehamass / Body weigh, g	204,4	196,0	230,4	211,6
sellest lihasmagu / gizzard, %	1,4	1,6	1,7	1,8
süda/heart, %	1,0	1,0	0,9	0,9
maks/liver, %	2,5	2,4	2,4	2,1
kael/neck, %	3,2	3,3	3,5	3,4
Tapasaagis / Slaughter yield, %	65,1	65,1	69,8	69,2
Lihakeha/Carcass, g	133,2	127,6	160,8	146,4
sellest rinnalihased / breast muscles, %	25,9	30,8	27,3	27,9
jalalihased / leg muscles, %	18,1	20,1	19,4	19,7



Erialakirjanduses on suhteliselt vähe andmeid vuttide lihaproduktiivsuse ja liha kvaliteedi, sealhulgas selle keemilise koostise kohta. Tavaliselt on enamik üla-

toodud näitajaid toodud jaapani vuttide (munatõug) kohta, kelle lihajõudlust iseloomustavad andmed on esitatud tabelis 3.

**Tabel 3.** 35-päevaste jaapani vuti broilerite rümba morfoloogilised osad, %-des kehamassist (Genchev *et al.*, 2008)  
**Table 3.** The carcass characteristics of 35-day old Japanese quails, % of body live weight (Genchev *et al.*, 2008)

Näitajad/Items	♂♂	♀♀	♂♂+♀♀
Nahaga rümp / <i>Carcass with skin</i>	64,97	64,03	64,50
Nahata rümp / <i>Carcass without skin</i>	60,13	58,97	59,55
Sisemine rasv / <i>Abdominal fat</i>	0,43	0,54	0,52
Rind koos luudega / <i>Breast with bones</i>	25,42	25,35	25,38
Jalad koos luudega / <i>Thighs with bones</i>	16,63	15,97	16,30
Rinnalihased / <i>Breast meat</i>	20,80	20,30	20,41
Jalalihased / <i>Leg meat</i>	12,62	12,06	12,17
Kogu liha (rinna+jalalihased)	34,94	34,34	34,64
<i>Total meat (breast and legs)</i>			

Tabelist 3 selgub, et 35-päevase jaapani vuti (vutibroileri) rümp on üsna pisike, ligikaudu 65 g, kuid sellise massiga vutirümpa peetakse Lääne-Euroopas grillimiseks sobivaks. Kui võtta aluseks, et grillimisel kaotab rümp veel 15% oma massist, jääb söömiseks vähem kui 30 g portsjon.

Vutiliha vitamiinset koostist on uuritud tunduvalt vähem kui vutirümpade morfoloogilist koostist. Tabelis 4 on esitatud andmed kolme autori uuringust, mis oluli-

selt siiski suurusjärgudelt ei erine, küll on aga mõnes töös määratud vitamiinide arv väiksem.

Tabelist 4 selgub, et vutiliha on A-, E-, K-, B<sub>1</sub>-, B<sub>2</sub>-, B<sub>6</sub>-, B<sub>12</sub>- ja C-vitamiini sisaldus suurem kui kanabroilerilihas. Seega on vutibroileriliha vitamiinide sisalduse seisukohast suurema toiteväärtusega kui kanabroileriliha.

Eesti vuttide liha vitamiinide sisaldus on seni määrata.

**Tabel 4.** Mõningaid võrdlusandmeid vuti- ja kanabroileriliha vitamiinide sisalduse kohta (100 g lihas)  
**Table 4.** Comparison of vitamin content in quail and chicken meat (in 100 g meat)

Vitamiinid <i>Vitamins</i>	da Cunha, 2009		Panda, Singh, 1990	Hamm, Ang, 2006
	kanabroiler <i>chicken broiler</i>	vutibroiler <i>quail broiler</i>	Jaapani vutid <i>Japanese quails</i>	Jaapani vutid <i>Japanese quails</i>
Vitamiin A, retinool/ <i>retinol</i> , µg	48	70	–	–
Vitamiin E, tokoferool/ <i>tokopherol</i> , mg	0,27	0,70	–	–
Vitamiin K, füllokinoon/ <i>phylloquinone</i> , µg	2,4	4,2	–	–
Vitamiin B <sub>1</sub> , tiamiin/ <i>thiamin</i> , mg	0,063	0,22	0,150	0,17
Vitamiin B <sub>2</sub> , riboflaviin/ <i>riboflavin</i> , mg	0,168	0,3	0,499	0,50
Vitamiin B <sub>3</sub> , pantoteenhape/ <i>pantothenic acid</i> , mg	1,03	–	1,101	1,10
Vitamiin B <sub>4</sub> , koliin/ <i>choline</i> , mg	65,9	65,9	–	–
Vitamiin B <sub>5</sub> , niatsiin/ <i>niacin</i> , mg	8,487	7,92	6,0	10,3
Vitamiin B <sub>6</sub> , püridoksiin/ <i>pyridoxine</i> , mg	0,4	0,62	0,523	0,68
Vitamiin B <sub>c</sub> , foolhape / <i>folic acid</i> , µg	5	6	–	–
Vitamiin B <sub>12</sub> , kobalamiin/ <i>cobalamine</i> , µg	0,3	0,36	–	–
Vitamiin C, askorbiinhape / <i>ascorbic acid</i> , mg	–	0,70	–	–
Betaiin/ <i>Betaine</i> , mg	5,6	9,1	–	–

Sama tagasihoidlik kui vutiliha vitamiinse sisalduse kohta on andmestik ka vutiliha aminohappelise koostise osas. Hiljutised uurimused Bulgaarias on seda teadmistelünka siiski oluliselt täiendanud. Uuriti 35-päevaste jaapani vuttide rinna- ja jalalihaste aminohappelise sisaldust (Genchev *et al.*, 2008) (tabel 5).

Eesti vuti broilerite liha enamike makro-, mikro- ja ultramikroelementide sisalduse kohta andmed seni puudusid, samuti nappis andmeid vutiliha lipiidide rasvhappelise koostise kohta.

**Tabel 5.** 35-päevaste jaapani isasvuttide rinna- ja jalalihaste aminohappeline koostis, % (Genchev *et al.*, 2008)  
**Table 5.** Amino acids content of 35-days old Japanese male quails' meat, % (Genchev *et al.*, 2008)

Aminohapped / Amino acids	Rinnalihased Breast muscles	Jalalihased Leg muscles
Asendamatud aminohapped (trüptofaanita): Essential amino acids (without tryptophan):		
Lüsiin/Lysine	2,19	2,12
Metioniin/Methionine	0,56	0,52
Isoleutsiin/Isoleucine	1,22	1,11
Leutsiin/Leucine	2,09	1,96
Fenüülalaniin/Phenylalanine	0,97	0,97
Treoniin/Threonine	0,74	0,69
Valiin/Valine	1,29	1,15
Tsüsteiin/Cysteine	0,20	0,16
Türosiin/Tyrosine	0,61	0,54
Asendatavad aminohapped: Non-essential amino acids:		
Histidiin/Histidine	1,13	0,70
Arginiin/Arginine	1,40	1,31
Glutamiinhape / Glutamic acid	3,96	3,81
Glütsiin/Glycine	1,02	1,11
Seriin/Serine	0,43	0,38
Alaniin/Alanine	1,34	1,30
Proliin/Proline	0,99	0,99
Asparagiinhape / Asparagin acid	2,05	1,93
Proteiinisaldus / Protein content	22,21	20,74

## Katsete metoodika

Tartumaal Järveotsa farmis 2008. a 42-päevasteks kasvatatud eesti vutitõu ja vaarao ning valgete lihavuttide noorlinde peeti 1.–21. päevani allapanul (40 tibu rühmas), 22.–42. päevani puurides (10 tibu rühmas). Vutitibusid ja -broilereid söödeti kuiva jõusöödasega, mis sisaldas Eesti Maaülikooli keemialaboratooriumi andmetel 1.–35. elupäevani 26,37% toorproteiini, 4,4% toorkiudu, 3,57% toorrasva, 0,95% kaltsiumi, 0,74% üldfosforit ja 11,7 MJ/kg metaboliseeruvat energiat. 36.–42. elupäevani olid jõusöödasegu vastavad näitajad 20,65%, 3,80%, 4,02%, 1,05%, 0,60% ja 11,8 MJ/kg. Vutitibud ja -broilerid kaaluti ja söödakasutus fikseeriti 21., 28., 35. ja 42. elupäeval. 42-päevaselt tapeti igast katserühmast 5 emas- ja 5 isasvutibroilerit, määrati katsetelindude tapasaagis, rinna- ja jalalihaste mass ning keemiline koostis, rinnalihaste ja nahaaluse rasva rasvhappeline koostis.

Teine katse tehti Järveotsa farmis 2009. a, kus 120 eesti vutitibu kasvatati allapanul 42-päevaseks, kelle hulgast tapeti keskmise kehamassiga 10 emas- ja 10 isasvutibroilerit. Tapetud vuttidel määrati lihakeha mass, tapasaagis, rinna- ja jalalihaste ning luude (keetmismetoodil) osatähtsus rümbas. Rinna- ja jalalihaste keskmistest lihaproovidest määrati toitainete-, kolesterooli ja mineraalelementide K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn,

Cu, St, As, Ni, Hg, Cd ja Cr sisaldus Tartu Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis.

## Katsete tulemused ja arutelu

Viimase 4–5 aasta selektsioonitöö eesti vuttide broilerikasvatussuunaliste perekondadega on olnud 2008. a katsete tulemuste alusel edukas, stabiliseerides sellesuunalist genotüüpi eesti vutitõus. Eesti vuttide ja võrdluseks Prantsuse lihavutipopulatsioonide kasvu ja söödakasutust ning lihaomadusi 2008. a Järveotsa farmis läbiviidud katsetes demonstreerivad tabelis 6 ja 7 toodud andmed.

Tabelist 6 nähtub, et eesti vuttide lihasuunalise populatsiooni keskmine kehamass on võrrelduna 2003. a vastava näitajaga (tabel 2) veel 12–13 g võrra suurenenud, kuigi jääb 42-päevaselt valgetest lihavuttidest ligikaudu 50 g võrra väiksemaks. Eesti vuttide söödaväärindus on seni veel veidi halvem.

Tabeli 7 alusel saab tõdeda, et 42-päevaselt on eesti emasvutibroilerite tapasaagis 8,8, vaaraovuttidel 5,2 ja valgetel lihavuttidel 8,0% võrra väiksem kui isasvuttidel, kuna selles vanuses on emasvuttidel juba suur reproduktiivorganite mass. Majanduslik analüüs peab siin näitama, kas ökonoomsem oleks neid realiseerida 35- või 42-päevaselt.

**Tabel 6.** Eesti vuti broilerite ja Eestis kasvatatavate lihavutibroilerite kasv ning söödavääridus Järveotsa farmis 2008. a (H. Tikk *et al.*, 2008)**Table 6.** Body weight and feed conversion of Estonian Quail, Pharaoh and White meat quail broilers in Järveotsa Quail Farm in 2008 (H. Tikk *et al.*, 2008)

Katserühm <i>Trial group</i>		35-päevased / 35-days		42-päevased / 42-days	
		♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Kehamass / <i>Body weight, g</i>					
Eesti vutid / <i>Estonian Quails</i>	$\bar{x}$	192,6	172,0	220,2	179,8
	s	18,1	15,8	23,5	18,8
Vaaraovutid / <i>Pharaoh quails</i>	$\bar{x}$	210,1	198,0	230,6	211,3
	s	22,4	17,3	20,5	19,9
Valged lihavutid / <i>White meat quails</i>	$\bar{x}$	236,6	219,0	273,6	234,6
	s	23,1	19,9	21,4	23,8
Söödavääridus / <i>Feed conversion, kg kg<sup>-1</sup></i>					
Eesti vutid / <i>Estonian Quails</i>	$\bar{x}$	3,22	3,31	3,51	3,59
Vaaraovutid / <i>Pharaoh quails</i>	$\bar{x}$	3,13	3,22	3,36	3,41
Valged lihavutid / <i>White meat quails</i>	$\bar{x}$	2,98	3,03	3,26	3,32

**Tabel 7.** Eesti vuti broilerite ja Eestis kasvatatavate lihavutibroilerite lihajõudlus 42-päevaselt Järveotsa farmis 2008. a (H. Tikk *et al.*, 2008)**Table 7.** Meat productivity of Estonian Quail, Pharaoh and White meat quail broilers in Järveotsa Quail Farm in 2008 (H. Tikk *et al.*, 2008)

Katserühm <i>Trial group</i>		Tapaeelne kehamass <i>Preslaughter r body weigh weigh g</i>	Lihakeha mass <i>Carcass weigh g</i>	Tapa- saagis <i>Slaughter yield %</i>	Lihakehast / <i>% of carcass</i>	
					rinna- lihased <i>breast muscles</i>	jala- lihased <i>leg muscles</i>
Emasvutid / <i>Female quails</i>						
Eesti vutid / <i>Estonian Quails</i>	$\bar{x}$	230,8	154,4	66,9	28,3	17,9
	s	20,6	15,9	5,8	3,4	1,8
Vaaraovutid / <i>Pharaoh quails</i>	$\bar{x}$	246,8	172,6	69,9	27,9	19,4
	s	21,7	15,2	9,8	3,7	2,1
Valged lihavutid / <i>White meat quails</i>	$\bar{x}$	294,8	202,0	68,5	30,5	18,3
	s	25,6	18,3	7,4	5,2	1,6
Isasvutid / <i>Male quails</i>						
Eesti vutid / <i>Estonian Quails</i>	$\bar{x}$	180,8	136,8	75,7	27,1	17,7
	s	17,2	14,2	7,4	3,3	1,6
Vaaraovutid / <i>Pharaoh quails</i>	$\bar{x}$	213,2	160,2	75,1	27,2	17,0
	s	18,9	16,3	6,8	2,4	1,4
Valged lihavutid / <i>White meat quails</i>	$\bar{x}$	235,6	180,2	76,5	28,8	17,7
	s	17,4	16,7	6,2	2,9	1,5

Suhteliselt vähe on andmeid ka vutiliha keemilise koostise (toorproteiin, toorrasv, N-ta ekstraktiivainend) ja kalorsuse kohta. Tabel 8 annab ülevaate eesti vuti ja teiste Eestis kasvatatavate vutipopulatsioonide liha põhitaitainete sisalduse kohta.

Tabelis 8 on toodud näitajad ka vutiliha kaltsiumi- ja fosforisisalduse, samuti kalorsuse kohta. Sealt selgub, et eesti vuti liha on 42-päevaselt küllalt toorproteiini- ja toorrasvarikas, ületades toorproteiini sisalduse poolest katses olnud lihavutipopulatsioone, kuid sisaldades tunduvalt vähem rasva kui lihavuttide liha. Rinnalihaste mineraalne sisaldus oli suurem kui jalalihastes.

Erialakirjandusest võib leida ka üsna üllatavaid andmeid vuttide rinna- ja jalalihaste keemilise koostise kohta. Nii teatavad Genchev *et al.* (2005), et 31-päevaste inglise valgete ja vaaraovuttide rinnalihaste tooruhasisaldus oli kahe sugupoole keskmisena 2,40 ja 2,26%, jalalihastes 1,90 ja 1,77%, mis on meie katsetega võrreldes keskmiselt 1,5 korda suurem. Samad autorid esitavad rinnalihaste toorproteiini sisalduseks 25,58 ja 26,39%, jalalihastes vastavalt 24,25 ja 25,63%. Seda on kuni 4% rohkem kui tavaanalüüsid (V. Tikk, 2003).

**Tabel 8.** Eesti vuti broilerite ja Eestis kasvatatavate lihavutibroilerite jala- ja rinnalihaste keemiline koostis (%) ja kalorsus (kJ 100 g<sup>-1</sup>) Järveotsa farmis 2008. a (H. Tikk et al., 2008)

**Table 8.** Chemical composition (%) and caloric content (kJ 100 g<sup>-1</sup>) of quail broilers' leg and breast muscles in Järveotsa Quail Farm in 2008 (H. Tikk et al., 2008)

Katserühm <i>Trial group</i>	Sugu <i>Sex</i>	Kuivaine <i>Dry matter</i>	Toorproteiin <i>Crude protein</i>	Toorrasv <i>Crude fat</i>	Toortuhk <i>Crude ash</i>	Kaltsium <i>Calcium</i>	Fosfor <i>Phosphorus</i>	Kalorsus <i>Caloric content</i>
<i>Jalalihased / Leg muscles</i>								
Eesti vutid <i>Estonian Quails</i>	♀♀	28,43	20,23	7,14	1,06	0,018	0,198	617
	♂♂	26,03	19,99	4,96	1,08	0,017	0,197	528
Vaaraovutid <i>Pharaoh quails</i>	♀♀	27,74	18,61	8,12	1,01	0,062	0,219	628
	♂♂	29,86	18,96	9,97	0,93	0,021	0,173	706
Valged lihavutid <i>White meat quails</i>	♀♀	26,13	20,05	6,08	1,07	0,025	0,201	573
	♂♂	27,63	19,26	7,32	1,05	0,018	0,206	608
<i>Rinnalihased / Breast muscles</i>								
Eesti vutid <i>Estonian Quails</i>	♀♀	28,50	22,87	4,33	1,30	0,017	0,245	552
	♂♂	28,75	22,42	5,03	1,30	0,018	0,264	572
Vaaraovutid <i>Pharaoh quails</i>	♀♀	31,30	21,24	8,84	1,22	0,026	0,238	700
	♂♂	30,49	21,69	7,51	1,29	0,012	0,241	656
Valged lihavutid <i>White meat quails</i>	♀♀	31,01	21,99	7,82	1,20	0,031	0,258	673
	♂♂	29,82	22,39	5,92	1,51	0,019	0,275	606

Genchev et al. (2008) esitavad huvitavaid andmeid nahaga ja nahata vutibroilerirümba (koos luudega) keskmise rasva-, aminohapete, fosfolipiidide ja kolesteroolisisalduse kohta (tabel 9).

Tabelist 9 selgub ka, et nahas ja nahaaluses rasvas sisaldub kogu rümba (koos luudega) toorrasvast isasvu-

tibroileritel 61,6%, emasvutibroileritel 62,0%. Rümba kolesteroolisisaldus oli nahata rümpades tunduvalt madalam – isasvutibroileritel 22,7%, emasvutibroileritel 9,3% vähem võrreldes nahaga rümpadega.

**Tabel 9.** 35-päevaste jaapani vutibroilerite rümba (koos luudega) keemiline koostis (Genchev et al., 2008)

**Table 9.** Chemical composition of whole carcass (with bones) of 35 day old Japanese quail broilers' (Genchev et al., 2008)

Näitajad <i>Items</i>	Nahaga rümp / <i>Carcass with skin</i>		Nahata rümp / <i>Carcass without skin</i>	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Kuivaine / <i>Dry matter</i> , %	32,03	32,73	30,18	29,77
Toorproteiin / <i>Crude protein</i> , %	19,29	19,45	22,70	21,91
sellest asendamatu aminohappeid, % <i>essential amino acids</i> , %	8,15	7,45	9,10	8,54
Toorrasv / <i>Crude fat</i> , %	8,99	10,07	3,45	3,83
sellest fosfolipiide / <i>phospholipids</i> , %	0,194	0,185	0,158	0,129
kolesterooli / <i>cholesterol</i> , %	0,097	0,094	0,075	0,068
N-ta ekstraktiivained / <i>NFE</i> , %	0,49	0,29	0,45	0,42
Toortuhk / <i>Crude ash</i> , %	3,26	2,91	3,58	3,61

Nahaga rümpade (koos luudega) keemiline koostis võib küllalt suurtes piirides varieeruda. L. Hyánková et al. (2003) andmetel oli jaapani 35-päevaste isasvuttide (kehmass 167 g) rümbas kuivainet 38,3, toorrasva 14,4 ja toorproteiini 19,8%, seega oli palju rasva võrreldes meie katseandmetega.

Katselindude nahaaluse rasva rasvhappeline koostis on esitatud tabelis 10, rinnalihaste üldlipiidide rasvhap-

peline koostis tabelis 11. Kokku on neis tabelites toodud andmed 27 erineva rasvhappe kohta. Vanemates sellisuunalistes töodes Eestis on esitatud andmed 12 rasvhappe kohta (Hämmal, 2004). Esmakordselt on siin toodud andmed ka nn transrasvhapete koguste kohta linnukasvatussaadustes.

**Tabel 10.** Vutibroilerite nahaaluse rasva rasvhappeline koostis (%-des üldlipiididest)  
**Table 10.** The fatty acid content of quail broilers' subcutaneous fat (% of total lipids)

Rasvhapped / Fatty acids	Eesti vutid Estonian Quails		Vaaraovutid Pharaoh quails		Valged lihavu- tid White meat quails	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
<b>Küllastunud rasvhapped / Saturated fatty acids</b>						
14:0 müristiinhape / tetradecanoic acid	0,69	0,77	0,73	0,75	0,68	0,65
15:0 pentadekaanhape / pentadecanoic acid	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12
16:0 palmitiinhape / hexadecanoic acid	19,62	28,22	20,92	21,56	21,16	20,27
17:0 heptadekaanhape / heptadecanoic acid	0,21	0,19	0,15	0,19	0,21	0,18
18:0 steariinhape / octadecanoic acid	4,98	5,89	4,27	4,89	4,63	4,33
20:0 arahhidoonhape / eicosanoic acid	0,12	0,12	0,07	0,09	0,10	0,07
<b>Monoküllastumata rasvhapped / Monounsaturated fatty acids</b>						
14:1c9 cis-9-tetradetseenhape / cis-9-tetradecenoic acid	0,17	0,16	0,24	0,23	0,19	0,21
15:1c10 cis-10-pentadetseenhape / cis-10-pentadecenoic acid	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
16:1c7 palmitoleenhape / cis-7-hexadecenoic acid	0,79	0,57	0,59	0,66	0,71	0,60
16:1c9 cis-9-heksadetseenhape / cis-9-hexadecenoic acid	6,21	5,41	8,50	7,00	6,62	7,20
17:1c heptadetseenhape / cis-heptadecenoic acid	0,19	0,12	0,14	0,16	0,18	0,16
18:1 trans-9-oktadetseenhape / trans-9-octadecenoic acid	0,27	0,30	0,27	0,30	0,28	0,29
18:1c9 oleiinhape / cis-9-octadecenoic acid	38,08	37,26	38,35	39,08	39,08	39,60
18:1c11 cis-11-oktadetseenhape / cis-11-octadecenoic acid	2,30	2,11	2,37	2,25	2,38	2,46
20:1c11 cis-11-eikosaanhape / cis-11-eicosanoic acid	0,37	0,18	0,23	0,33	0,19	0,21
22:1 cis-9-eikoseenhape / cis-9-docosenoic acid	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01
<b>Polüküllastumata rasvhapped / Polyunsaturated fatty acids</b>						
18:2 n6c linoolhape / cis, cis-9,12-octadecadienoic acid	21,84	21,67	19,24	18,70	19,56	19,88
18:3 n6 γ-linoleenhape / 6,9,12-octadecatrienoic acid	0,14	0,07	0,15	0,15	0,15	0,06
18:3 n3 α-linoleenhape / 9,12,15-octadecatrienoic acid	2,44	2,27	2,18	2,21	2,15	2,17
20:2n6 cis, cis-11,14-eikoseenhape / cis, cis-11,14-eicosadienoic acid	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07
20:3n6 dihomolinoleenhape / 8,11,14-eicosatrienoic acid	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10
20:4n6 arahhidoonhape / 5,8,11,14-eicosatetraenoic acid	0,31	0,25	0,26	0,17	0,25	0,19
20:5n3 eikosapentaenhape (EPA) / 5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
22:4n6 dokosatetraenhape / 7,10,13,16-docosatetraenoic acid	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01
22:5n6 dokosapentaenhape / 4,7,10,13,16-docosapentaenoic acid	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:5n3 dokosapentaenhape (DPA) / 7,10,13,16,19-docosapentaenoic acid	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,02
22:6n3 dokosaheksaenhape (DHA) / 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid	0,09	0,09	0,07	0,03	0,07	0,04
∑ Määratud rasvhapete kogus / Fatty acids estimated	99,25	99,05	99,14	99,15	99,02	98,94
∑ Küllastunud rasvhapped / Saturated fatty acids	25,75	28,30	26,26	27,60	26,90	25,62
∑ Monoküllastumata rasvhapped / Monounsaturated fatty acids	48,39	46,13	50,70	50,02	49,66	50,76
∑ Polüküllastumata rasvhapped / Polyunsaturated fatty acids	25,12	24,63	22,17	21,53	22,46	22,55
<b>Transrasvhapped / Trans fatty acids</b>						
∑ n6 polüküllastumata rasvhapped / n6 polyunsaturated fatty acids	22,50	22,17	19,83	19,21	20,16	20,30
∑ n3 polüküllastumata rasvhapped / n3 polyunsaturated fatty acids	2,62	2,45	2,34	2,33	2,29	2,25
n6:n3	8,60	9,04	8,48	8,26	8,79	9,01

Rohkesti oli eesti vuttide nahaaluses rasvas α-linoleenhapet (18:3n3), peamist ω-3-rasvhapet. Teisi ω-3-rasvhappeid – eikosapentaenhapet (20:5n3; EPA), dokosapentaenhapet (22:5n3; DPA) ja dokosaheksaenhapet (22:6n3; DHA) oli uuritud vutipopulatsioonides praktiliselt võrdsetes kogustes. Kokku oli ω-3-rasvhappeid eesti vuti broilerite nahaaluses rasvas kahe sugupoole keskmisena 2,54%. Valgetel lihavuttidel oli sama näitaja 2,27%, vaaraovuttidel 2,34%. Ka ω-

6-rasvhappeid oli eesti vuttide nahaaluses rasvas rohkem kui Prantsuse lihavutipopulatsioonide vastavates proovides. Summaarselt oli polüküllastumata rasvhappeid samuti kõige rohkem eesti vuttide nahaaluses rasvas. Transrasvhappeid, mida peetakse lipiidide koosseisus mittesoovitavaks, oli eeltoodud vutipopulatsioonide vutibroilerite nahaaluses rasvas väga vähe ja täpselt võrdsetes kogustes, kahe sugupoole keskmisena 0,285% (üldlipiididest).

Tabelis 11, kus esitatakse andmed katses olnud vuti-populatsioonide rinnalihaste rasvhappelise koostise kohta, on  $\alpha$ -linoleenhape (18:3n3) kogused suurimad valgete lihavuttide proovides. Järgnevad eesti vutid ja vaaraovutid. Et aga eesti vuttide rinnalihaste lipiidides oli teisi  $\omega$ -3-rasvhappeid (EPA, DPA, DHA) tunduvalt rohkem kui teistel katselindudel, oli  $\omega$ -3-rasvhapete summa, samuti polüküllastumata rasvhapete summa,

suurim eesti vuti broilerite rinnalihaste lipiidides. Sama kehtib  $\omega$ -6-rasvhapete summa ja  $\omega$ -6- ja  $\omega$ -3-rasvhapete suhte kohta. Viimane on rinnalihaste lipiidides märgatavalt kitsam kui nahaaluses rasvas. Ka eesti vuti broilerite rinnalihaste lipiidides on suhe ( $\omega$ 6: $\omega$ 3) kitsaim. Tähelepanuväärne on asjaolu, et rinnalihaste lipiidides oli  $\omega$ -3-rasvhappeid 1,6–1,8 korda rohkem kui nahaaluses rasvas.

**Tabel 11.** Vutibroilerite rinnalihaste rasvhappeline koostis (%-des üldlipiididest)  
**Table 11.** The fatty acid content of quail broilers' breast muscles (% of total lipids)

Rasvhapped / Fatty acids	Eesti vutid Estonian Quails		Vaaraovutid Pharaoh quails		Valged lihavutid White meat quails	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
<b>Küllastunud rasvhapped / Saturated fatty acids</b>						
14:0 müristiinhape / tetradecanoic acid	0,53	0,57	0,61	0,55	0,60	0,57
15:0 pentadekaanhape / pentadecanoic acid	0,16	0,11	0,13	0,11	0,15	0,12
16:0 palmitiinhape / hexadecanoic acid	18,29	18,98	20,28	19,28	19,50	19,14
17:0 heptadekaanhape / heptadecanoic acid	0,24	0,23	0,20	0,20	0,22	0,21
18:0 steariinhape / octadecanoic acid	7,81	8,70	6,45	7,47	5,40	6,32
20:0 arahhidoonhape / eicosanoic acid	0,13	0,12	0,11	0,11	0,13	0,12
<b>Monoküllastumata rasvhapped / Monounsaturated fatty acids</b>						
14:1c9 cis-9-tetradetseenhape / cis-9-tetradecenoic acid	0,18	0,17	0,22	0,17	0,17	0,21
15:1c10 cis-10-pentadetseenhape / cis-10-pentadecenoic acid	1,07	0,76	0,66	0,76	0,33	0,65
16:1c7 palmitoleenhape / cis-7-hexadecenoic acid	0,64	0,58	0,65	0,64	0,60	0,58
16:1c9 cis-9-heksadetseenhape / cis-9-hexadecenoic acid	4,80	5,46	7,45	5,71	5,57	6,92
17:1c heptadetseenhape / cis-heptadecenoic acid	0,16	0,15	0,14	0,13	0,17	0,13
18:1 trans-9-oktadetseenhape / trans-9-octadecenoic acid	0,12	0,17	0,21	0,26	0,38	0,13
18:1c9 oleiinhape / cis-9-octadecenoic acid	28,50	28,64	32,55	32,33	34,40	32,40
18:1c11 cis-11-oktadetseenhape / cis-11-octadecenoic acid	2,41	2,20	2,39	2,31	2,34	2,32
20:1c11 cis-11-eikosaanhape / cis-11-eicosanoic acid	0,33	0,30	0,31	0,32	0,36	0,33
22:1 cis-9-eikoseenhape / cis-9-docosenoic acid	0,10	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05
<b>Polüküllastumata rasvhapped / Polyunsaturated fatty acids</b>						
18:2 n6c linoolhape / cis, cis-9,12-octadecadienoic acid	22,68	21,29	18,97	20,03	23,24	21,45
18:3 n6 $\gamma$ -linoleenhape / 6,9,12-octadecatrienoic acid	0,19	0,18	0,17	0,16	0,24	0,19
18:3 n3 $\alpha$ -linoleenhape / 9,12,15-octadecatrienoic acid	2,09	1,84	1,94	1,83	2,36	2,10
20:2n6 cis, cis-11,14-eikoseenhape / cis, cis-11,14-eicosadienoic acid	0,21	0,22	0,15	0,16	0,17	0,17
20:3n6 dihomolinoleenhape / 8,11,14-eicosatrienoic acid	0,34	0,38	0,33	0,32	0,25	0,33
20:4n6 arahhidoonhape / 5,8,11,14-eicosatetranoic acid	4,40	4,76	2,83	3,19	1,39	2,62
20:5n3 eikosapentaenhape (EPA) / 5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid	0,32	0,39	0,24	0,29	0,11	0,23
22:4n6 dokosatetraenhape / 7,10,13,16-docosatetraenoic acid	0,32	0,24	0,24	0,22	0,16	0,24
22:5n6 dokosapentaenhape / 4,7,10,13,16-docosapentaenoic acid	0,29	0,21	0,16	0,15	0,09	0,14
22:5n3 dokosapentaenhape (DPA) / 7,10,13,16,19-docosatetraenoic acid	0,63	0,56	0,51	0,52	0,27	0,44
22:6n3 dokosaheksaeenhape (DHA) / 4,7,10,13,16,19-docosa-hexaenoic acid	1,78	1,60	1,09	1,15	0,50	0,86
<b>Σ Määratud rasvhapete kogus / Fatty acids estimated</b>						
Σ Küllastunud rasvhapped / Saturated fatty acids	27,16	28,71	27,79	27,72	26,00	26,48
Σ Monoküllastumata rasvhapped / Monounsaturated fatty acids	38,30	38,50	44,63	42,67	44,36	43,73
Σ Polüküllastumata rasvhapped / Polyunsaturated fatty acids	33,24	31,68	26,64	28,03	28,79	28,77
<b>Transrasvhapped / Trans fatty acids</b>						
Σ n6 polüküllastumata rasvhapped / n6 polyunsaturated fatty acids	28,42	27,29	22,85	24,24	25,53	25,13
Σ n3 polüküllastumata rasvhapped / n3 polyunsaturated fatty acids	4,82	4,39	3,78	3,79	3,25	3,64
n6:n3	5,90	6,21	6,04	6,40	7,86	6,90

Transrasvhapete sisaldus oli rinnalihaste lipiidides tunduvalt madalam kui nahaalusel rasvas. Antud katses oli transrasvhappeid kõige vähem eesti vuti broilerite rinnalihaste lipiidides, sugupoolte keskmisena 0,145%. Vaarao vuti broileritel oli vastav näitaja 0,235%, valgetel lihavuttidel 0,255%. Eesti vuti broilerite nahaalusel rasvas ja rinnalihaste lipiidides oli antud ratsiooniga söötes  $\omega$ -3-rasvhappeid kahe sugupoolte keskmisena vastavalt 2,54 ja 4,61%.

$\omega$ -3-rasvhapete rikaste söötadega söötisel (linaõli, linakook) on meie andmetel võimalik tõsta  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldust rinnalihaste lipiidides 9,2%-ni (H. Tikk *et al.*, 2006), 30%-lise linakoogi sisaldusega sööda korral isegi 23,58%-ni (H. Tikk *jt*, 2007).

Erialakirjanduses on vähe andmeid vutibroilerite liha lipiidide rasvhappelise koostise kohta. Üks vähestest sellealastest töödest, 35-päevaste jaapani vuti broilerite rinna- ja jalalihaste lipiidide rasvhappelise koostise kohta on esitatud tabelis 12. Võrreldes näiteks tabeli 10 põhinäitajaid – summaarselt küllastatud ja monoküllastumata rasvhappeid ja  $\omega$ -6- ning  $\omega$ -3-rasvhapete suhet – näeme siin suuri erinevusi, mis ilmselt seletuvad lipiididest rasvhapete määramise tehnilisest tasemest. Eriti raskesti usutavad on tabelis 12 müristiin- (14:0), palmitiin- (16:0) ja steariinhappe (18:0) suur osatähtsus määratud lipiidides. Ka on usumatult lai  $\omega$ -6- ja  $\omega$ -3-rasvhapete suhe, mis viitab  $\omega$ -3-rasvhapete väiksele määramistäpsusele.

**Tabel 12.** 35-päevaste jaapani vuti broilerite rinna- ja jalalihaste rasvhappeline koostis, % üldlipiididest (Genchev *et al.*, 2008)

**Table 12.** Fatty acid content of 35-day old Japanese quails' breast and leg muscles (% of total lipids) (Genchev *et al.*, 2008)

Rasvhapped / Fatty acids	Rinnalihased / Breast muscles	Jalalihased / Leg muscles
14:0	0,95	1,17
16:0	24,39	24,54
16:1	5,32	6,05
18:0	8,79	8,01
18:1	35,38	35,52
18:2 ( $\omega$ -6)	19,70	20,21
18:3 ( $\omega$ -3)	1,75	1,47
20:4 ( $\omega$ -6)	2,69	1,94
22:4 ( $\omega$ -6)	0,84	0,87
$\Sigma$ Küllastatud rasvhapped Saturated fatty acids (SFA)	34,13	33,72
$\Sigma$ Küllastumata rasvhapped Unsaturated fatty acids (UFA)	65,68	66,04
$\Sigma$ Monoküllastumata rasvhapped Monounsaturated fatty acids (MUFA)	40,70	41,57
$\Sigma$ Polüküllastumata rasvhapped Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	24,98	24,48
SFA:UFA	0,52:1	0,51:1
PUFA:SFA	0,73:1	0,73:1
$\omega$ 6: $\omega$ -3	15,30:1	16,65:1

2009. a katses kasvatati eesti vuti broilereid 42-päevasteks, tapeti, määrati nende lihajõudlusnäitajad, liha keemiline koostis ja selle mineraalelementide ning ko-

lesteroolisisaldus. Katses saadud eesti vuti broilerite lihaproductiivsuse põhinäitajad on esitatud tabelis 13.

**Tabel 13.** Eesti vuti broilerite lihajõudlusnäitajad

**Table 13.** Meat productivity of Estonian Quail broilers

Sugupool Sex	Kehamass Body weigh g	Lihakeha mass Carcass weigh g	Tapasaagis Slaughter yield %	Lihakehast moodustavad / % of carcass		
				rinnalihased breast muscles	jalalihased leg muscles	luud bones
Emasvutid/Females	214,6	152,3	71,0	27,8	18,3	12,4
Isasvutid/Males	180,4	129,9	72,0	26,9	18,1	13,0

Tabelis 13 esitatud eesti vuti broilerite lihaproduktiivsuse näitajatest pakub huvi rümba luudesisaldus, mis on märgatavalt väiksem kui tabelis 1 esitatu. Viimases esitatud andmed on saadud toore rümba kudede morfoloogilisel jaotamisel ja lisaks luudele on sinna liidetud ka sidemed. Tabelis 13 esitatud luude kogus emasvuttide rümbas 12,4% ja isasvuttide rümbas 13,0% on aga keeduproovil saadud puhaste luude suhteline kogus.

2009. a katse põhieesmärgiks oli määrata eesti vuti broilerite rinna- ja reielihaste makro-, mikro- ja

ultramikromineraalelementide sisaldus. Tabelis 14 ongi toodud Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi poolt määratud näitajad. Lisaks eelpool loetletud mineraalelementidele määrati toorproteiini-, toorrasva- ja toortuhaning kolesteroolisisaldus.

Proovides sisalduvad süsivesikud ja liha kalorsus esitati arvutuslikult.

**Tabel 14.** Eesti vuti broilerite liha keemiline koostis Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi analüüside andmeil 2009. a  
**Table 14.** Chemical composition of Estonian Quail broilers' meat (Veterinary and Food Laboratory, 2009)

Proov sisaldas <i>Sample contained</i>	Emasvutid/ <i>Female quails</i>		Isasvutid/ <i>Male quails</i>	
	rinnalihased <i>breast muscles</i>	jalalihased <i>leg muscles</i>	rinnalihased <i>breast muscles</i>	jalalihased <i>leg muscles</i>
Toorproteiini / <i>Crude protein</i> , %	22,18	19,47	22,17	20,12
Toorrasva / <i>Crude fat</i> , %	1,45	1,96	2,06	2,83
Toortuhka / <i>Crude ash</i> , %	1,36	1,02	0,95	1,03
Süsivesikuid/ <i>Carbohydrates</i> , %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kalorsus / <i>Caloric content</i> , kJ 100 g <sup>-1</sup>	428	403	452	447
Kolesterooli / <i>Cholesterol</i> , mg 100 g <sup>-1</sup>	58	54	55	60
Makromineraalelemente (g 100 g <sup>-1</sup> ): <i>Macrominerals (g 100 g<sup>-1</sup>):</i>				
kaalium/ <i>potassium</i>	0,34	0,30	0,33	0,29
naatrium/ <i>sodium</i>	0,05	0,07	0,06	0,07
kaltsium/ <i>calcium</i>	5,0	4,6	6,6	6,1
magneesium/ <i>magnesium</i>	27	25	25	27
Mikromineraalelemente (mg 100 g <sup>-1</sup> ): <i>Microminerals (mg 100 g<sup>-1</sup>):</i>				
raud/ <i>iron</i>	1,4	1,0	1,4	1,2
mangaan/ <i>manganese</i>	0,02	0,02	0,02	0,02
tsink/ <i>zinc</i>	0,6	1,0	0,6	1,0
vaske/ <i>copper</i>	0,10	0,08	0,10	0,10
Ultramikromineraalelemente (µg 100 g <sup>-1</sup> ): <i>Ultramicrominerals (µg 100 g<sup>-1</sup>):</i>				
plii/ <i>lead</i>	< 1	2	2	1
arsen/ <i>arsenic</i>	< 5	< 5	< 5	< 5
nikkel/ <i>nickel</i>	< 2	< 2	< 2	< 2
elavhõbe/ <i>mercury</i>	< 1	< 1	< 1	< 1
kaadmium/ <i>cadmium</i>	0,3	< 0,2	< 0,2	0,3
kroom/ <i>chromium</i>	< 2	3	< 2	4

Tabelis 14 on esitatud andmed nelja makromineraalelementi – K, Na, Ca ja Mg kohta, kuna P, Al, S ja Cl laboratoorium ei määra. Mikromineraalelementidest on tabelis 14 esitatud andmed Fe, Mn, Zn ja Cu kohta (I, Co ja Se laboratoorium samuti ei määranud). Ultramikromineraalelementidest saadi analüüsil andmed Pb, As, Ni, Hg, Cd ja Cr kohta, kuid nende sisaldus vutibroilerite lihastes on antud ligikaudsete suurusjärkude abil.

Eesti vuti broilerite rinna- ja jalalihaste fosforisisalduse kohta saab andmeid tabelist 8. Sealt selgub, et rinnalihastes on fosforit tunduvalt rohkem kui jalalihastes.

Tabelis 14 esitatud näitajaid aitab interpreteerida tabel 15, kuigi ultramikromineraalelementide sisalduse võrdlemiseks on vähe uurimistulemusi.

Tabelis 14 toodud kaltsiumisisalduse andmed tunduvad tabelite 8 ja 15 vastavate näitajatega võrrelduna 2,5–3 korda madalamad ja väheusutavad. Seejuures väiksema toortuhasisaldusega proovis (0,95% isasvuttide rinnalihastes) oli kolesteroolisisaldus kõrgeim (6,6%). Toodud võrdlusmaterjali ja varem analüüsitud proovide alusel peaks vutibroilerite rinna- ja jalalihaste kaltsiumisisaldus olema 15–20 mg 100 g-s lihas. Kana-broileriliha kaltsiumisisaldus jääb samasse suurusjärku (da Cunha, 2009).

Fosforisisaldus eesti vuti broilerite rinna- ja jalalihastes tabelite 8 ja 15 võrdlemisel jääb usutavasse suurusjärku 170–270 mg 100 g<sup>-1</sup>. Ka on tabelite 14 ja 15



naatriumi, kaaliumi ja magneesiumisisalduse andmed sarnased ja usutavad.

Antud uurimistöö ja tabelis 15 toodud teadlaste andmed mikroelementide kohta on küllalt erinevad. Rauasisaldus eesti vuti broilerite rinnalihastes on 1,4 ja jalalihastes 1,0–1,2 mg 100 g<sup>-1</sup>. Genechevi *et al.* (2008) andmetel 1,5–1,9 mg 100 g<sup>-1</sup>, da Cunha (2009) andmetel 4,43, Sevastjanova *et al.* (1979) andmetel 3,6 mg 100 g<sup>-1</sup>. 2,5–3,5 korda suurem teistes uurimistöödes esitatud

raua kontsentratsioon vutilihas, mida peetakse ühtlasi vutiliha üheks toiduteaduse poolt propageeritavaks erisuseks, seab antud töös proovide rauasisaldusele küsimärgi. Sama kehtib tsingi- (2–3 korda vähem) ja vasesisalduse (4–6 korda vähem) kohta, kui meie analüüside andmeid võrrelda samade andmetega tabelis 15. Liha mangaanisisalduse kohta (0,02 mg 100 g<sup>-1</sup>) on võrdluseks ainult Sevastjanova *et al.* andmed (1979), kelle analüüsidis oli see näitaja 0,078 mg 100 g<sup>-1</sup>.

**Tabel 15.** Vuti- ja kanabroilerite liha keemiline koostis ja mineraalainete sisaldus (mg/100 g)

**Table 15.** Chemical composition and mineral content of quail and chicken broilers' meat (mg/100 g)

Näitajad Items	Genchev <i>et al.</i> , 2008 jaapani vuttide liha <i>Japanese quail meat</i>				da Gunha, 2009		Sevastjanova <i>et al.</i> , 1979
	♂♂		♀♀		vuti- broiler quail broiler	kana- broiler chicken broiler	jaapani vutt japanese quail
	rinnalihased <i>breast muscles</i>	jalaliha- sed <i>leg muscles</i>	rinnalihased <i>breast muscles</i>	jalalihased <i>leg muscles</i>			
Kuivaine / <i>Dry matter</i> , %	27,51	26,50	26,92	25,86	40,0	40,55	–
Toorproteiin / <i>Crude protein</i> , %	23,38	20,49	22,23	20,91	25,10	27,30	–
Toorrasv / <i>Crude fat</i> , %	2,21	3,39	2,75	3,26	14,10	13,60	–
N-ta ekstraktiivained, % <i>N-free extract</i> , %	0,40	0,58	0,33	0,40	–	–	–
Toortuhk / <i>Crude ash</i> , %	1,51	1,64	1,61	1,62	–	–	–
Kolesterool/ <i>Cholesterol</i>	–	–	–	–	86	86	–
Kaltsium/ <i>Calcium</i>	19	19	22	20	15	15	17
Fosfor/ <i>Phosphorus</i>	222	227	212	215	279	182	190
Naatrium/ <i>Sodium</i>	61	61	69	67	52	82	–
Kaalium/ <i>Potassium</i>	402	397	401	390	216	223	320
Magneesium/ <i>Magnesium</i>	18	17	18	17	22	23	25
Raud/ <i>Iron</i>	1,882	1,895	1,492	1,587	4,43	1,26	3,6
Vask/ <i>Copper</i>	0,362	0,392	0,355	0,357	0,592	0,066	0,21
Tsink/ <i>Zinc</i>	2,002	1,980	2,040	2,047	3,10	1,94	–
Mangaan/ <i>Manganese</i>	–	–	–	–	–	0,02	0,078
Seleen/ <i>Selenium</i> , µg 100 g <sup>-1</sup>	–	–	–	–	21,8	14,7	–
Koobalt/ <i>Cobalt</i>	–	–	–	–	–	–	0,037
Alumiinium/ <i>Aluminium</i>	–	–	–	–	–	–	0,06
Väävel/ <i>Sulphur</i>	–	–	–	–	–	–	140
Kloor/ <i>Chlorine</i>	–	–	–	–	–	–	95
Molübdeen/ <i>Molybdenum</i>	–	–	–	–	–	–	0,003
Kroom/ <i>Chromium</i>	–	–	–	–	–	–	0,019

Viimasel kümnendil on toiduteadlaste ja arstide huvi suurenenud toiduainete kolesteroolisisalduse vastu. Toiduainete vähest kolesteroolisisaldust peetakse oluliseks. Meie uurimistulemustel (tabel 14) osutus eesti vuti broilerite rinnalihaste kolesteroolisisalduseks emaslindudel 58, isaslindudel 55 mg 100 g<sup>-1</sup>. Jalalihastes olid vastavad näitajad 54 ja 60 mg 100 g<sup>-1</sup>. Saadud tulemusi tuleb hinnata heaks, kuna tabelis 15 esitatakse da Cunha *et al.* (2009) andmed, kus vutibroilerite 100 g lihas oli 86 mg ja kanabroilerite lihas 88 mg 100 g<sup>-1</sup> kolesterooli. Seevastu Panda ja Singh (1990) andmetel oli jaapani vuttide 100 g lihas 57,8 mg kolesterooli, seega praktiliselt sama kogus, mis käesolevas uurimuses.

Liha kvaliteedi näitajaks peetakse ka selle kalorsust. Vutiliha ei ole kõrge kalorsusega, mida tingib peamiselt nii rinna- kui ka jalgade liha suhteliselt madal rasvasisaldus. Eesti vuti broilerite rinnalihaste- ja kogu liha kalorsus on esitatud tabelis 1, rinna- ja jalalihaste kalorsus tabelites 8 ja 14.

Võttes aluseks 2008. a katse (tabel 8) tulemused (H. Tikk *et al.*, 2008) oli 42-päevaste eesti vuti broilerite kahe sugupoole keskmine jalalihaste kalorsus 572 (136,5 kcal), rinnalihaste keskmine kalorsus 562 kJ 100 g<sup>-1</sup> (134 kcal). 2009. a (tabel 14) olid need näitajad vastavalt 440 ja 425 kJ 100 g<sup>-1</sup> ehk 105 ja 101 kcal 100 g<sup>-1</sup>. Seega võib öelda, et vutiliha on madala kalorsusega lihaliik ja dieettoiduaineks sobilik.

## Kokkuvõte

Eestis kasvatatavate vutipopulatsioonide (eesti vutt, Prantsuse päritoluga vaarao- ja valged lihavutid) nuuma- ja lihajõudlusnäitajate uurimiseks korraldati kaks katset. Esimesest katsest, kus võrreldi kolme eel-nimetatud vutipopulatsiooni tähtsamaid nuuma- (massi-iive, söödaväärindus) ja lihajõudlusnäitajaid (tapasaagis, rinna- ja jalalihaste osatähtsus lihakehas, liha keemiline koostis ja selle kalorsus ning rasvhappeline koostis), selgus:

- Emasvuttide kehamass oli isaste kehamassist juba 35-päevaselt ligikaudu 6–10% suurem, 42-päevaselt kaalusid nad aga 8–18% rohkem kui sama populatsiooni isasvutid.
- Kõige kiirema kasvuga ja raskemad olid valged lihavutid, eesti vuttide keskmine kehamass oli 35-päevaselt emaslindudel 81,4 ja isastel 78,5%, vaarao-vuttidel vastavalt 88,8 (♀♀) ja 90,4% (♂♂) sama vanade valgete lihavuttide kehamassist. Kuue-nädalaselt olid valged lihavutid eesti vuti broileritest peaaegu 20% ja vaarao-vuttidest ligikaudu 10–15% raskemad.
- Söödaväärindus oli suuremast juurdekasvust tulenevalt parem emasvuttidel, eesti vuti isaslindudel kulus 1 kg kehamassi juurdekasvuks 2,8% sööta rohkem, lihätüübilistel vutipopulatsioonidel oli erinevus sugupoolte vahel väiksem.
- Tapmisel saadi emasvuttidelt raskemad lihakehad, kuid neil oli tapasaagis isasvuttidega võrreldes väiksem – emastel 66,9–69,9%, isastel 75,1–76,5%.
- Vaatamata väiksemale tapasaagisele oli kõikide vutipopulatsioonide emaslindude lihakehades rinna- ja jalalihaste osatähtsus suurem kui isaslindudel.

## Kasutatud kirjandus

- da Cunha, R. G. T. 2009. Quail meat – an undiscovered alternative. – *World Poultry*, No. 2, Vol. 25, p. 12–14.
- Evans, T. 2008. Poultry now a third of all meats. – *Poultry International*, August, p. 28, 30.
- Genchev, A., Mihaylova, G., Ribarski, S., Pavlov, A., Kabakchiev, M. 2008. Meat quality and composition in Japanese quails. – *Trakia Journal of Science*, No. 4, Vol. 6, p. 78–82.
- Genchev, A. G., Ribarski, S. S., Afanasjev, G. D., Blohin, G. I. 2005. Fattening capacities and meat quality of Japanese quails of Pharaoh and White English breeds. – *Journal Central European Agriculture*, No. 4, Vol. 6, p. 495–500.
- Hamm, D., Ang, C. Y. W. 2006. Nutrient composition of quail meat from three sources. – *Journal of Food Science*, No. 5, Vol. 47, p. 1613–1614.
- Hämmal, J. 2004. Võimalusi linnukasvatussaaduste rikastamiseks  $\omega$ -3-rasvhapetega ning nende mõju inimese tervisele. – Väitekiri põllumajandusteaduse

- Vutirümpade rinnalihased sisaldasid rohkem kuivainet, toorproteiini ja toortuhka võrreldes jalalihastega; eesti vuttide rinnalihased sisaldasid kõige vähem rasva.
- Eesti vuttide nahaaluses rasvas oli rohkem polüküllastumata rasvhappeid võrreldes Prantsuse valgete- ja vaarao-vuttidega, transrasvhapete sisaldus nahaaluses rasvas oli väike kõikidel vutipopulatsioonidel.
- Polüküllastumata rasvhappeid oli rinnalihaste lipiidides 1,6–1,8 korda rohkem kui nahaaluses rasvas, samuti oli rinnalihaste lipiidide  $\omega$ -6 ja  $\omega$ -3-rasvhapete suhe ( $\omega$ 6: $\omega$ 3) inimese toitumise seisukohalt parem.

Teises, 2009. a korraldatud katse uuriti eesti vuttide lihajõudlusnäitajaid ja liha keemilist koostist. Olulised katse- ja analüüsitulemused:

- Isasvuttide tapasaagis oli suurem kui emasvuttidel, kuigi erinevused sugupoolte vahel esimese katse (2008. a) andmetega võrreldes olid väiksemad.
- Emasvuttide lihakehas oli nii rinna- kui jalalihaste mass suurem kui sama vanadel (42-päevastel) isaslindudel.
- Eesti vuti broilerite lihakehas moodustas luude osatähtsus emastel 12,4 ja isastel 13,0%.
- Eesti vuttide lihas määrati kolesteroolisisalduseks 54–60 mg 100g<sup>-1</sup>.
- Eesti tõugu noorvuttide isaslindude lihas sisaldus rasva rohkem ja seega oli nende liha kalorsus suurem võrreldes emaslindudega.

doktori teaduskraadi taotlemiseks loomakasvatuse erialal. Tartu, 143 lk.

- Hyánková, L., Mohsen, A., Laštovková, J., Szebestová. 2003. Carcass analysis in Japanese quail divergently selected for shape of growth curve. – 54<sup>th</sup> Annual meeting of the European Association for Animal Production, Roma, p. 4–7.
- Minvielle, E. 2004. The future of Japanese quail for research and production. – *World's Poultry Science Journal*, No. 4, Vol. 60, p. 5000–5007.
- Panda, B., Singh, R. P. 1990. Developments in processing quail meat and eggs. – *World's Poultry Science Journal*, No. 3, Vol. 46, p. 219–234.
- Sevastjanova, N. *et al.* 1979 = Севастьянова, Н., Мартынюк, В., Хлевова. 1979. Минеральный состав продуктов перепеловодства. – *Передовой научно-производственный опыт в птицеводстве*, No. 4, с. 22–23.
- Tikk, H., Hämmal, J., Tikk, V., Piirsalu, M. 2005. Crossing for improvement of the meat quality of Estonian quails. – *Proceedings of the 13<sup>th</sup> Baltic and Finland Poultry Congress*, Otepää, p. 35–41.

- Tikk, H., Lember, A., Tikk, V. 2007. Eesti vutibroilerite liha lipiidide rikastamise võimalustest  $\omega$ -3-rasvhapetega. – *Agraarteadus*, No. 1, Vol. 18, lk 57–65.
- Tikk, H., Piirsalu, M., Tikk, V., Hämmal, J. 2006. Increasing the  $\omega$ -3-fatty acid content of quail meat and fat with feeds rich in  $\omega$ -3 fatty acids. – 14<sup>th</sup> Baltic Poultry Conference, Vilnius, p. 41–46.
- Tikk, H., Tikk, V., Piirsalu, M., Kaldmäe, H., Kuusik, S. Reimand, O. 2008. The growth, feed intake and meat quality of different quail populations. – The 16<sup>th</sup> Annual Finnish and Baltic Poultry Conference, Vantaa, Finland, p. 72–77.
- Tikk, V. 2003. Vutikasvatus. – Tartu, 84 lk.
- Tikk, V., Tikk, H., Neps, V. 1989. Eesti põldvuttide sobivus broileriteks. – Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi. Linnukasvatus, nr 4, lk 8–11.

## Meat performance and meat chemical composition of quail broilers in Estonia

H. Tikk<sup>1</sup>, A. Lember<sup>1</sup>, A. Karus<sup>1</sup>, V. Tikk<sup>2</sup>, M. Piirsalu<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Estonian University of Life Sciences, <sup>2</sup>Estonian Poultry Breeding Association

### Summary

Two trials on three different quail populations raised in the Järveotsa Quail Farm (Estonian Quail (EQ) and two meat type quails of French origin – Pharaoh quails (PQ) and White meat quails (WQ)) were carried out in 2008–2009.

In the first trial, the main fattening performance data (weight gain, feed conversion) and meat performance data (slaughter yield, weight of breast- and leg muscles, meat chemical composition and caloric content, fatty acid composition) of three quail populations were compared. It was concluded from this trial:

- female quails were at the age of 35-days by 6–10% and at the age of 42-days by 8–18% heavier compared to males of the same population;
- live weight and growth rate was bigger in WQ, live weight of other populations at the age of 35-days made 81.4 and 88.8% (females) and 78.5 and 90.4% (males) from WQ for EQ and PQ, respectively;
- at the age of six weeks WQ weighed about 20% more than EQ and 10–15% more than PQ broilers;
- feed conversion rate was better in female quails due to their bigger weight gain, males of EQ used more feed per 1 kg weight gain (by 2.8%), feed conversion of different sexes WQ and PQ broilers was quite similar;

- meat carcasses were heavier in female quails but slaughter yield was bigger in males, 66.9–69.9% and 75.1–76.5% for females and males, respectively;
- weight of breast- and leg muscles in the carcasses were bigger in females;
- the content of dry matter, crude protein and crude ash was higher in breast muscles compared with legs;
- fat content in the breast muscles was lower in EQ;
- content of polyunsaturated fatty acids in the subcutaneous fat was bigger in EQ, content of trans fatty acids of subcutaneous fat was low in all quail populations investigated;
- content of polyunsaturated fatty acids in the lipids of breast muscles was about 1.6–1.8 times higher compared with subcutaneous fat.

The second trial was carried out to investigate the main meat performance data and meat chemical composition of Estonian Quails. It was concluded from the results and analyses:

- slaughter yield was bigger in males, but the difference between both sexes was smaller than in the first experiment;
- the weight of breast- and leg muscles at the age of 42-days was bigger in the carcasses of female quails;
- bone content in the whole carcass constituted 12.4 and 13.0% in females and males, respectively;
- cholesterol content in the meat of EQ was 56–60 mg 100 g<sup>-1</sup>;
- at the age of 42-days male quail carcasses contained more fat and had bigger caloric content compared with the females.

# 90 AASTAT PÕLLUTÖÖMASINATE ALASEST KÕRGKOOLITUSEST EESTIS

Jüri Olt

*Põllundus- ja tootmistehnika osakond, Eesti Maaülikool*

*jyri.olt@emu.ee*

**Abstract.** In 2009 Estonia is celebrating 90 years teaching and studying agricultural machinery at university level. The present article is a continuation of an article “80 years of university education in agricultural implements in Estonia” composed by Aimu Reintam in 1999. Developmental issues of the units of academic and administrative structure (institute, working group, department) involved with teaching agricultural machinery in the period of 1999–2009 are more in detail addressed herewith. These were the years when four large groups of subjects (mechanics, agricultural machinery, automobiles and tractors, technology of materials and machinery repair merged into the activities of one structural unit, i.e. the department of agricultural and production engineering.

**Keywords:** agricultural machinery, product development, mechanical engineering, education, history

## Sissejuhatus

2009. aastal möödub 90 aastat põllunduses kasutatavate töömasinate kõrghariduslikust õpetamisest ja uurimisest Eestis. Antud artikkel on järg Aimu Reintami poolt 1999. a koostatud artiklile „80 aastat põllutöömasinate alasest kõrgkoolitusest Eestis” (Reintam, 1999). Siinkohal käsitletakse üksikasjalikumalt vaid põllundustehnika õpetamisega tegelevate akadeemilis-administratiivsete struktuuriüksuste (instituudi, töөрühma, osakonna) arenguküsimusi ajavahemikul 1999 kuni 2009, mil neli suurt ainerühma (mehaanika, põllutöömasinad, veotehnika (autod ja traktorid) ning materjalide tehnoloogia ja masinate remont) ühines ühe struktuuriüksuse, põllundus- ja tootmistehnika osakonna tegevusringi.

Aimu Reintam on oma artiklis (Reintam, 1999) ja ganud põllumajandusliku masintootmise kõrgkoolituse Eestis nelja perioodi:

- 1) 1919–1945 – alusepanek põllutöömasinate õpetusele;
- 2) 1945–1957 – tegevus insenerikoolituse suunas koos õppeaine teoreetilise käsitluse sissemisega;
- 3) 1957–1992 – üleminek teaduslikule ainekäsitlusele ja rõhuasetus teadusuuringutele;
- 4) alates 1992 – rõhuasetus kraadiõppele.

Aimu Reintami nimetatud neljanda perioodi võiks piirata aastaga 2003. Sel perioodil juurutati bakalau-reuse ja magistriõpe (esialgu 4 + 2, hiljem 3 + 2). Artikli autori arvates on eristatavad veel kaks perioodi:

- 5) 2003...2005 – seisak põllutöömasinate õpetamises ja teadus-arendustegevuses (tähtsuse kahanemine);
- 6) 2005 kuni praeguseni – põllutöömasinate õpetamise sidumine masinaehitusega, rõhuasetusega masinaehitusele ehk põllumajandusliku masinaehituse periood.

**Võtmesõnad:** põllutöömasinad, tootearendus, põllumajanduslik masinaehitus, haridus, ajalugu

## 1. Põllutöömasinate alase õpetuse ja teadustegevuse kõrgperiood

Tuleb nõustuda Aimu Reintamiga (Reintam, 1999), kes nimetas perioodi 1957–1992 põllutöömasinatealase õpetuse ja teadustegevuse kõrgperioodiks. Põllutöömasinate aine maht suurenes sel perioodil kiiresti ja jõudis 1960. aastail viiele semestrile (kaks semestrit kirjelduskursust ja kolm semestrit arvutuskursust). 1957–1958 kutsuti põllutöömasinate teoreetilist kursust lugema dotsent Abram Lurje Leningradi põllumajandusinstituudist. Ajavahemikul 1962–1974 kaitsti alal seitse kandidaadidissertatsiooni (H. Möller, A. Taran, A. Reintam, L. Linnas, M. Karolin, M. Kiisler, V. Meriloo). Põllutöömasinate kateedri masinaparki täiendati ja uuendati pidevalt. Aastal 1970 sai põllutöömasinate kateeder uues mehhaniseerimisteaduskonna õppehoones 9 ruumi maja kolmandal korrusel ja kolm avarat laboriruumi laborikorpuses. 1984 võeti kasutusele uus laborihoone koos firma Fortschritt konsultatsioonikojaga.

Sel perioodil koostati ja avaldati hulgaliselt õppevahendeid, meetodilisi juhendeid, teadusartikleid ja mitmeid raamatuid. Üheks märkimisväärsemaks on kahtlemata Aimu Reintami poolt koostatud sari „Põllutöömasinate teooria ja tehnoloogilise arvutuse alused”, mis oli esimeseks sellelaadseks eestikeelseks väljaandeks. See sari koosnes kaheksast vihikust ja on kasutusel tänapäevalgi. Hoo sai sisse leiutustegevus, saadi paarkümmend autoritunnistust ja patenti (kobesturader, adra hõlm, vurräke, aktiivmuldur, koonusrootoriga mineraalväetiselaotur, kartuli biitersõelur, haagik kahele külvikule jne).

Põllutöömasinate kateeder kujunes sel perioodil kompaktseks struktuuriüksuseks, mis tegeles põllutöömasinate ehituse, teooria ja arvutuse ning masinapargi kasutamise, hooldamise hoidmise ja põllutööde tehnoloogia õpetamise ja uurimisega, samuti põllumajandustootmise ohutusõpetusega. Kateedri säravai-

maks põllutöomasinate õppejõuks ja teadlaseks kujunes sel perioodil professor Aimu Reintam, kes on avaldanud töid põllutöomasinate ehituse, teooria ja ajaloo, mulla struktuurikarakteristikute, üliõpilastööde vormistamise ja põllumajandustehnika terminoloogia vallast.

## 2. Periood 1992–2003

1992 ühendati põllundustehnika kateeder ning veotehnika kateeder üheks põllundustehnika õppetooliks. Senisele tegevusele lisandusid autode, traktorite, sise-põlemismootorite, hüdroüsteemide ehituse, talitluse, teooria ja arvutuse valdkond. Selle mitmepalgelise tark- ja riistvara ning inimkoosseisu sulandumine üheks tervikuks ei jõudnud veel kuigi kaugele, kui järgnes taas ühendamine – 1994 lisandus sellele veel loomapidamise mehhaniseerimisega tegelev farmitehnika õppetool. Tekkis väga laiapiiriline struktuuriüksus, mis hakkas kandma põllumajandustehnika instituudi nimetust. Sellega ühinemised veel ei lõppenud ja 2003 liideti põllumajandustehnika instituudiga veel mehaanika ja masinaõpetuse instituut. Selle liitmise tulemusena tekkis täiesti arusaamatu struktuuriüksus.

Kogu kirjeldatud liitmise põhjustas asjaolu, et tehnikaspetsialistide töökohtade arv põllumajanduses vähenes ja seoses sellega riigieelarveliste kohtade arv. Pärast professor Aimu Reintami emeriteerumist 1995. aastal vaibus põllundustehnikaalane teadus-arendustegevus. Kauaaegse lektori Kalev Laasi lahkumisega ülikoolist teisele tööle 2002. aastal jäi põllutöomasinate õpetus üpris nukraste seisus.

## 3. Periood 2003–2005

Seda perioodi võib pidada seisaku perioodiks. Põllutöomasinate aine maht vähenes viielt semestrilt kolmele, olemasolev tehnika vananes, teadus-arendustööde maht ja teadusartiklite publitseerimine vähenes. Nõudmine tööjõuturul põllumajandusinseneride järele langes drastiliselt. Sel perioodil otsiti uusi väljundeid ja leiti, et kuna tööturul nappis tootearenduse ja tootmistehnika spetsialiste, siis hakati otsima teid selle lünga täitmiseks ja tugevdamiseks.

## 4. Periood 2005 kuni praeguseni

2005. aastal moodustati põllumajandustehnika instituudist kaks töörühma: põllundus- ja tootmistehnika ning farmitehnika ja ergonoomika. 2006 nimetati mõlemad töörühmad ümber osakondadeks. Põllundus- ja tootmistehnika tegevussuundadeks jäid põllundustehnika, veotehnika, mehaanika ning materjaliõpetus ja masinate korrashoid, mis kattub nelja endisaegse kateedri tegevustega. Kui 1970. aastatel oli põllutöomasinaid õpetavaid õppejõude 6 (A. Reintam, M. Karolin, U. Kull,

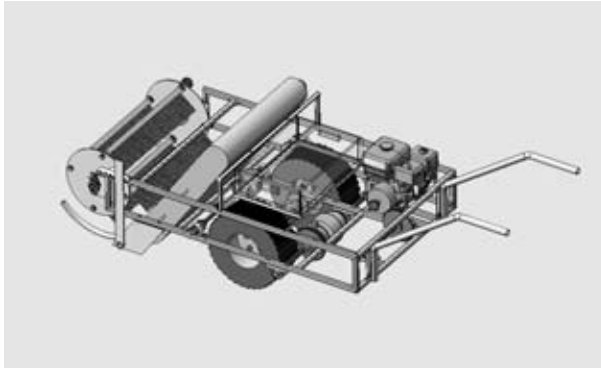
E. Martma, H. Nurmsalu, T. Dolgopolova) ja masinate kasutamist õpetavaid 3 (H. Möller, L. Linnas, V. Meriloo), siis praegu tegeleb põllutöomasinate alaga ainult üks õppejõud (J. Olt).

Selline lähenemine on tingitud praegusest ajast. Kui näiteks 1970. aastatel töötati masinatehases välja mingi (põllutöö)masin, siis seda toodeti pikki aastaid ja põllumajandusettevõtte inseneri ülesanne oli seda kasutada, töökorras hoida ja vajadusel täiustada (ratsionaliseerida). Sellest ka selle perioodi inseneride ettevalmistus. Nüüdisajal on põllutöomasinate kvaliteet oluliselt paranenud, turg mitmekesisem ja valik suurenenud, toodetakse erinevate tingimuste jaoks sobivaid masinaid. Põllutöomasinate tootmiseks kasutatakse paremaid materjale ja töötlemistehnoloogiaid. Võrreldes eelneva perioodiga on masinate juhtimine oluliselt muutunud. Konkureerivad masinatootjad täiustavad ja uuendavad oma toodangut pidevalt, mistõttu aktuaalseks on muutunud tootearendus. Selle tõttu vajab tööjõuturg eelkõige spetsialiste, kes suudaksid uusi tooteid arendada ja toota, kasutades seejuures automatiseeritud tehnoloogiaid nii arenduses kui tootmises. Teisalt on kadunud ühiskonna kõrgendatud huvi põllumajanduse tehnika spetsialistide vastu ning tekkinud on vajadus masinaehitusspetsialistide järele. Seetõttu on praeguse põllundus- ja tootmistehnika osakonna eelisarendatavaks suunaks tootearendus ja masinaehitus, kusjuures Eesti Maailikooli spetsiifikat arvestades põllumajanduslik masinaehitus.

Tootearenduse üheks tugisambaks on raalprojekteerimine, mis on üks osa kogu arvutiseeritud tootearendusest toote elutsükli jooksul. Toote loomise kõikide etappide integratsioon on ilmselt kõige revolutsioonilisem läbimurre CAD-tehnoloogiates, mis lubab oluliselt vähendada tootearendusaega, tõstes samal ajal kvaliteeti. Moodused arvutite abil graafiliste kujutiste loomiseks on võimalik jaotada kahte suure gruppi – tasandilised 2D (kahedimensioonilised) ja ruumilised 3D (kolmedimensioonilised) kujundid. 3 D-modelleerimise juurutamine EMÜ tehnikainstituudi õppetegevuses on kahtlemata üks viimase perioodi uuendustest. Masinaid (joonised 1, 3, 5) modelleeritakse programide SolidWorks ja Solid Edge abil.

Põllundus- ja tootmistehnika osakonna mustikakasvatuse töörühm tegeleb ammendunud freesturbaväljadele rajatud mustikaistandikele koristustehnika modelleerimisega. Töörühma eestvõttel on tootearendusprojekti raames valmistatud mustikakombaini eksperimentaalvariant (joonis 2). Masinkasvatuse seiskohalt vajab uurimust biotehniline süsteem inimemasin-taim-pinnas. Töörühmal on keskseks uurimustööks, kuidas mõjutavad inimene ja masin rabapinnast ning kuidas mõjutab masin mehhaniseeritud marjakorjel taimi ja marjade kvalitatiivseid-kvantitatiivseid omadusi. Käesoleval ajal on täiustatud mustikakombaini esialgselt varianti, millele on lisatud masina liikumisest sõltumatu haspli ja konveieri tööprotsess ning võimalus muuta mõningaid konstruktsioonilisi parameetreid, sh

haspli korjekammide kaldenurka ja haspli asetuskõrgust maapinnast. Uurimust vajavad veel mustikataimede kasvukeskkonda kujundavad vee- ja niiskusrežiim ning selle reguleerimine. Eelseisval suvel on kavandatud põldkatsed mustikakombaini konstruktsiooniliste-, majanduslike-, ergonomiliste omaduste parendamiseks ja täiustamiseks.



**Joonis 1.** Mustikakoristi mudel  
**Figure 1.** Model of blueberry harvester



**Joonis 2.** Mustikakoristi prototüüp  
**Figure 2.** Prototype of blueberry harvester

On modelleeritud ja valmistatud umbrohu kontakttõrjeseadme ja mineraalväetise kohtväetuseadme prototüübid (joonis 3, 4).

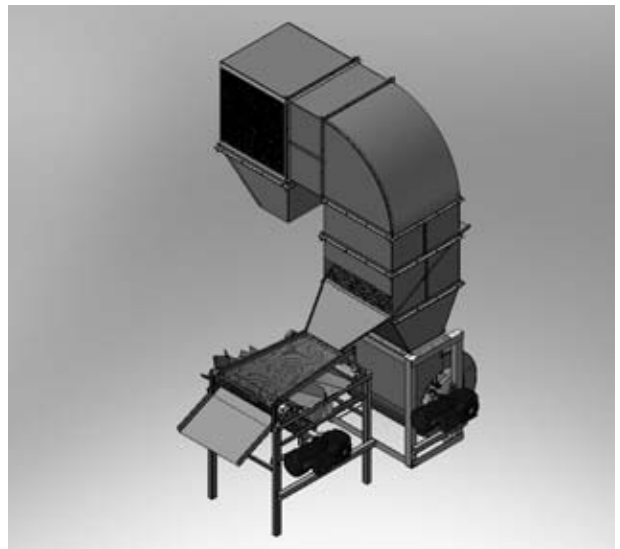


**Joonis 3.** Umbrohu kohttõrjeseadme mudel  
**Figure 3.** Model of rope wick applicator



**Joonis 4.** Umbrohu kohttõrjeseadme prototüüp  
**Figure 4.** Prototype of rope wick applicator

Mustikakasvatuse tootearendusprojekt hõlmab veel mutikamarjade esmatöötlust, sh transporti ja puhastus- ja sorteerimismasinate konstrueerimist ja ehitamist (joonis 5), mille kallal käesoleval ajal tööd veel käivad.

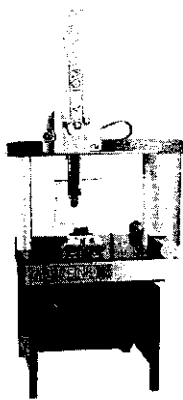


**Joonis 5.** Mustikasorteeri mudel  
**Figure 5.** Model of blueberry sorter

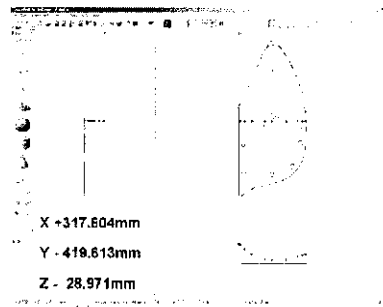
Masinate pöördprojekteerimise (*re-engineering*) õpetamisel kasutatakse Eesti Maaülikooli tehnikainstituudis mõõtemasinat Axiom too 600 (joonis 6). Pöördprojekteerimise all mõistetakse masina või toote analüüsimist, eesmärgiga selgitada välja selle iseloomulikud tunnused ja tunnustevahelised seosed ning luua uuritava masina või toote mudel. Tootearenduses tähendab see protsessi, mille käigus analüüsitakse ja dokumenteeritakse uuritava toodet, et selle arendusprotsessist aru saada. Seejuures on tähtis vältida uuritava toote kopeerimist või tööstusomandi õiguste rikkumist. Joonisel 6 on näha hõlmkoorli saha pöördprojekteerimise tehnoloogilised sammud.

## Mudeli loomise etapid

### 1. Detailide mõõtmine

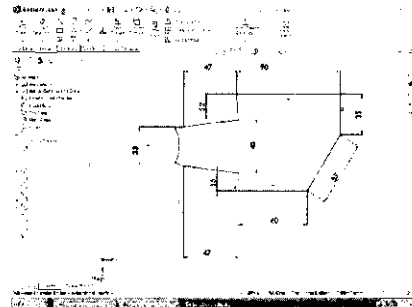


Axiom too 600

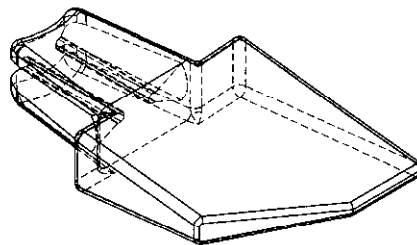


Hõlma mõõtmistulemus

### 2. Kolmemõõtmeliste detailide loomine

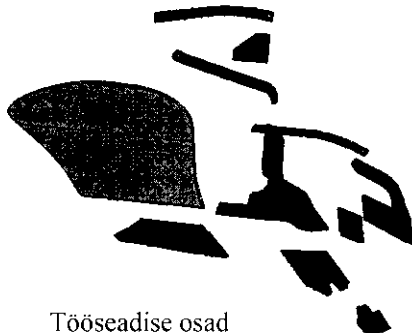


Peitli eskiis SolidWorksis



Peitli mudel

### 3. Koostu loomine



Tööseadise osad

### 4. Mudeli kujundamine



Hõlmkoorli kolmemõõtmeline mudel

**Joonis 6.** Seadmete ja detailide modelleerimine ning pöördprojekteerimine  
**Figure 6.** Modelling and re-engineering of the

Tootmistehnika ehk põllumajandusliku masinaehituse õpetamise ja uurimistöö taseme tõstmiseks kutsuti 2006. a külalisõppejõuks professor Viacheslav Maksarov Peterburi Riiklikust Tehnikaülikoolist, kes hakkas lugema aineid „Lõiketooria ja instrument” ning „Masinaehitustehnoloogia”. 2008. a alustati laastueraldusprotsessi dünaamilise modelleerimisega materjalide lõiketöötlemisel. Selle protsessi tundmine annab võimaluse kontrollida lõiketöötlemise põhilisi kvaliteedinäitajaid – töötlemise täpsust ja pinnakaredust. Samuti alustati kermiste uurimist üliküireks viimistlevaks lõiketöötlemiseks pikkade võllide töötlemisel. Viimistleva

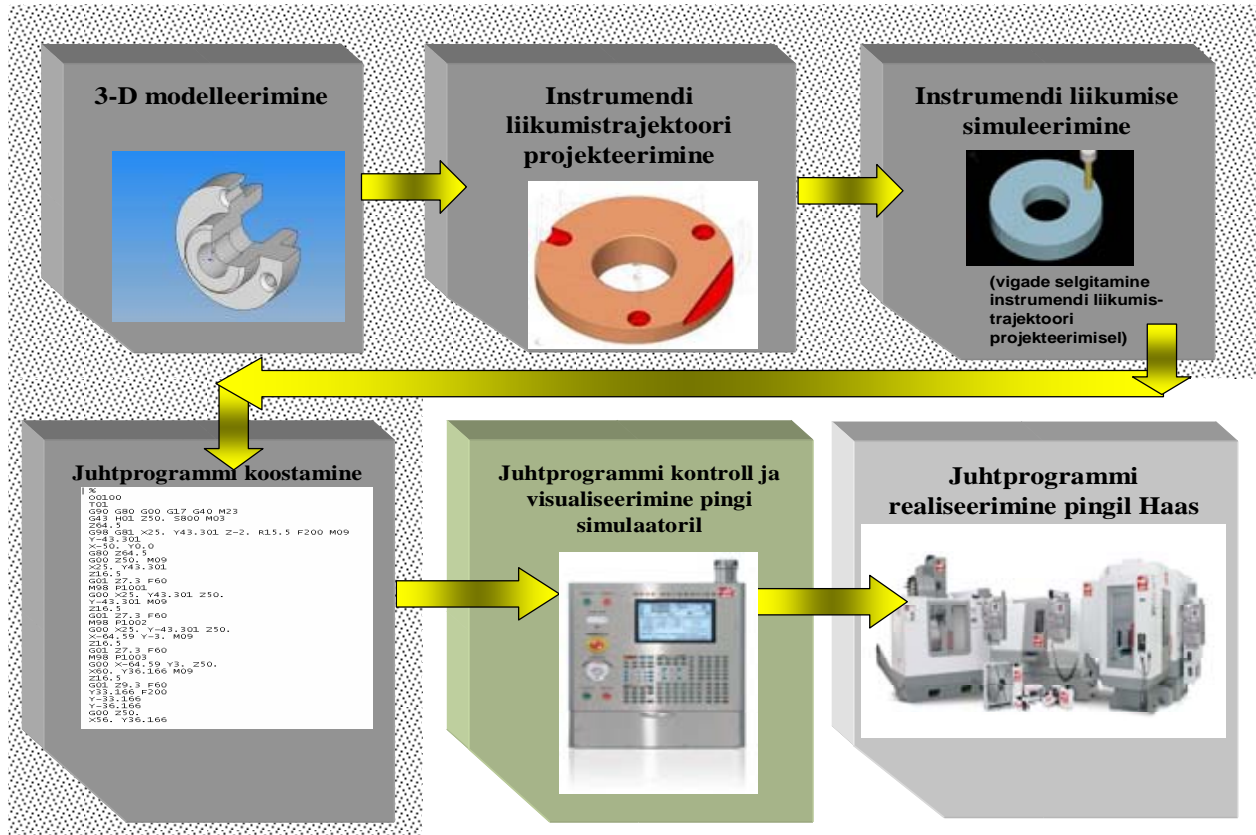
lõikeprotsessi efektiivsust on võimalik tõsta ja dünaamilist stabiilsust tagada, kasutades lõikuri anisotroopseid omadusi. Teema on multidistsiplinaarne, sisaldades endas materjaliteaduse, põllumajandusliku masinaehituse ning süsteemiteooria elemente.

Nende ainete õpetamise eesmärgiks on, et üliõpilased omandaksid ettekujutuse automatiseeritud masinaehitustehnoloogiast (joonis 7).

Sel perioodil alustati bioenergeetika uurimistöödega. Esimeseks bioenergeetika uurimisprojektiks oli rohtse biokütuse tootmistehnoloogia iseärasuste selgitamine. Uurimistöö tulemusena on saadud ülevaade põllu-

majanduses brikteerimiseks kasutatud leidvate materjalide briketi moodustumise iseärasustest. Eelkatsete käigus valmistatud briketmaterjali osade tiheduste ja tootlikkuse vahel oli suur erinevus. Põhjuste selgitamiseks katseteid jätkatakse. Korrektsed briketi

moodustasid nisupõhk, rukkipõhk ning kartong, rahuldava rukkipõhk koos luhahainaga, rukkipõhk koos puulehtedega ja kurgipealsed, rahuldavat briketti ei tekkinud päideroost, rapsipõhust ning pilliroost.



**Joonis 7.** Automatiseeritud masinaehitustehnoloogia  
**Figure 7.** Automated mechanical engineering

Järgmiseks teemaks oli taimeõli kasutamine mootorkütusena. Rapsiõli omadused erinevad oluliselt diislikütuse omadustest. Seetõttu pole võimalik puhast rapsiõli pikemat aega kasutada fossiilset päritolu kütuse jaoks ehitatud mootoris ilma mootorit kahjustamata. Rapsiõli kasutamiseks kütusena tuleb mootor seadestada rapsiõlikütuse kohaselt või tuleb kasutada rapsiõlimootoreid. Sisepõlemismootorite tulevikukütused on sünteetilised kütused (II põlvkond). Rapsiõli diiselmootori kütusena on üks võimalik alternatiiv naftast toodetud diislikütustele (I põlvkond). Seda enam, et sünteetilise diislikütuse hind on veel palju kõrgem biodiisli- või rapsiõlikütuse hinnast.

Tänavu alustati sisepõlemismootorite katselaboris bioetanooli katsetega. Praeguseks on maailmas kasutusel väga erineva etanoolisisaldusega biokütused. Puudub piisav informatsioon selle kohta, kuidas mõjutavad erineva etanoolisisaldusega kütused tänapäevase mootori võimekust (mootori poolt arendatavat võimsust ja pöördemomenti), mootori ökonoomsust (mootori kütusekulu, kütuse erikulu) ning heitgaaside

puhtust, või on informatsioon kohati vasturääkiv. Bioenergeetika töörühm on seadnud eesmärgiks uurida mootori nimetatud omadusi erineva etanoolisisaldusega kütuste ja bensiini kasutamisel.

Viimasel kümnendil on põllundusmasinate arenduses mindud automatiseerimise teed, kasutusele on võetud mehatroonilised andurid ja täiturid, infotehnoloogia on tunginud põllundustehnikasse. Neid muutusi on arvesse võetud laboriarenduses. Põllundustehnika kirjeldavas kursuses on rohkem hakatud käsitlema põllundustehnika juhtimist. Laborisse on muuhulgas hangitud pneumokülviku juhtimisstend koos juhtpuldiga ja ISOBUS-stend (joonis 8). Selline tendents jätkub ka lähiaastatel. Aja märk on ka see, et põllundustehnika laboris on vähe püsiekspositsiooni, rohkem kasutatakse põllundustehnika vastutavale hoiule võtmise taktikat. Seetõttu vahetub laboris eksponeerimisel olev tehnika peaaegu igal aastal. Sellest võidavad loodetavasti nii üliõpilased kui ka tehnikat vastutavale hoiule andvad müügiesindused.





**Joonis 8.** ISOBUS andmesidevõrgu stand  
**Figure 8.** ISOBUS-unit

## Kokkuvõte

Kokkuvõtteks võib öelda, et viimase kümnendi jooksul on põllutöomasinaid õpetavates struktuuriüksustes toimunud ainult üks sündmus, nimelt, 1994 loodud põllumajandustehnika instituut jagunes 2005 kaheks töörühmaks (2007 nimetati osakonnaks):

## 90 Years of University Education in the Field of Agricultural Machinery in Estonia

J. Olt

### Summary

It can be summarised that only one event has taken place concerning structural units teaching agricultural machinery during the last decade, namely the institute of agricultural engineering, established in 1994, was divided into two teams [working groups] in 2005, which were called departments in 2007:

- 1) stock farm machinery and ergonomics;
- 2) agricultural and production engineering.

Nowadays the department of agricultural (engineering) and production technology organises the studies in the

- 1) farmitehnika ja ergonoomika;
- 2) põllundus- ja tootmistehnika.

Põllundus- ja tootmistehnika osakond korraldab praegusajal põllutöomasinate õpet. Põllundus- ja tootmistehnika osakonna teadus-arendustegevuse põhisuunad on järgmised:

- 1) bioenergeetika;
- 2) marjakasvatuse (mustika-, astelpaju-), -koristuse ja koristusjärgse esmatöötuse mehhaniseerimine;
- 3) põllumajanduslik masinaehitus.

Aimu Reintami poolt koostatud EPMÜ tehnika-teaduskonna kujunemise plokkskeemi põllutöomasinaid õpetavate struktuuriüksuste kronoloogiline koondtabelisse (Reintam, 1999) võib lisada ainult kaks rida:

- 1) 2005–2007 põllundus- ja tootmistehnika töörühm;
- 2) alates 2007 põllundus- ja tootmistehnika osakond.

## Kasutatud kirjandus

Reintam, A. 1999. 80 aastat põllutöomasinate alase kõrgekoolitusest Eestis. – Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik. Põllumajandustehnika, -ehitus ja -energeetika. AS Rebellis, Tartu, 9–21.

filed of agricultural machinery. The main courses of action of research and development of the aforementioned department are as follows:

- 1) bioenergetics;
- 2) mechanisation of berry culture (blueberry, sea buckthorn), harvesting and primary processing after harvesting;
- 3) mechanical engineering.

In the block diagram demonstrating the formation of the faculty of technology the compendious chronological table of structural units, that teach agricultural machinery, constructed by Aimu Reintam (Reintam, 1999) can be complemented just by the following two lines:

- 1) 2005–2007 agricultural and production engineering team [working group];
- 2) since 2007 agricultural and production engineering department.

# 40 AASTAT LOOMAKASVATUSE MEHCHANISEERIMISE KATEEDRI LOOMISEST EESTI PÕLLUMAJANDUSE AKADEEMIAS

Arvo Leola, **Vambola Veinla**, Viljo Viljasoo

*Eesti Maaülikool  
arvo.leola@emu.ee*



**Vambola Veinla**

Loomakasvatuse mehhaniseerimise  
kateedri juhataja  
1969–1979



**Boris Reppo**

Loomakasvatuse mehhaniseerimise  
kateedri juhataja 1979–1991  
Farmitehnika kateedri juhataja  
1991–1992  
Farmitehnika õppetooli juhataja  
1992–1994  
Põllumajandustehnika instituudi  
juhataja 1994–1998



**Arvo Leola**

Põllumajandustehnika instituudi  
juhataja 1998–2005  
Farmitehnika ja ergonoomika töörühma  
juht 2005–2007  
Farmitehnika ja ergonoomika osakonna  
juhataja 2007–2009

## Sissejuhatus

Käesoleva aasta 1. septembril on Eesti Maaülikooli tehnikainstituudi farmitehnika ja ergonoomika töörühmal sünnipäev. 40 aastat tagasi moodustati erialakateeder – loomakasvatuse mehhaniseerimise kateeder.

Nende kahe versta posti vahele mahub palju sündmusi ülikoolis ja maailmas. Tabel 1 iseloomustab lühidalt olukorda 1. ja 40. tähise juures.

Üksuse õppe- ja teadustöö valdkond on biotehniline süsteem: inimene – masin – loom – taim – keskkond. 40 aastat tegevust selles valdkonnas saab jagada kaheks perioodiks.

1. Loomakasvatuse mehhaniseerimine: 1969–1998.
2. Ergonoomika: 1999–2009.

Esimesel perioodil oli fookuses masin, teisel inimene.

Loomakasvatuse mehhaniseerimise (selline termin on tolaegsetes dokumentides) õpetamine EPA-s algas koos EPA loomisega. 1951–1953. a oli EPA-s energeetika ja loomakasvatuse mehhaniseerimise kateeder. Loomakasvatuse mehhaniseerimist õpetasid kateedri juhataja Herman Tamm ja assistent Paul Lepasalu.

Alates 1. septembrist 1953. a kasutati nimetust elektrifitseerimise ja loomakasvatuse mehhaniseerimise kateeder, mida juhatas kuni oma surmani (aprill 1954. a) Herman Tamm ja õppeaasta lõpuni vanemõpetaja Paul

Lepasalu, 1954/55. õa vanemõpetaja Elma Liiv. Hiljem läks loomakasvatuse mehhaniseerimise õpetamine üle põllutöomasinate ja elektrifitseerimise (1955/56 ja 1956/57) ning 1957/58. õa elektrifitseerimise kateedrisse. 1954–1957. aastal õpetasid loomakasvatuse mehhaniseerimist vanemõpetajad Elma Liiv ja Paul Lepasalu, 1957/58. õa Elma Liiv, 1958/59. õa Elma Liiv ja Aliide Kiis, 1959/60. õa Elma Liiv ja Otto Kulu, 1960/61. õa vanemõpetajad Elma Liiv ja Vambola Veinla. 1966/67. õa lisandus neile assistent Boris Reppo. 1968/69. õa võeti seoses loomakasvatuse mehhaniseerimise õpetamise mahu kasvuga tööle ka assistent Mart Porila.

## Loomakasvatuse mehhaniseerimine

Loomakasvatuse mehhaniseerimise kateeder loodi 1969. a septembris. Selle loomise eesotsas oli kateedri esimene juhataja (1969–1979) dots Vambola Veinla. 1964. a valiti Veinla dotsendi kt-ks, 1965. a anti talle dotsendi kutse. Loodud loomapidamise mehhaniseerimise kateedrisse toodi üle ka soojustehnika õppeained, mida õpetas dots Valfrid Treier.

1969/70. õa oli kateedri koosseisus kateedri juhataja, dotsent, tehnikakandidaat Vambola Veinla, dotsent, tehnikakandidaat Valfrid Treier, vanemõpetaja ja tehnikakandidaat Mart Porila, assistent Boris Reppo, laboratooriumi juhataja Jaak Innos, mehaanik Sirje Soeson.

1970/71. õa kuulusid kateedrisse kateedri juhataja, dotsent, tehnikakandidaat Vambola Veinla, dotsent, tehnikakandidaat Valfrid Treier, vanemõpetaja, tehnikakandidaat Boris Reppo, vanemõpetaja Anne Nööri, assistent Arvo Leola, laboratooriumi juhataja Jaak Innos, mehaanik Jaan Vene ja vanempreparaator Sirje Soeson.

## Teadus ja arendus

EPA algaastatel oli loomakasvatuse mehhaniseerimise õppejõudude (H. Tamm, P. Lepasalu) teadusliku töö põhisuunaks söötade töötlemise seadmete uurimine. Katsetati iseliikuvat elektriagamiga söötade aurutisegistit-jaotit, mis ehitati Tori näidissovhoosi sigalas.

Alates 1960. a oli uurimistöö põhisuunaks sõnnikukoristusseadmete uurimine. Esimene uurimistöö leping sõlmiti 1963. a ELVTUI mehhaniseerimise osakonnaga Vorbuse katselaudas töötava ELVTUI eksperimentaal-töökojas valmistatud sõnniku lattkraapkonveieri elektri-ajami uurimiseks.

EPT Kadrina osakonnaga sõlmitud lepingu alusel projekteeriti, juurutati tootmisse ja kasutusse mehaanilise ajamiga sõnniku lattkraapkonveier. Neid toodeti ja paigaldati Eesti majandite farmidesse 104 komplekti. Originaalse konstruktsiooniga kraabile said Vambola Veinla ja Oskar Kolde NSVL-i autoritunnistuse. Sama osakonna lepingu toel projekteeriti, juurutati tootmisse ja kasutusse sügavrenniga sõnniku skreeperseade. Neid toodeti ja paigaldati paljudes majandites (Alliku ja Kamara sovhoos, Ülenurme õppe-katsemajand jt).

Eelnimetatud seadmete tööprotsesside uurimise alusel koostasid ning kaitsesid Kolde ja Reppo tehnikakandidaadi dissertatsioonid. 1990. aastate alguses, kui selgus, et Kadrina EPT toodetud lattkraapkonveierid olid suure töökindlusega ja pikaealised (Sõõrike lauda 8 konveierit töötas 17 aastat), projekteeriti koostöös AS-iga Otepää ART lattkraapkonveierile hüdroajam ja pressur sõnniku hoidlasse laadimiseks. Neid seadmeid toodetakse ja paigaldatakse Eesti, Läti ja Leedu lehmalautades. Hüdroajami uurimist finantseeris Eesti Teadusfond. Tehnikamagistri töö sellest koostas ja kaitses Peeter Kaar.

Sõnniku koristamiseks laiadest rennidest uuriti, projekteeriti ja evitati sammskreeperseade. Sellel on originaalse konstruktsiooniga tööorgan ja latiga haakumise seade. Katseseadmed valmistati AS-is Otepää ART ja paigaldati Jäneda ÕNK ja Maarjakase talu (Vändra vald) lautades. Tööd finantseeris ETF. Jüri Resev kaitses skreeperseadme tööprotsessi uurimise alusel koostatud tehnikamagistri dissertatsiooni. Mart Asi uuris sõnniku kolbpumba tööprotsessi, koostas ja kaitses vastavasisulist tehnikamagistri dissertatsiooni. Ta koostas ka kolbpumpseadme üldjoonised. Töö sellel alal jätkub.

Uuriti ka söödakonveierite tööprotsesse. Võnk- ja lintkonveierite tööprotsesside võrdlusuuringut käsitles Arvo Leola tehnikamagistri dissertatsioon.

Eesti Põllumajandusministeeriumi tellimisel ja finantstoel uuriti lehmafarmide tehnoloogialiinide ja farmi kui terviku funktsioneerimise tõhusust. Töötati välja ja rakendati tõhususe hindamise koondhinnangu meetod. Suurfarmide töötulemuste hindamisel ja võrdlemisel rakendati maatriksmeetodit. Uurimismetoodika ja -tulemuste kohta koostati brošüür, mis saadeti majanditele, tootmisvalitsustele ja Põllumajandusministeeriumile. Selle töö tulemusel avaldatud tööde alusel kaitses V. Veinla tehnikateaduste doktorikraadi.

B. Reppo uuris farmiseadmete töökindlust nende ratsionaalse korrashoiusüsteemi väljatöötamiseks. Koguti vaatlus- ja mõõtmisandmeid tõrgete ja nende kõrvaldamise ajakulu kohta, koostati arvutiprogramm hooldetööde töömahu ja rahaliste kulude määramiseks. Pakuti välja ka hooldusjaamade asukohad, hooldusgraafikud ja -marsruudid. Farmi biotehniliste alusüsteemide töökindluse uurimised olid aluseks Reppo doktoridissertatsioonile. Sellealane töö jätkub, nüüd uuritakse ka erinevate tehnoloogiate töökeskkonna põhjustatud kooramatust farmitöötajale.

Piima jahutusseadmete töökindluse ja tehnohoolduse probleemide uurimine oli aluseks Viljo Viljasoo magistri- ja doktoridissertatsioonile.

Peale õppejõudude ja dissertantide osalesid teadustöös ka üliõpilased. Tulemusena on koostatud hulgaliselt auhinnatöid: vabariiklikul konkursil saadi 35 autasu, üleliidulistel konkurssidel 5 medalit ja 6 diplomit. Medaliga hinnati üliõpilaste Fedulovi, Katjuki (1974) ja Jaanimäe (1980) (juhendaja prof Vambola Veinla) ning Pettai ja Tedremaa (juhendaja v-õp Mart Asi, 1978) tööd. 1978. a autasustati üliõpilastööde kõrgeima autasuga, Üleliidulise Põllumajandusteaduse Akadeemia medaliga, üliõpilaste Mõttuse ja Schultsi töö "Lüpsiplatside tsentraliseeritud tehnilise hooldamise süsteem Eestis 1980. a." (juhendaja dots Boris Reppo). Eesti Teaduste Akadeemia autasu ja rahalise preemia sai 1995. a tehnikamagister Kaar (juhendaja prof Vambola Veinla) üliõpilaste ja magistrandide teadustööde konkursil esitatud töö "Lattkraapkonveieri hüdroajami uurimine" eest.

Õppetoolil olid tihedad sidemed Balti vabariikide sõsarülikoolide loomakasvatuse mehhaniseerimise kateedritega. Osaleti ja esineti ettekannetega Leedu ja Läti PA-s, Leningradi ja Valgevene põllumajanduse instituudi teaduskonverentsidel. Õppe-, metoodika- ja teadustöös tehti koostööd Berliini Humboldti-nimelise Ülikooliga. Sidemed ei ole katkenud ka Praha Põllumajandusülikooli farmisese transpordi mehhaniseerimise kateedriga. Viimastel aastatel on laienemas koostöö Helsingi Ülikooli põllumajandus- ja kodundustehnoloogia kateedriga, Soome Põllumajanduse Mehhaniseerimise Teadusliku Uurimise Instituudiga VAKOLA, Rootsi firmaga Alfa Laval Agri, Soome firmaga PELLONPAJA ja Zagrebi Põllumajandusülikooli põllumajandustehnika kateedriga.

Tabel 1. 40 aasta piiride iseloomustus

Aeg	1969	2009
Riik	Eesti NSV	Eesti Vabariik
Kool	Eesti Põllumajanduse Akadeemia	Eesti Maaülikool
Rektor	Arnold Rüütel	Mait Klaassen
Üksus	põllumajanduse mehhaniseerimise teaduskond	tehnikainstituut
Juhataja	dekaan Heino Möller	direktor Margus Arak
Teaduskeel	vene	inglise
Õppeprogrammid / suunised	Moskvast	Euroopa Liidust
Õpiaeg (aastat)	5	3 + 2 + 4
Õppijad	põllumajanduse mehhaniseerimise, veterinaaria, loomakasvatuse, majanduse ja agronoomia eriala üliõpilased	tootmistehnika, loomakasvatuse ja ergonoomika eriala üliõpilased
Loomakasvatuse mehhaniseerimise erialaõppejõude	4,0	1,0
Antav kvalifikatsioon	põllumajanduse insener-mehaanik	tehnikateaduse bakalaureus + magister + filosoofiadoktor osakond
Allüksus	kateeder	<u>Arvo Leola</u>
Juhataja	<u>Vambola Veinla*</u>	2 emeriitprofessorit, 2 dotsenti, 2 lektorit
Õppejõud	<u>1 dotsent, 1 vanemõpetaja, 1 assistent</u>	karjandustehnika, töökeskkond ja ergonoomika talud ja ühistud
Põhiainete valdkond	loomakasvatuse mehhaniseerimine	talud ja ühistud
Põllumajandusüksused	kolhoosid ja sovhoosid	100 000
Lehmi	308 000	6 800
Piima lehmal	3 200	
kg aastas		
Märksõnad	suurfarmid, lüpsiplatsid	külmlaudad, lüpsi- ja söödarobotid

\* Alla on kriipsutatud loomakasvatuse mehhaniseerimise õppejõud.

## Ergonoomika

Töökaitset on EPA-s õpetatud üliõpilastele 1954. a alates, kui põllumajanduse mehhaniseerimise eriala esimese lennu viiendale kursusele viidi sisse ohutus- ja tule- tõrjetehnika õppeaine. 1966. a alates kannab aine nime- tust töökaitse. Töökaitsealast õppetööd korraldas kuni 1992. a põllutöömasinate kateeder.

Töökaitse õppetool loodi tehnikateaduskonnas ise- seisva üksusena aastal 1992. Õppetooli juhatajaks valiti prof Mikk Kiisler, kes oli ka õppetooli loomise algataja. Tema juhendamisel lisandus uue õppeainena ergono- omika, alustati talu tööohutuse ja talutööde ergono- omilise uurimise alast teadustööd.

Eesti Põllumajandusülikooli (EPMÜ) reorganiseeri- mise käigus viidi 1994. a töökaitse õppetool (juhtiv õppejõud-teadlane lektor Alar Seiler) põllumajandus- tehnika instituudi koosseisu. Sellesse koosseisu integ- reeriti ka loomakasvatuse mehhaniseerimise kateeder.

Praeguseks on kogu töökeskkonna ohutuse õppetöö Eesti Maaülikoolis (EMÜ) koondunud tehnikainstituudi farmitehnika ja ergonoomika osakonda ning õpetatakse ülikooli kõikide erialade üliõpilasi.

Eesti Vabariigi iseseisvumisega tekkis paljude vald- kondade ettevõtjatel võimalus tootmistehnoloogiad uuendada. Uute tehnoloogiate juurutamisega ja vanade rekonstruktsiooniga tekkis vajadus ettevõtete jaoks ette valmistada töökeskkonna spetsialiste.

19. veebruaril 1998. a kinnitas EPMÜ nõukogu otsusega nr 3–98 tehnikateaduskonna ergonoomika eriala diplomioõppe õppekava ja lubas esimesel õppe- aastal korraldada õppetööd. Sama aasta sügisel võeti vastu esimesed üliõpilased.

Õppetöö käigus selgus, et kolmeaastase diplomioõppe õppekavaga polnud võimalik süvendatult omandada üldinseneri- ega erialaõppeaineid. Uute tehnoloogiate juurutamisel ilmnesid nii töötajate kui ka töökeskkonna- spetsialistide kvalifikatsiooni probleemid. Ohutute techno- loogiate kujundamiseks, riskihaldamiseks ja töötajate väljaõppeks oli vaja ergonoomikainsenere, kes on saa- nud põhjaliku ettevalmistuse inseneri- ja töökeskkonna valdkonnas. Sellel eesmärgil koostati ergonoomika eriala bakalaureuse- (üliõpilaste esimene vastuvõtt 2002. a) ja magistriõppe (vastuvõtt 2005. a) õppekava. Käesolevaks ajaks on ergonoomika erialal kaitstud 43 diplomi-, 55 bakalaureuse- ja 20 magistritööd, doktoriõppes õpib 3 doktoranti.

## Teadus- ja arendustegevus

Farmitehnika ja ergonoomika osakonna vastutusvaldkonnad on biotehniliste süsteemide töötehnoloogia ja farmitehnoloogia.

Peamised teadustöö suunad nendes valdkondades.

1. Töökeskkond tööstus- ja põllumajandusettevõtetes.
2. Töötaja tööraskusaste, energeetiline koormatus ja töövõime.
3. Töötaja füüsilise ja psüühilise töökoormatuse määramise metodoloogiline käsitlus.
3. Loomafarmi tehnoloogia.
4. Farmiseadmed.

Avaldatud teaduspublikatsioonide teemad sisaldavad põhimõisteid:

- lüpsja töö raskusaste ja energeetiline koormatus torusse- ja kojaslüpsil ning erineval tehnoloogial, töövõime, töökeskkond soojustamata ja soojustatud veiselautades;
- karjaku tööajakulu ja energeetiline koormatus sõnniku eemaldamisel veisefarmis;
- seatalitaja töökeskkonna sisekliima, tööajakulu sigade talitamisel, tööraskusaste ja energeetilise koormatuse määramine pulsisagedus-video meetodil (PULSAVI);
- elektrokliima mõju inimese füüsilisele ja psüühilisele töövõimele;
- sisekliima töökindlus, õhu ionisatsioon töökeskkonnas, materjalide mõju sisekliimale, sisekliimatoloogia;
- loomafarmi tehnoloogia kujundus, farmi plaanimine;
- farmiseadmete seire, katsetus ja arendus;
- automatiseeritud karjandus, karjaohjamissüsteemid, täppispidamine.

## Laboratoorse baasi arendamine

Loomakasvatuse mehhaniseerimise etapil tehti ära suur töö laboratooriumite väljaehitamisel. 1970. a koliti

Tähtverre uude majja, kus sisustati 10 uut laborit. Üleliidulist tunnustust leidsid kateedri õppejõudude koostatud ja kogumikena trükitud laboratooriumsete tööde juhendid.

Ergonoomika eriala avanedes kasutati farmitehnika laboreid ka töökeskkonna tööde tegemisel. Viimastel aastatel on aga arendatud ka erialalaboreid.

- 1998 Töötehnoloogia labor: töötehnoloogia, sisekliimatoloogia.
- 2005 Lüpsiseadmete labor koostöös DeLaval Eesti AS-iga: tööhügieen, tööfüsioloogia, tootedisain, ohutus.
- 2006 Ergonoomika labor: töökeskkond, tööprotsessid, biomehaanika, funktsionaalne anatoomia, töötervishoid.
- 2008 Soojuspumpade ja sisekliima labor koostööpartnerite Balti Kliimavent AS-i ja DeLaval Eesti AS-i seadmete toel: soojus- ja jahutus-tehnoloogiad, mikro-, para- ja elektrokliima.
- 2009 Füüsilise ja psüühilise töökoormatuse ergonoomika labor: energeetiline ja psüühiline koormatus erineva raskusastmega tööde tegemisel.
- 2009/10 Töökeskkonnaohutuse labor: elektri- ja tuleohutus, müra, vibratsioon, valgustatus.
- 2010/11 Ergodisaini labor: ergo- ja tootmisdisain.

Osakonna teadus- ja arendustööd on tunnustatud leiutise vääriliseks, mida kinnitab kasuliku mudeli tunnustus: "Sõnniku kolbpump. Autorid: V. Veinla, A. Hansen, M. Asi. Registreeritud 07.04.2003."

Paljud uurimistööd on tunnustatud mitmete konkurside laureaatideks. DeLaval-nimelise stipendiumi saanud on 25.

Kahe perioodi jooksul on üksuses, mis on kandnud kuut nime, töötanud 11 õppejõudu (tabel 2). Enamik neist jõudis teaduskraadini. Vanemate kolleegide toel koostati ja kaitsiti magistri- ja seejärel ka doktoritöid.

Hinnatav on eestikeelsete õpikute koostamine ning sellega emakeelse erialasõnavara loomine.

**Tabel 2.** Üksuse õppejõud 1969–2009

Nimi	Tööaastad	Amet, kraad
Vambola Veinla	1969–2009	emeriitprofessor, tehnikateaduse doktor
Boris Reppo	1969–2009	emeriitprofessor, tehnikateaduse doktor
Valfried Treier	1969–1973	dotsent, tehnikakandidaat
Mart Porila	1969–1970	vanemõpetaja, tehnikakandidaat
Arvo Leola	1970–2009	professor, tehnikadoktor
Anne Nööri	1970–1986	vanemõpetaja
Mart Asi	1972–2009	dotsent, tehnikateaduse magister
Vjatšeslav Rjahhovski	1976–1978	assistent
Alar Seiler	1981–2009	lektor
Viljo Viljasoo	1986–2009	dotsent, tehnikateaduse doktor
Taavi Leola	2003–2009	lektor, tehnikateaduse magister

## Kaitstud väitekirjad

Järgnevas nimistus on loetletud väitekirjad, mille kaitsmise põhjal on antud autoritele teaduskraad: tehnikakandidaat, tehnikateaduse doktor, tehnikateaduse magister.

Oskar Kolde (1977) tehn kand.

Lehmalauda sõnnikukoristuse latttransportööri tööprotsessi uurimine. (Kaitses Minskis).

Vambola Veinla (1992) D.

Lehmafarmide ja nende tehnoloogialiinide funktsioneerimise tõhususe analüüsi ja üldistatud hinnangu meetodika.

Viljo Viljasoo (1992) M.

Jahutusseadme MKA 2000L-2A töökindlus ja tehnohoolduse hooldusvahemiku optimeerimine.

Arvo Leola (1992) M.

Paiksete söödajaotite võrdlushinnang.

Mart Asi (1992) M.

Sõnniku kolbpumba töö uurimine ja parameetrite optimeerimine.

Jüri Resev (1994) M.

Tiibskreeperi tööprotsessi uurimine.

Peeter Kaar (1995) M.

Lattkraapkonveieri hüdroajami uurimine.

Raido Kõiv (1995) M.

Jahutusseadmete diagnoos temperatuuri järgi regressioonivõrrandite meetodil.

Boris Reppo (1997) D.

Lehmafarmis tehnoloogiliste elementide ja biotehniliste süsteemide töökindluse määramise ja arendamise meetodid.

Viljo Viljasoo (1998) D.

Piima jahutus-säilitusseadmete töökindlus ja selle tagamise meetodid.

Einar Mikson (2000) M.

Lehmalauda ja lüpsiplatsi sisekliima.

Arvo Leola (2001) D.

Lüpsiseadmete efektiivne kasutamine.

Indrek Tomson (2001) M.

Tehnoloogiaprotsessides kasutatavate ja saadavate materjalide mõju veiselauda kliimaparameetritele.

Taavi Leola (2003) M.

Sõnnikupressuri tööprotsessi uurimine.

Oliver Sada (2003) M.

Sigade pidamistehnoloogiate võrdlushinnang töökeskkonna faktorite alusel.

Matis Luik (2005) M.

Lüpsiseadme mõju piima kvaliteedile.

Einar Mikson (2007) D.

Soojustamata vabapidamislaudaga lehmafarmi kliima ja töökeskkonna ergonoomika.

Einari Luik (2007) M.

Soojustamata sügavallapanulaudaga lehmafarmi töökeskkond.

Anastassia Bajeva (2007) M.

Maasoojuspumba THERMIA EKO CLASSIC 155 talitus-tehniline töövõime veiselauda sisekliima tagamisel.

Natalja Bajeva (2007) M.

Veiselautade sisekliima töökindlus

Stanislav Toropov (2007) M.

Soojustamata lauda lüpsiplatsi sisekliima uurimine ja soojusvahetuse modelleerimine.

Ants Lubi (2007) M.

Jahutusseadmete diagnoos temperatuuri järgi i-IgP diagramm-meetodil.

2007. aastal kaitsesid magistritöid esimesed 3 + 2 õppe-süsteemi lõpetajad. Ka nendele antav kraad kannab nimetust tehnikateaduse magister, kuid nüüd kehtivate reeglite põhjal ei ole teaduskraad.

## Koostatud õpikud

1. Veinla, V. 1964. Loomafarmide sisetranspordi mehhaniseerimine. EPA rotaprint, Tartu, 39 lk.
2. Veinla, V. 1964. Piima lüpsi ja esmase töötlemise mehhaniseerimine. EPA rotaprint, Tartu, 34 lk.
3. Kutti, P., Liiv, E., Must, E., Veinla, V. 1966. Masinlüpsiseadmed. Valgus, Tallinn, 341 lk.
4. Loomafarmide mehhaniseerimine. 1970 (koostaja V. Veinla, kaasautorid O. Kolde, M. Porila jt). Valgus, Tallinn, 472 lk.
5. Veinla, V. 1973. Loomafarmide sisetranspordi mehhaniseerimine. Valgus, Tallinn, 223 lk.
6. Veinla, V. 1976. Lüpsikarja pidamise tehnoloogia. Valgus, Tallinn, 96 lk.
7. Lüpsiseadmed. 1977 (koostaja P. Kutti, kaasautorid E. Liiv, E. Must, A. Nööri, V. Veinla). Valgus, Tallinn, 384 lk.
8. Veinla, V. 1983. Farmisese transpordi mehhaniseerimine. Valgus, Tallinn, 263 lk.
9. Reppo, B. 1984. Farmiseadmete tehnohooldus. Valgus, Tallinn, 240 lk.
10. Farmide mehhaniseerimine. 1987 (koostaja V. Veinla, kaasautorid A. Leola, M. Liiske, A. Nööri, M. Porila, B. Reppo jt). Valgus, Tallinn, 648 lk.
11. Lehmafarmide töö efektiivsuse analüüsi meetodid. 1990. V. Veinla, M. Asi, K. Solba. EPA rotaprint, Tartu, 20 lk.
12. Eesti suurte lehmafarmide efektiivsuse hindamise tulemused. 1990. V. Veinla, M. Asi, K. Solba. EPA rotaprint, Tartu, 92 lk.
13. Masinlüps I. Lüpsiaparaadid. 1993 (koostaja V. Veinla, kaasautorid A. Leola, B. Reppo). AS Infotrukk, Tallinn, 84 lk.
14. Veinla, V. 1904. Veisefarmide tehnoloogia projekteerimise juhend. Jäneda, 124 lk.
15. Masinlüps II. Lüpsiseadmed. 1996 (koostaja V. Veinla, kaasautorid A. Leola, M. Liiske, A. Seiler, V. Viljasoo). AS Infotrukk, Tallinn, 218 lk.
16. Veinla, V., Kuiv, M., Kaar, P. 1998. Sõnniku sammkreeperseade. Eesti Põllumajandusülikool, Põllumajandustehnika instituut, Tartu, 48 lk.

17. Veisekasvatushoonete käsiraamat. 2001 (koostaja V. Luts, kaasautorid A. Leola jt). EV Põllumajandusministeerium.
18. Leola, A. 2001. Udara ehitus. Piima teke ja eritumine. Masinlüps. – Piimanduse käsiraamat (koostaja A. Olkonen). EPMÜ Loomakasvatusteaduste instituut, 44–74.
19. Leola, A., Leola, T., Luts, V. 2007. Sõnnikuhoidlate ehitamine (koost. V. Luts). Tallinn, 64 lk.
- Eeltoodu on noppeline kokkuvõte ülikooli ühe struktuuriüksuse elust 40 aasta jooksul. Ümberkorraldused on kõiki loksutanud siia-sinna, üles-alla, vasemale-paremale, aga põhieesmärk on jäänud samaks – koolitada haritud insenere.
- Huvi korral leiab järgnevas nimekirjas olevatest allikatest täiendust eeltoodule. Mitmeid teatmikke sellest nimistust on kasutatud ka käesoleva ülevaate koostamisel.
- ### TEATMIKUD
- 170 aastat kõrgemat põllumajanduslikku haridust Eestis. I osa. 1976 (toimetanud J. Kuum ja H. Kedder). Valgus, Tallinn, 164 lk.
- 170 aastat kõrgemat põllumajanduslikku haridust Eestis. II osa. 1978. (toimetanud J. Kuum ja H. Kedder). Valgus, Tallinn, 221 lk.
- Audoktorid, töötajad ja vilistlased 1991–1995. 1996. Tartu, 247 lk.
- Dr.Sc.Eng. *Professor Emeritus* Vambola Veinla. Personaalnimestik 1958–2006. 2006. Tartu, 54 lk.
- Eesti Põllumajanduse Akadeemia XV. 1966. Tartu.
- Eesti Põllumajanduse Akadeemia XX. 1971. Tallinn, 112 lk.
- Eesti põllumajanduse arendajad. 2008. Biograafiline leksikon (koostaja O. Tamberg). Tallinn. 640 lk.
- EPA Põllumajanduse Mehhaniseerimise Teaduskond. 1972. EPA, Tartu, 26 lk.
- Lühike arengulugu. 1996. Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, 158 lk.
- Meenutuste raamat. EPA PM III. 1952–1957. 320 lk.
- Tehnikateaduskond 1999...2000. 2001. Eesti Põllumajandusülikool, Tartu, 75 lk.
- Veinla, V. 1999. Loomapidamise mehhaniseerimise ala ne õppe- ja teadustöö Eesti Põllumajanduse Akadeemias (EPMÜ-s). – *Põllumajandustehnika, -ehitus ja -energeetika. EPMÜ teadustööde kogumik 204*. Tartu, 22–30.

# KROONIKA

## Tooma Sookatsejaam – 100

**Ants Bender**, põllumajandusdoktor, EMMTUI Tooma katsejaama juhataja 1977–1981

Aastal 2010 oleks saanud tähistada Tooma Sookatsejaama sajandat tegevusjuubelit, kui me seda omaegset au ja uhkust hoida oleksime osanud. Nüüd seisab juba paarkümmend aastat endine, pool sajandit tagasi viiekümnendaks juubeliks valminud, nüüdseks erastatud ja lagunev peahoone Kärdes tühjana ning vaid asjasse pühendatud inimesed võivad sealsetel sisetreppidel aimata/kuulda kunagiste kuulsuste sammude kaja. Kuigi asutus enam ei eksisteeri, on kasulik meenutada tema tekkelugu, õitsenguagegu ja hääbumise põhjusi. Midagi õppida on meil, järeltulevatel põlvedel, sellest kindlasti.

Esiolgu ei olnud soouurimine Toomal eestlaste ettevõtmine. Katsejaama asutasid Eesti- ja Liivimaa mõisnikud, kes 19. sajandi teisel poolel olid sunnitud turu konkurentsi tingimustes loobuma teraviljakasvatusest, vaheetapina ka viinapõletamisest ja linakasvatusest ning otsima jõukaks äraelamiseks teisi tootmisvõimalusi. Tööstuse areng ja koos sellega linnaelanike arvu kasv suurendasid nõudlust loomakasvatussaaduste järele. Ehitatud raudteeliinid soodustasid kauba kohalevedu, mistõttu Peterburi jt aina kasvavad linnad (ka mujal Euroopas) ei olnudki enam ülesaamatult kaugel. Leiutatud separaator võimaldas piima esmast töötlemist kohapeal. Neis tingimustes hakati Balti kubermangudes enam tähelepanu pöörama veisekasvatusele. Veiseliha, piim ja piimasaadused olid tasuv ja minev kaup. Koos veisekasvatuse edendamiselega kerkis päevakorraks suurenenud vajadus kvaliteetse, odava rohusööda järele. Väljapääsuna nähti seni madalat, väheväärtuslikku looduslikku heinasaaki andnud madalsoode kuivendamises ja neile kultuurrohumaaade rajamises. Niisugune ettevõtmine oli kulukas ja uudne – esialgu puudusid kohapeal nii teoreetilised teadmised kui praktilised kogemused. Olgu siinkohal märgitud, et soouurimiseks Toomale 1910. aastal rajatud katsejaam oli üldse esimene sellealane uurimisasutus kogu Venemaal (ühtlasi esimene põllumajandusalane teadusasutus praegusel Eesti territooriumil) nagu ka madal soo turvasmullale 1911. aastal erinevate drenimaterjalidega rajatud teadusotstarbeline kuivenduskatse.

Liivimaa Üldkasuliku ja Ökonoomilise Sotsieteedi (LÜÖS) juurde asutati 1908 Balti Sooparanduse Selts. Seltsi asutamise ettepaneku tegi Soosaare (Kolga-Jaani) mõisnik Nikolai von Sivers, esimeheks valiti Kärde mõisnik Viktor von Stackelberg. Seltsi asutamise üheks initsiaatoriks oli ka Sangaste mõisnik krahv Friedrich Berg. Kõik nimetatud olid varem oma mõisates soid parandanud ja neil oli sookultuurialaseid praktilise töö kogemusi. Selts pidi ühendama ja nõustama Baltikumi sooharijaid. Seltsi üheks põhikirjaliseks ülesandeks oli katsejaama ja katsepõldude rajamine. Selleks ostis LÜÖS märtsis 1910 Selli mõisalt Tooma talu (58 ha) ja

andis selle seltsile tasuta kasutamiseks. Selli mõisnik A. Baer, ise Balti Sooparanduse Seltsi liige, müüs katsejaamale veel 50 ha kõrgsood ja Männikjärve (20 ha), et asutatud katsejaamal oleks uurimistööks kasutada igat liiki soid ja edaspidi võimalused ka niisutamiseks.

Balti Sooparanduse Selts valis 1910. a suvel katsejaama juhatajaks A. v Vegesacki, kes pärines Vaimastvere lähedalt (seega Toomalt sugugi mitte kaugelt) (Soovik, Tomson, 2001). Ta oli Tartu ülikoolis omandanud keemiakandidaadi ja Göttingeni ülikoolis loodusteaduse doktori kraadi. Tegevuse tõhustamiseks saatis selts juhataja kõigepealt välismaale tutvuma seal juba käivitatud uurimistöödega. Orienteeruti Põhjamaadele: dr Vegesack stažeeris kahe kuu vältel Jönköpingi sookatsejaamas ning Flahulti ja Torestorpi katsemajandis. Viibis samal eesmärgil Rootsis veel ka 1911. aastal.

Isegi sada aastat hiljem paneb imestama, missuguse kiirusega suutis peamiselt mõisnikest koosnev selts katseasutuse rajada ja selle ka tööle rakendada. Juba 1910. aastal kaardistati ja looditi katsejaama maa-ala, kaevati esimesed magistraalkraavid, raadati 2,5 ha madalsood, ehitati 2 ha dreanaaži, valmis elamu sooinstruktori korteriks ja külaliste majutamiseks, alustati turbalasundi sondeerimist ja tee ehitust tookordse Tartut Tallinnaga ühendava Piibe maanteeni. Järgneval talvel asutati Tartusse erialaraamatukogu, kuhu arhiveeriti ka soode uurimisega seotud materjale, ning laboratoorium, kus sai määrata turba botaanilist koostist, füüsikalisi omadusi ja hiljem (alates 1912) teha juba ka keemilisi analüüse.

1911. aastal viidi lõpule turbalasundi sondeerimine, alustati soo taimkatte uurimist, jätkati madal soo raadamist, ehitati 10,8 ha dreanaaži, sh 8 ha suurune kuivenduskatse, sisustati meteoroloogiaväljakud nii mineraalkui kuivendatud soosalal, alustati neil regulaarsete vaatlustega, hakkas ilmuma saksakeelne perioodiline väljaanne – peakiri tõlkes: Balti Sooparanduse Seltsi Teated (aastatel 1911–1914 ilmus kokku 14 numbrit, neist 2 paarisnumbrid). Võeti osa Tsarskoe Selos korraldatud põllumajandusnäitusest, kus Tooma väljapanek pälvis korraldajatelt suure kuldmedali ja diplomi.

1912. aastal jätkusid kultuurtehnilised tööd, alustati raba kuivendamist, valmis juhatajale elamu koos tööruumidega ja ruumidega raamatukogu tarbeks. Korraldati seltsi liikmetele õppereis Soome, kus külastati nii teadusasutusi kui sookultuuri objekte. Toomal korraldati esimesed kolmepäevased sookultuuri kursused, mille kuulajateks olid mõisnikud, mõisavalitsejad ja maa-kultuuri büroo insenerid. Tooma Sookatsejaam oli nüüd juba ise asjast huvitatud välisdelegatsioonide vastuvõtjaks. Koos maakultuuri bürooga asutati Tartusse maaparandusmuuseum.



1913. aastal rajati praegusele Läti Vabariigi territooriumile Gräenhofi sookatsejaam, mis oli planeeritud Toomal saadud esialgsete katsetulemuste kontrollimiseks ja sooharimisriistade katsetamiseks suurtel pindadel. Sügiseks oli kraavitud 100 ha ja üles haritud 60 ha madalsood ning rajatud 23 ha kultuurniite, ehitatud hooneid ja teid. Toomal korraldati 70 osavõtjale sookursus.

1914. aastal laiendati Tooma Sookatsejaama. Balti Sooparanduse Selts ostis katsejaamale naabruses asuva Kubja talu (42 ha). Jõuti lõpule 8 ha rabapinna kuivendamise, kuhu oli kavas rajada raba kultiveerimise, metsastamise ja turbatootmise katsed.

Eelpool loetleti vaid Tooma Sookatsejaama suuremaid ettevõtmisi, millega paralleelselt rajati kuivendatud pindadele mitmesugustel eesmärkidel taimekasvatuse katseid, tehti vaatlusi, määrati saaki ja uuriti muutusi taimekooslustes. Tegeldi isegi heintaimede sordiretusega.

Kahjuks algas maailmasõda ja nii hoogsalt alanud tegevus rauges. Katsejaama juhataja A. v Vegesack mobiliseeriti Vene armeesse ega naasnud hiljem. Ta ei jäänud sõjakeerises siiski kadunuks, nagu väidab U. Tomberg (1990), sest on saatnud sooparanduse seltsi ja katsejaama 25. tegevusjuubeliks (1933) oma õnnesoovid (Rinne, 1933).

Sooparanduse selts valis hiljem auliikmeid ja seda nii kodu- kui välismaalt. Paneb mõtlema, et Vegesack sellesse auväärsele nimistusse ei kuulunud. Tagantjäreli mõeldes oleks ta tehtu põhjal seda tunnustust kindlasti väärinud.

Kuni 1918. aastani suudeti rahalise toetuse ärajäämise tõttu teha rajatud katsetel kord-korralt ikka vähem ja vähem mõõtmisi ja vaatlusi, aastatel 1919–1921 katsetegevus sõja ja kujunenud poliitilise olukorra tõttu seiskus täielikult.

Pika sõja kestel seiskunud Balti Sooparanduse Seltsi tegevust hakati taastama 1920. aastal. Nüüd juba muutunud tegevuspiirkonnale kohase nime all – Eesti(maa) Sooparanduse Selts. Selts otsustas Tooma Sookatsejaama tegevuse taaskäivitada, milleks kutsuti 1921. aastal ametisse Riias kõrgema agronoomilise hariduse omandanud Leopold Alfred Rinne (lõpetas sealse kõrgkooli 1915, oli samal kursusel Jaan Metsaga), kes kasutas ise lühendatud eesnime Leo, mille ta hiljem ka ametlikult vormistas. Nüüdki saadeti uus juhataja kõigepealt välismaale (Saksamaa, Rootsi, Soome) tundma õppima sealtehtut ja omandama maaparanduse ning sookultuurialaseid teoreetilisi teadmisi ja kogemusi.

Leo Rinne juhtimisel töötas Tooma Sookatsejaam kuni okupatsiooni alguseni 1940. Aastal 1938 nimetati Tooma Sookatsejaam ümber Tooma Soouurimis- ja Katseinstituudiks. Eesti Vabariigi esimese iseseisvuse aegne periood oli katsejaamale samuti edukas. Seda võiks iseloomustada järgmiste, peamiselt sookultuurialaste uurimustega, nagu soode kõlblikkuse uurimine põllumajanduslikuks taimekasvatuseks, sobivate mineeraalväetise liikide, normide ja andmisageade selgi-

tamine, soos kasvatamiseks sobivate kultuurtaimeliikide selgitamine, heinaseemnesegude väljatöötamine, rohumaa uuendamise küsimused, esimese vilja tasuvuse uuringud, kultuurtaimede sortide võrdlemine jne.

Perioodi tähtsus eestlastele seisneb selles, et sel ajal jõudis soode kuivendamine ja sookultuur massiliselt talupidajateni. Selleks aitasid kaasa sooparanduse seltsi poolt palgatud instruktorid, kuid ka eestikeelsete trükiste väljaandmine ja populaarsete sookultuuripäevade korraldamine. Regulaarselt ilmuva trükisena anti tol perioodil välja aastaraamatuna Eesti Sooparanduse Seltsi toimetisi pealkirjaga “Sookultuur” (alates aastast 1923, kokku 19 numbrit). Ajakirjas Agronoomia publitseeriti katse- ja uurimistöö aruandeid (äratrükid Eesti Sooparanduse Seltsi tööde numbrite all). Lühemaid kirjutisi anti välja seltsi lendlehtede seeriana (ligemale 70 numbrit). Tolleaegse tava kohaselt avaldati kollektiivi töökokkuvõtet juhi, s.o Leo Rinne nime all. Kokku on tema nimel ilmunud 257 tööd (Leo..., 1991) sh esimene eestikeelne maaparanduse õpik “Maaparanduse alused” (Tallinn, 1931, 210 lk). Valitses tava, et väljandes “Sookultuur” publitseeriti eelmise kalendriaasta jooksul ilmunud sookultuuri käsitlevate trükiste loend, mis aitas asjast huvitatuil erialakirjanduses paremini orienteeruda ja lihtsustas vajaliku informatsiooni hankimist.

Alates 1927. aastast korraldati (enamasti Toomal) regulaarselt sookultuuri propageerimiseks sooharijaile suviseid õppepäevi, mis omandasid suure populaarsuse ja olid alati osavõtjaterohked: osavõtjaid enamasti 400...500, 1933. aasta 18. juulil isegi ligi 700. Mõnel aastal oli sel päeval raudteel hinnasoodustus – pileteid Vägevani ja Vägevvalt tagasisõiduks müüdi poole hinnaga (Soovik, Tomson, 2001).

15. juulil 1929 külastasid Tooma Sookatsejaama Tartus toimunud Baltimaade ja Soome Agronoomide Liidu II kongressi delegaadid (110 inimest) ja olid üllatunud, kohates Eestis hästi korraldatud ning nii kõrgetasemelist katsetööd. Muuseas toodi sel puhul delegaadid Tartust kohale erirongiga, mis peatus seekord Tooma teeotsa juures (4 km enne ametlikku peatust Vägeval).

Sooharimine oli esimese iseseisvuse ajal populaarne tegevus, mida riik rakendatud meetmetega igati toetas ja soosis. Aastal 1935/36 oli Eestis registreeritud enam kui 11 000 sooharijat-põllumeest (Raidla, 1960). Siit ka riigi- ja tootjapoolne eluline huvi Tooma Sookatsejaama teadustegevuse vastu. Riigipoolse tähelepanuavaldusena autasustati 1938. a Leo Rinnet Eesti Punase Risti III klassi teenetemärgiga.

Et sookultuurialaseid teadmisi põllumeeste seas propageerida ja katsetulemusi teistsugustes oludes kontrollida, rajati 1937. a Lääne-Eestisse Oidremaale katsepunkt suurusega 56 ha.

Vaieldamatu panus sookultuuri edendamisse oli ka Toomale asutatud (1928) Sookultuuri ja Maaparanduse Koolil, kus õppetöö kestis kaks talve ja ühe suve. Kuni 1944. aastani tegutsenud õppeasutusest said erialase

ettevalmistuse ca 200 noormeest. Koolijuhina töötasid Nikolai Roosa (1928–1936) ja Osvald Ojaveer (Klimberg) (1936–1944), õppejõududena tegutsesid katsejaama töötajad. Toomal omandati suvisel ajal ka praktilise töö kogemused.

Katsejaama juhataja Leo Rinne töötas 1924. a alates samal ajal õppejõuna Tartu Ülikoolis, juhtides maaparanduse ja geodeesia õppetooli – esialgu dotsendina, kuid pärast doktoritöö kaitsmist 1927. a valiti ta algul erakorraliseks, hiljem (1929) korraliseks professoriks. Põllumajandusteaduskonna õppekavas olnud maaparanduse ja sookultuuri praktika läbisid üliõpilased suviti Tooma Sookatsejaamas. Vajalike teadmiste hankimisel abistati ühtlasi katsete rajamisel või nende läbiviimisel.

Tänapäevases mõistes oli Toomast kujunenud maaparanduse ja sookultuuri õppe- ja nõuandekeskus Eestis.

Eesti esimese iseseisvuse perioodil koostati ja kaitsiti Toomal kogutud andmete põhjal üks magistri- (Roosa, 1928) ja kaks doktoriväitekirja (Rinne, 1926; Roosa, 1933).

Nagu esimese soouurimise ajajärgu, katkestas ka seekordse eduka perioodi alanud sõda koos sellele eelnenud ja järgnenud võimuvahetusega riigis. Aastatel 1941–1944 oli Tooma Soouurimis- ja Katseinstituudi direktoriks põllumajandusdoktor August Miljan. Sõjaaastatel teadustegevus kiratses, kuid ei seiskunud seekord päriselt kunagi. Sõjatules hävisid Tartus paiknenud laboratoorium ja raamatukogu.

Pärast sõjavankri teistkordset Eestist ülerullumist taastati Toomal 1944. a sügisel soouurimistegevus. Algas kolmas tegevusperiood, millele oli iseloomulik esialgu sage asutuse juhi, allumise ja nime vahetumine. Aastatel 1944–1946 juhtis instituuti Juhan Müür, 1946–1954 August Kalman, 1955–1956 aga Ivan Filipenko. Tooma Soouurimise ja Katseinstituut viidi 1946. a Eesti NSV Teaduste Akadeemia alluvusse, kus kandis nime-tust Taimekasvatuse Instituudi Tooma filiaal. 1949. aastal asutuse iseseisvus veel taastati kaheksaks aastaks. Sel perioodil kandis asutus nime Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Teadusliku Uurimise Instituut. Sama aasta 25.–26. juunil toimus Toomal kogu ajaloo tähtsündmus. Siin, Nõukogude Liidu vanimas soouurimise keskuses, korraldas Eesti NSV Teaduste Akadeemia bioloogia- ja põllumajandusteaduste osakond sookultuurile pühendatud teadusliku sessiooni, millest oli osavõtjaid ligi 1000. Nende seas kuulsad teadlased Moskvast, Valgevenest ja mujalt impeeriumi piirkondadest. Ettekannetega esinesid Eesti NSV Teaduste Akadeemia president akadeemik, professor Hans Kruus, akadeemik-sekretär Johan Eichfeld, samuti Tooma teadlased August Kalman, Jüri Känd, Andres Jaanson jt.

1956. a järgnes uus reorganiseerimine ja Tooma uurimisasutus liideti vastloodud, Tallinnasse organiseeritud Eesti Maaviljeluse ja Maaparandus Instituudi koosseisu, kandes edaspidi pikka aega nimetust Tooma katsebaas. Sõjajärgsel perioodil töötas Toomal kolm sektorit: soouurimise, sookultuuri ja söödatootmise sektor ning tootmiskatsete grupp. Viimase alla kuulus ka

tootmistegevus. Neljas, maaparandussektor asus Tallinnas, sinna asutati ka laboratoorium.

Kuigi sõja tõttu ja poliitilistel põhjustel Toomal töötajaskond suures osas vahetus, suudeti peale sõda veel süvendatult teadust teha. Rajati uued, Toomal läbi aegade kolmandad kuivenduskatsed, millest õnnestus saada ka väärtuslikke uurimisandmeid. Jätkuvalt tegeldi Eesti soode uurimisega ja nende sobivuse selgitamisega taimekasvatuseks kasutamiseks, valiti kohapeal sookultuuriks sobivaid taimeliike, tehti mineraalpinna ja madalsool mikrokliima uuringuid, katsetati rohumaade seemneseid mitmesuguse lagunemisastmega turvasmuldadel jne. Pärast instituudi käsutuses oleva maa-fondi suurenemist pöörati järjest enam tähelepanu tootmistegevusele. Piimakarja pidamisel tehti ainulaadseid söötiskatseteid, kus võrreldi turvasmullal toodetud söötasid mineraalmullal kasvatatutega ja tõestati nende võrdsus. Peatähelepanu kandumine tootmistegevusele oli põhjuseks, miks töö raskuspunkt kandus Toomalt naaberkiilla Kärdesse. Sinna ehitati katsebaasile ka uus peahoone (valmis 1959) ja peamised tootmishooned. Seal peeti 1960. a asutuse poolesajandat juubelit. Sel puhul suudeti välja anda selle perioodi ainuke, kuid see-eest mahukas ja kõvade kaantega teadustööde kogumik “50 aastat sookultuuri-alast uurimistööd Eestis” (Tallinn, 1960, 357 lk). 1964. aastal ilmus kogumik “Eesti NSV sood” (Tallinn, 1964, 220 lk.). See oli ka käsitl-tava perioodi edusammude kulminatsioon. Pärast sõda alustanud noor teadlaskond oli oma väitekirjade tarbeks katseandmed kogunud ja üldistanud. Nüüd leidsid need tee trüki ja sellega koos avalikkuseni.

Siit hakkas Tooma ja soouurimise hääbuma. Juba peale kollektiviseerimist langes massiline huvi sooparanduse vastu: kui maainimeselt maa ära oli ära võetud, puudus edaspidi tal ka isiklik huvi seda kuivendada ja harida. Huvi püsis maid, sh soid parandada kolhoosidel-sovhoosidel, kuid see oli enamasti kitsama ringi amet-nike huvi.

Tooma nimi jõudis lisaks soouurimisele järjest enam inimeste teadvusesse kui eesrindlik piimatootja majand, kus aasta keskmine väljalüps lehma kohta oli vahemikus 4500–5000 l, mis oli Eesti NSV-s üks kõrgemaid. Tooma katsebaasi kari oli sel ajal eesti punase karja I grupi tõulava. Edusammud veisekasvatuses tuginesid suuresti tootmiskatsete sektori juhi (aastast 1950) ja katsebaasi silmapaistvalt eduka direktori (aastad 1956–1964) Aleksander Raidla entusiastlikul tööle.

Tooma teadusasutusena sai uue löögi, kui 1956. a loodi põllumajandusministeeriumi haldusalas Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut (EMMTUI). Selle üleviimisel Tallinnast Sakku (1959) liideti Toomal tegutsenud soodeuurimise sektor mullauurimise osakonnaga, sookultuuri sektor taimekasvatuse osakonnaga, maaparanduse sektor kujundati ümber rajatud instituudi osakonnaks, kus soodeuurimine ja sookultuurialane uurimistöö hääbusid üsna kiiresti. Tooma Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudi laboratooriumist kujundati EMMTUI kesklaboratoorium. Katsetegevus Oidremaal lõpetati. Toomale jäi alles vaid

tootmistegevus ja grupp rohumaa viljelusega tegelevaid teadureid Sakus asuva instituudi rohumaa viljeluse osakonna koosseisus. See grupp lagunes pikkamisi, kui nooremad uurijad suunati majanditesse ja vanemate jäid pensionile. Seiskus elamuehitus, noorte pealekasv takerdus, teaduse rahastamine muutus üha tagasihoidlikumaks ja tagasihoidlikumaks. Gruppi püüti turgutada mujal, teisel erialal kraadihariduse omandanud inimestega, kuid nõrga finantstausta tõttu ei toonud see loodetud edu.

Tooma Katsebaas oli pikka aega Eesti Põllumajanduse Akadeemia agronoomiateaduskonna üliõpilastele sookultuuri suvise õppepraktikumi läbimise kohaks. Sookultuuri kauaaegse (1956–1976) õppejõu professor Karl Annuki Eesti Põllumajanduse Akadeemiast lahkumise järel kustutati see õppeaine õppekavast, mistõttu tulevased agronoomid sookultuuri alal enam ettevalmistust ei saanud.

Tooma katsejaama lõpuperioodil töötasid seal Jüri Karelson (snd 1944) maaparanduse erialal (töötamise aastad 1970–2008), põllumajanduskandidaat Valve Pärnaste (Smoljakova) (snd 1923) sookultuurkarjamaade alal (1973–1986), põllumajanduskandidaat Milvi Koitjärvi (snd 1934) sookultuurniitude alal (1973–1989), põllumajanduskandidaat Tiit Nõges (snd 1916) sookultuurniitude alal (1939–1986), põllumajanduskandidaat Uno Tamm (snd 1938) katsejaama juhataja (1974–1976) ja põllumajanduskandidaat Ants Bender (snd 1945) katsejaama juhataja (1977–1981). Praeguseks on sellest koosseisust Tiit Nõges lahkunud teispoolsusesse, Jüri Karelson pensioneerunud (elab Tartus), Milvi Koitjärvi ja Valve Pärnaste on pensionil, elavad Jõgeval, Uno Tamm töötab Eesti Maaviljeluse Instituudis ja elab Sakus, Ants Bender töötab Jõgeva Sordiaretuse Instituudis ja elab Jõgeva alevikus.

1981. aastal likvideeriti Toomalt katsejaama juhataja ametikoht, 1989 hääbus kogu rohumaa viljelusalane tegevus. Osa hooneid kanti Jõgeva Sordiaretuse Instituudi bilanssi, maaparanduse eriala teadur Jüri Karelson töötas vaid osalise tööajaga sama Jõgeva instituudi koosseisus kuni 2008. aasta juulini. Tema ülesandeks oli teha vaatlusi ja mõõtmisi kuivenduskatsetel. Nii võime öelda, et teadusliku uurimistöö täielik lõpp Toomal saabus poolteist aastat enne asutuse sajandat juubelit.

Toomal kogutud andmete baasil kaitsti nõukogude perioodil kokku 10 teaduste kandidaadi väitekirja: Uno Tomberg tehnika-, Hilja Kurm geograafia-, Karl Veber geoloogia- ja Helmo Niine keemia-, Alfred Truu, Ilmar Eisen, Endel Hirmo, Vilmar Kruus, Tiit Nõges ja Hubert Jürgen põllumajandusteaduse erialal.

Toomal töötanutele on tunnustusena pälvinud teenelise agronoomi aunimetuse Tiit Nõges (1957) ja Aleksander Raidla (1960). Toomal oma teadlaseteed alustanud ja hiljem seda edukalt Sakus jätkanud põllumajanduskandidaat Vilmar Kruusile anti teenelise teadlase aunimetus (1986).

## Tooma Sookatsejaamale püstitatud ülesanded ja nende täitmine

1911. a kevadel kinnitas Balti Sooparanduse Selts Tooma Sookatsejaamale järgmised ülesanded ja uurimisteemaatika. See loend koosnes esialgu kümnest punktist:

- 1) soode iseloomu ja omaduste selgitamine taimekasvatuse ning alus- ja kütteturba tootmise seisukohalt;
- 2) soode ratsionaalsete kuivendusviiside väljatöötamine;
- 3) raadamistööd ja riistad;
- 4) turvasmulla harimisviisid ja -riistad;
- 5) soomuldadele sobivad kultuurid ja nende kasvatuse viisid;
- 6) sobivate sortide aretus- ja parandustöö;
- 7) väetised ja väetamine;
- 8) umbrohu-, taimehaiguste ja -kahjurite tõrje;
- 9) soode metsastamine;
- 10) soo ja mineraalma kliima erinevuste selgitamine.

Hiljem lisandunud üheteistkümnese ülesanne: soomuseumi rajamine.

Ajaloolises tagasivaates võime tõdeda, et kõigi püstitatud ülesannetega on Toomal asunud ja eri nimesid kandnud teadusasutuses ka tegeldud. Teistest küsimustest mõnevõrra vähem on tähelepanu pööratud turvasmuldadele sobivate sortide aretamisele. Seda küllap seetõttu, et naabruses, Jõgeval, on sellele temaatikale pühendunud uurimisasutus pikka aega töötanud ja dubleerimisel ei leitud mõtet. Heintaimede sordiaretusega on Toomal siiski lühikest aega tegeldud nii enne kui pärast esimest maailmasõda. Teadaolevalt ei ole Tooma Sookatsejaamas kunagi töötanud ühtki taimehaiguste ja -kahjurite eriala teadurit. Seda lünka on täitnud Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituudi kauaaegne vanemteadur Vambola Maavara, kelle kandidaadi dissertatsiooni teema oli “Eesti NSV rabade entomofauna ja selle muutumine inimtegevuse mõjul” (Tartu, 1955). Ka soode metsastamise küsimuste uurimisel on Eestis suuremaid teeneid teistel asutustel – esmajoones omaaegsel Eesti Metsainstituudil. Kaalukaim töö selles aineallas on Uno Valgu doktoriväitekirja teemal “Eesti rabad, nende metsanduslik-ökoloogiline iseloomustus ja kasutamise perspektiivid metsamajanduses” (Tartu, 1968). Soomuseum enne esimest maailmasõda küll loodi ja see töötas Tartus, kuid hävis sõjatules. Hiljem Toomal kogutud muuseumiväärtusega eksponaadid on üle antud Eesti Põllumajandusmuuseumile.

Nagu nii pika eksisteerimisaja puhul loogiline, on osal Tooma Sookatsejaama teadustulemustel püsi-, osal vaid ajalooline väärtus. Viimaste hulka kuuluvad omaaegsed ratsionaalsed raadamisviisid (enamik töid käsitsi) või raadamis- ja mullaharimisriistad ning hobuste sookingad, mis mehhaanilise veojõu kasutuseletulekuga minetasid tähtsuse. Ka väetiste nomenklatuur on vahetunud, kuid normid toimeainena kehtivad tänini.

Tooma teadurite poolt tehtud uurimistööd Eesti soode tundmaõppimisel, nende kuivendamisel ja kliima uurimisel on fundamentaalsed ega ole inimpõlvede vaheldumisega oma väärtust kaotanud. Sama võib kinnitada ka teadustulemuste kohta sookultuuri (eriti rohu-maaviljeluse ja söödatootmise) vallas.

Kõigi Eestis tegutsenud õppe- ja teadusasutuste soode temaatikat käsitletud uurimused on kokkuvõttena publitseeritud 1988. aastal väljaantud, rohkelt illustreeritud suurteoses "Eesti sood" (koostaja U. Valk) (Tallinn, 1988). Turvasmuldade kuivenduse alaseid uurin-guid Toomal on ajaloolisest aspektist käsitletud Enn Soovik ja Hans Tomson raamatus "Maaparandusuurin-gud" (Saku, 2001). Samas esitatakse ka selle valdkonna bibliograafiline ülevaade.

**Tagasivaates: mis raskendas teadusetegemist** (siin lühiduse mõttes vaid maaparanduse näitel, jättes kõrvale takistused, mis tulenesid nappidest rahalistest võimalus- test)

Maaparandus on sookultuuri põhialus, samas väga kulukas ettevõtmine, mis tasub end alles aastakümne- tega. Kuivendusnorme ja ökonoomseid drenimaterjale selgitavad katsed vajavad läbiviimiseks ja õnnestumi- seks stabiilset riigikorda ja finantseerimist (finantseeri- mise allikal ei ole seejuures tähtsust). On ülitähtis, et ka uurijad-teadlased, kes katse planeerisid, selle läbiviimi- se ajal ei vahetuks. Kahjuks juhtusid teadlastest mitte- olenevalt niisugused äpardused Toomal mitmel korral.

Nagu eespool märgitud, rajati esimene madalsoo turvasmulla dren-kuivenduskatse 1911. aastal. Kahjuks algas juba mõne aasta pärast I maailmasõda, mis kat- kestas katsetegevuse, seda juhtinud A. v Vegesack vär- vati armeesse ning ta ei pöördunudki enam Toomale tagasi.

See, mis rahaliselt oli mõisnikele jõukohane, ei olnud seda esialgu noorele Eesti Vabariigile. Uute ma- dalsoo kuivenduse ja drenimaterjalide katsete rajami- seks õnnestus raha hankida ja need ka rajada alles aastatel 1933–1935. Riigikorra vahetus järgnes seekord viie, sõda algas kuue aasta pärast. Katsete algataja pro- fessor Leo Rinne vabastati uute võimude poolt katse- jaama juhataja kohalt 1940. a, 1944. aasta septembris lahkus ta Eestist. Tema juhendamisel rajatud nii olulis- test katsetest jäid tal endal kahjuks kokkuvõtted tege- mata. Sõja tõttu katsetegevus Toomal kannatas. Püüti küll ennastsalgavalt mitte lasta vaatlusriidadel katkeda, kuid 11. septembril 1944 vaatlused kuivenduskatsel siiski seiskusid, katsealadelt jäi sel aastal ädalasaak ko- ristamata, osa katseandmeid läks sõjas kaduma. Sõja- eelsete aastate suved olid sademete hulgal ja jaotuselt ebatüüpilised (põuased), mistõttu katsete läbiviimise periood jäi lühikeseks ega suutnud anda usaldusväärseid andmeid, mille alusel teha põhjanevaid teoreetilisi järeldusi.

1949. aastal sai valmis uus, 9-hektarine veerežiimi reguleerimise katse. Kuid juba 1950. aastal sunniti insti- tuudist lahkuma tookordne maaparandussektori juhataja Jüri Känd – poliitiline põhjus: kuulumine omaaegsesse

Vabadussõdalaste Liitu. Lahkuma sunniti ka sektori teadur Andres Jaanson. Temale heideti ette kuulumist Omakaitseesse. 1. aprillist 1950 tuli instituuti tööle Ilmar Eisen, kes ei olnud ise küll kuivenduskatset planeerinud ega rajanud, kuid suutis, nagu öeldakse, kolmandal katsel viia katse lõpuni ja ka tulemuste põhjal teha vajalikud järeldused. Kahjuks hukkus see andekas teadur noorelt 1962. a.

## Tooma Sookatsejaamas kogutud andmete põhjal teaduskraadi kaitsnud töötajate lühielulood

**Leo Rinne** (a-ni 1936 Alfred Leopold) sündis 19. det- sembril 1892 Pärnus. Lõpetas 1915 Riia Polütehnilise Instituudi (polütehnikumi) ja 1916 Peterburi suurtükiväe akadeemia. Töötas esialgu Kaluuga kubermangus agronoomina (1917–1920). Täiendas end Saksamaal, Rootsisis ja Soomes (1921). Oli 1921–1940 Eesti Soo- paranduse Seltsi Tooma sookatsejaama (aastast 1938 Tooma Soourimis- ja Katseinstituut) juhataja, ühtlasi 1924–1944 Tartu ülikooli õppejõud, aastast 1927 pro- fessor. 1927. aastal kaitses Leo Rinne doktoriväitekirja teemal "Eesti madalsoode kõlblikkusest põllumajandus- likuks taimekasvatuseks". Oli aastatel 1931–1940 Vee- ja Maaparanduse Ühingute Liidu esimees. Lahkus 1944 Saksamaale ja hiljem edasi USA-sse, kus sooritas teede- inseneri eksami ja töötas aastani 1963 San Franciscos. Leo Rinne suri 22. jaanuaril 1976 Carmelis, California osariigis.

EE 8. kd, lk 151.

**Alfred Truu** sündis 15. novembril 1897 Tallinnas. Lõ- petas Tartu Ülikooli 1932 õpetatud agronoomina. Töö- tas aastatel 1945–1956 Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparandus- ja Sookultuuri Instituudis sektorijuhataja- na ja 1956–1967 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi soode uurimise osakon- na ja mullauurimise osakonna vanemteadurina. Juhtis pikka aega Eesti soode uurimist, mil uuriti läbi enamik Eesti soid. Uuris ka soode põllumajandusliku kasuta- mise võimalusi. Alfred Truu kaitses 1956 väitekirja tee- mal: "Eesti NSV ordoviitsiumiala sood ja nende põllu- majandusliku kasutamise perspektiivid" (162 lk) ja talle anti põllumajanduskandidaadi teaduskraad. Alfred Truu suri 28. septembril 1984 Tallinnas.

Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006 (koostanud A. Kallas). Saku, 2006, lk 24.

**Enn Terasmäe** (a-ni 1936 Nikolai Roosa) sündis 20. detsembril 1899 Kabala vallas tookordses Viljandi maa- konnas. Lõpetas 1927 Tartu Ülikooli. Töötas Tooma Sookatsejaamas administraatori ja abijuhatajana 1924– 1932. Aastal 1929 kaitses Nikolai Roosa magistritöö teemal "Esimese vilja tasuvus madalsool" ja 1934. aastal doktoritöö teemal "Külviaja mõjust lõikustoodangule madalsool". Oli Tooma Sookultuuri ja Maaparandus- kooli juhataja aastatel 1928–1936, hiljem (1936–1938)

Haridusministeeriumi põllumajandus- ja kodumajanduskoolide peainspektor ja põllutööministri asetäitja (1938–1940). Sõja ajal töötas Eesti Omavalitsuse Majandus- ja Rahandusdirektooriumi asedirektorina ja ajakirja Põllumajandus toimetuse nõukogu esimehena. 1944 emigreerus Rootsi, kus töötas Uppsala põllumajanduskõrgkoolis katseasjanduse eriteadlasena. Siirdus 1952 Kanadasse, kus uuris Guelpi ülikoolis taime mikroelementide tarvet ja nende toimet taimekasvule. Oli samas aastatel 1960–1965 taimekasvatuse professor. Pärast pensionile jäämist pidas koos pojaga lihavesifarmi. Enn Terasmäe suri Frankfordis Ontario provintsis 17. augustil 1990. a. EE 9. kd, lk 383–384.

**Karl Veber** sündis 22. detsembril 1915 Alüksne vallas Lätis. Lõpetas 1950 Tartu Riikliku Ülikooli geoloogia eriala. Töötas 1950–1956 Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudis teadurina ja 1956–1982 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudis mullauurimise osakonna teaduri ja vanemteadurina. Uuris Eesti soid, nende levikut ja omadusi. Karl Veber kaitses 1965 väitekirja teemal “Kirde-Eesti soode geoloogiast” (342 lk) ja talle anti geoloogiakandidaadi teaduskraad. Võttis Eestis soode uurimisel kasutusele õietolmu analüüsi, algatas järvemuda uurimist ja propageeris selle kasutuselevõtmist. Saku perioodi hilisematel aastatel pühendus mineraalmuldade uurimisele. Karl Veeber suri 23. septembril 2008. a Sakus.

Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006 (koostanud A. Kallas). Saku, 2006, lk 24.

**Tiit Nõges** sündis 8. juunil 1916 Vana Põltsamaa vallas praegusel Jõgevamaal. Lõpetas 1950 Tartu Riikliku Ülikooli õpetatud agronoomina. Töötas Toomal aastast 1939 agronoomi ja samas aastani 1986 erinevate katseasutuste koosseisus teaduri ja vanemteadurina. Oli aastatel 1964–1974 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasi juhataja. Uuris sookultuurniite, töötas välja nende tüübitiku. Tiit Nõges kaitses 1971 väitekirja teemal “Sookultuurniitude tüübid ja nende bioloogilised ning majanduslikud omadused” (272 lk) ja talle anti põllumajanduskandidaadi teaduskraad. Tiit Nõges suri 18. märtsil 1993 Tallinnas.

Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006 (koostanud A. Kallas). Saku, 2006, lk 56.

**Ilmar Eisen** sündis 27. märtsil 1922 Osula vallas Võrumaal. Lõpetas 1948 Tartu Riikliku Ülikooli õpetatud agronoomina, oli seejärel agronoomina tööl Nõgiaru ja Teedla sovhoosis. Aastast 1950 töötas Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudis teaduri ja aastast 1953 vanemteadurina, kus uuris turvasmuldade vee- ja õhurežiimi ning võimalusi nende reguleerimiseks kuivendamise abil. Ilmar Eisen kaitses 1955 väitekirja teemal “Põhjavee sügavuse mõju vähekõdunenud turbamulla viljakusele” (169 lk) ja talle

anti põllumajanduskandidaadi teaduskraad. Lõi soode kuivendamise optimaalse intensiivsuse tagamise teaduslikud alused. Ilmar Eisen suri 3. augustil 1962 Toomal.

Eesti teaduse bibliograafiline leksikon. Tallinn, 2000, lk 226–227.

**Endel Hirmo** sündis 30. novembril 1924 Põlva vallas, tookordse territoriaalse jaotuse järgi Võrumaal. Lõpetas 1944 Väimela Põllumajanduskeskkooli ja 1949 Tartu Riikliku Ülikooli õpetatud agronoomina. Töötas aastast 1949 Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudis ning Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasis teaduri, aastast 1963 vanemteadurina. Uuris eri kultuuride kasvatamisvõimalusi turvasmullal, soomuldade vasesisaldust ja vaskväetiste kasutamist. Endel Hirmo kaitses 1962 väitekirja teemal “Vaskväetiste efektiivsusest ja tarbest Eesti NSV turvasmuldadel” (182 lk) ja talle anti põllumajanduskandidaadi teaduskraad. Endel Hirmo suri 21. novembril 1977 Tartus.

Eesti teaduse bibliograafiline leksikon. Tallinn, 2000, lk 386.

**Hilja** (Kurm) **Allikvee** on sündinud 9. augustil 1926 Saarde vallas Pärnumaal. Lõpetas Tartu Riikliku Ülikooli 1954 geograafia erialal. Ta töötas aastatel 1953–1956 Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudis ja 1957–1967 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi mullauurimise osakonnas teadurina. Hilja Kurm kaitses 1966. a väitekirja teemal “Eesti NSV soode maastikulis-sooteaduslik iseloomustus” (240 lk) ja talle anti geograafiakandidaadi teaduskraad. Edasi töötas Hilja Allikvee Geoloogia Valitsuse turbarühma vanemgeoloogina ja aastast 1982 Geoloogia Instituudis teadurina. Uurimistöö tulemusena on avaldanud Eesti soode detailse rajoneeringu, ülevaateid soode arengu, turbalasuundi tüüpide, omaduste ja turbavaru kohta. Koos K. Veberiga töötas välja soouurimise meetoodika, on osalenud Eesti soode kaardi ja teatmike koostamises.

Eesti teaduse bibliograafiline leksikon. Tallinn, 2000, lk 59.

**Vilmar Kruus** on sündinud 7. aprillil 1927 Tuhala vallas Harjumaal. Lõpetas 1946 Jäneda Põllumajandustehnikumi ja 1950 Tartu Riikliku Ülikooli põllumajandusteaduskonna õpetatud agronoomina. Töötas aastatel 1949–1956 Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudis laborandi ja teadurina ning 1956–1962 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasis teadurina. Uuris Toomal üheaastaste kultuuride kasvatamist kuivendatud turvasmullal. Vilmar Kruus kaitses 1962 väitekirja teemal “Söödajuurviljade kasvudünaamikast ja agrotehnikast turvasmullal” (223 lk) ja talle anti põllumajanduskandidaadi teaduskraad. Pärast kandidaadikraadi omandamist viidi üle Sakku põllunduse osakonna vanemteaduriks. Oli kaua aega (1967–1992)

Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teadusdirektor, hiljem teadussekretär. Koordineeris pikka aega taimekasvatustööd uurimistööd instituudis, aga samuti koostööd eesti- ja välismaiste uurimisasutustega. Elab Sakus ja on pensionil.

Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006 (koostanud A. Kallas). Saku, 2006, lk 21.

**Helmo Niine** on sündinud 24. detsembril 1928 Tallinnas. Lõpetas 1953 Tallinna Polütehnilise Instituudi anorgaaniliste ainete tehnoloogiainsenerina. Töötas 1952. aastast Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudis laborandi ja teadurina. Peale asutuste liitmist 1956 jätkas tööd Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi keemialaboratooriumis, aastast 1968 vanemteaduri, 1971–1991 laboratooriumi juhataja ja aastatel 1991–2001 jälle vanemteadurina. On uurinud turvasmuldade agrookeemilisi omadusi, muldade lubjatarvet ja söötade väärtust. Helmo Niine kaitses 1965 väitekirja teemal “Eesti NSV turvasmuldade agrookeemilistest omadustest” (123 lk) ja talle anti keemiakandidaadi teaduskraad. Helmo Niine elab Sakus ja on pensionil.

Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006 (koostanud A. Kallas). Saku, 2006, lk 41.

**Hubert Jürgen** sündis 17. septembril 1929 Paines. Lõpetas Eesti Põllumajanduse Akadeemia õpetatud agronoomina 1955. On töötanud aastatel 1955–1963 ja 1973–1989 mitmel pool agronoomi ja majandijuhina. Aastatel 1963–1973 töötas Hubert Jürgen Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Instituudi Tooma katsebaasis teadurina. Tema uurimisteema oli seotud soo kultuurniitude viljakusega. Töötas välja turvasmuldadel lämmastikväetise kasutamise optimaalsed normid. Hubert Jürgen kaitses 1972 väitekirja teemal “Soo kultuurniitude saagi tõstmise ja selle kvaliteedi parandamise võimalusi” (195 lk) ja talle anti põllumajanduskandidaadi teaduskraad. Hubert Jürgen suri 15. veebruaril 2006. a.

Eesti teaduse bibliograafiline leksikon. Tallinn, 2000, lk 494.

**Uno Tomberg** sündis 13. mail 1929 Vao vallas Virumaal. Lõpetas 1952 Tallinna Polütehnilise Instituudi hüdrotehnikainsenerina. Õppis aastatel 1954–1957 aspirantuuris. Töötas 1957–1966 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi maaparanduse osakonna teaduri ja vanemteadurina, 1966–1987 sama osakonna juhatajana ja aastatel 1987–1993 juhtivteadurina. Uuris soode kuivendamist. Uno Tomberg kaitses 1959 väitekirja teemal “Turvasmuldade kuivendamine drenaažiga Eesti NSV tingimustes” (331 lk) ja talle anti tehnikakandidaadi teaduskraad. Oli Eesti maaparandusuuringute kõrgperioodil nende tööde teaduslik-administratiivne juht. Uno Tomberg suri 7. juunil 1994. a Tallinnas.

Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006 (koostanud A. Kallas). Saku, 2006, lk 27.

## Lisaks eeltooduile Toomal töötanud ja laiemalt tuntud teadurid

**Paul William Thomson** sündis 3. jaanuaril 1892 Tallinnas. Lõpetas 1915 Peterburi ülikooli. Kaitses 1927 Riias loodusteaduste doktori kraadi. Töötas Tartu Ülikoolis geoloogia ja paleontoloogia eradotsendi ja dotsendina 1928–1939, 1938–1939 pidas loenguid ka Königsbergi ülikoolis. Suvekuudel 1923–1939 töötas Tooma Sookatsejaamas botaanikuna. Lahkus Eestist Saksamaale 1939. Töötas hiljem Kieli ülikoolis geoloogiainstituudi asedirektorina, 1941–1945 Poznani ülikoolis geoloogia ja mineraloogia instituudi direktori ja professorina, 1946 töötas Hannoveri mullauurimise ametis ja 1947–1953 Krefeldis Põhja-Rein-Vestfaali liidumaa geoloogiaametis (aastast 1952 peageoloogina). Algatas Eestis palünoloogia- ja soogeoloogiaalase uurimise, oli palünoloogilise uurimismeetodi rajajaid ja selle esimesi kasutajaid. Tegi hiljem Saksamaal põhjalikke uurimusi pruunsöe tekke kohta. Paul William Thomson suri 13. detsembril 1957 Bonnis.

EE 9. kd, lk 409.

**Aleksander (Juhanson) Raidla** sündis 29. novembril 1904 Halinga vallas Pärnumaal. Lõpetas Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonna 1928 ja asus tööle rohumaa-viljeluse eriteadlasena, oli Eesti Niidu ja Karjamaade Ühingu organiseerija ja sekretär (1932–1936) ning aastaraamatu “Niit ja karjamaa” tegevtoimetaja (1929–1937), hiljem Põllutöökoja agronoom. Aastal 1950 asus tööle Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituuti alul teadurina, töötas aastatel 1956–1964 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasi juhatajana. Töötas välja turvasmuldadel asuvatele kultuurkarjamaadele vajaliku kuivendusnormi ja karjatamisgrupi maksimaalse suuruse. Tõestas mahukate söötmisskatsetega, et soo-kultuurkarjamaa sööda kvaliteet ei jää maha mineraalmuldadelt saadava karjamaasööda kvaliteedist. Oli edukas eesti punase veisetõu aretaja. Ootamatu surm katkestas väitekirja vormistamise. Valmis jõutud osa ilmus pärast autori surma trükist raamatuna “Tooma Katsebaasi piimakarja kujundamine”. Tallinn, 1966, 92 lk + lisad. Aleksander Raidla suri Toomal 13. jaanuaril 1964.

Eritüübiliste rohumaaade rajamine ja kasutamine, I osa (koostaja A. Bender). Tartu, 2006, lk 32–33.

## Viidatud kirjandusallikad

50 aastat sookultuuri-alast uurimistööd Eestis. Tallinn, 1960, 356 lk.

Eesti Entsüklopeedia 8. kd. Tallinn, 1995, 704 lk.

Eesti Entsüklopeedia 9. kd. Tallinn, 1996, 703 lk.

Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006 (koostanud A. Kallas). Saku, 2006, 205 lk.

Eesti NSV sood. Tallinn, 1964, 220 lk.

- Eesti sood (koostaja U. Valk). Tallinn, 1988, 343 lk.
- Eesti teaduse bibliograafiline leksikon, I kd. Tallinn, 2000, 704 lk.
- Eisen, I. Põhjavee sügavuse mõju vähekõdunenud turbamulla viljakusele. Tartu, 1955, 169 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine, I osa (koostaja A. Bender). Tartu, 2006, 338 lk.
- Hirmo, E. Vaskväetiste efektiivsusest ja tarbest Eesti NSV turvasmuldadel. Tartu, 1962, 182 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Järvesoo, E. Professor Leo Rinne sajandaks sünniaastapäevaks. – *Agraarteadus*, 1992, nr 3, lk 131–153.
- Jürgen, H. Soo kultuurniitude saagi tõstmise ja selle kvaliteedi parandamise võimalusi. Tartu, 1972, 195 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Kruus, V. Söödajuurviljade kasvutünaamikast ja agrotehnikast turvasmullal. Tartu, 1962, 223 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Kurm, H. Eesti NSV soode maastikulis-sooteaduslik iseloomustus. Tartu, 1966, 240 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Leo Rinne personaalnimestik (koostaja A. Juske). Tallinn, 1991, 40 lk.
- Raidla, A. Ülevaade Tooma Katsebaasi asutamisest ja tegevusest. – 50 aastat sookultuuri-alast uurimistööd Eestis. Tallinn, 1960, lk 5–34.
- Raidla, A. Tooma Katsebaasi piimakarja kujundamine. Tallinn, 1966, 92 lk + lisad.
- Rinne, L. Eesti madalsoode kõlblikkusest põllumajanduslikuks taimekasvatuseks. Tartu, 1926, 300 lk. (Doktoridissertatsioon).
- Maavara, V. Eesti NSV rabade entomofauna ja selle muutumine inimtegevuse mõjul. Tartu, 1955, 399 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Niine, H. Eesti NSV turvasmuldade agrokeemilistest omadustest. Tartu, 1965, 123 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Nõges, T. Sookultuurniitude tüübid ja nende bioloogilised ning majanduslikud omadused. Tartu, 1971, 272 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Rinne, L. Maaparanduse alused. Tallinn, 1931, 210 lk.
- Rinne, L. Eesti Sooparanduse Seltsi ja Tooma Sookatsejaama tegevusest 25 a. juubeli puhul (eesti ja inglise keeles). Tartu, 1933, 31 lk.
- Rinne, L. Eesti Sooparanduse Seltsi ja Tooma Sookatsejaama tegevusest 1933/34. aastal. – *Sookultuur*, XIII, 1934, lk. 3–9.
- Roosa, N. Esimese vilja tasuvus madalsool. Tartu, 1928, 75 lk. (Magistridissertatsioon).
- Roosa, N. Külviaja mõjust lõikustoodangule madalsool. Tartu, 1933, 189 lk. (Doktoridissertatsioon).
- Soovik, E., Tomson, H. Maaparandusuuringud. Saku, 2001, 180 lk.
- Tomberg, U. Turvasmuldade kuivendamine drenaažiga Eesti NSV tingimustes. Tartu, 1959, 331 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Tomberg, U. Kaheksakümmend aastat Tooma katsejaama asutamisest. – *Agraarteadus*, 1990, lk. 300–310.
- Toomre, R., Tomberg, U. 75 aastat maaparanduslikke ja sookultuuri uurimisi Toomal. Tallinn, 1985, 32 lk.
- Truu, A. Eesti NSV ordoviitsiumiala sood ja nende põllumajandusliku kasutamise perspektiivid. Tartu, 1956, 162 lk. (Kandidaadidissertatsioon).
- Valk, U. Eesti rabad, nende metsanduslik-ökoloogiline iseloomustus ja kasutamise perspektiivid metsamajanduses. Tartu, 1968, 822 lk. (Doktoridissertatsioon).
- Veber, K. Kirde-Eesti soode geoloogiast. Tartu, 1965, 342 lk. (Kandidaadidissertatsioon).

## RÄPINA AIANDUSKOOLIST TEADUSETEEDELE

Ants Bender

Eksisteerimisaastate jooksul on Räpina aianduskoolist saanud hariduse tuhanded lõpetajad. On täiesti loomulik ja mõistetav, et igast aiandusega tegelevast ettevõttest võib leida selle kooli vilistlasi. Võime isegi öelda, et kogu meie aianduse nägu ja tegu kannab Räpina näojooni. Kuid Räpina aianduskoolis on õppinud ka inimesi, kes hiljem on tuntuks saanud mõnel muul erialal. Vilistlane, rahvakirjanik Heino Kiik meenub lugejale kindlasti esimesena. Aga Räpinas on haridust saanud ka hilisemad riigimehed Harri Õunapuu, Ago Soasepp, Kalle Talviste, kuulsad sportlased – vabariigi meistri-võistluste medaliomanikud Ülo Zirnask, Tiiu Ristisaar, Eeva Hansumäe (kergejõustik), Elle Lapp, Eve Vaheri (korvpall), Kalev Parksepp (kabe) ning tuntud ja tunnustatud endised majandijuhid Heino Reissaar, Leho Trolla, Tõnu Reissaar, Henn Kurepalu, Ants Aavik, Rein Kaidla, Kalju Kruus, Georg Mahla jpt. Ka Räpina aianduskooli koos selle juurde kuulunud majandiga on edukalt juhtinud endised vilistlased Kalju-Eerik Haljasmägi, Heino Peedel, Mati Kirotar ja Valdur Madisson. Eelpool toodud nimerida võib kindlasti veelgi pikendada – siin kirjutandu on vaid valik neist vilistlastest, kellega samal ajal Räpinas õpitud või kellega hiljem elu kokku viinud. Kõik need vilistlasgrupid vajaksid (lisaks aianduse inimestele) eraldi uurimusi ja ajaloo tarbeks jäädvustamist. Käesolev kirjatöö on arglik katse käsitleda seda väikest osa vilistlaskonnast, kes hilisemas elus on jätkanud õpinguid kuni teaduskandidaadi või doktorikraadini ja saavutanud tuntuse teadlastena. Selliseid vilistlasi on õnnestunud välja selgitada 25.

Reastades hilisemad teadlased Räpina aianduskooli lõpetamisaasta järgi (tabel 1), selgub, et ajavahemikus 1943–1968 on (peaaegu) igast lennust üks (mõnest kuni kaks) jõudnud teaduskraadini. Seda tuleb lugeda väga tõsiseks kordaminekuks, mille eest kool ja sealsed tublid õpetajad väärivad erilist kiitust. Huvitavad oleksid siin võrdlusandmed teiste sel ajal tegutsenud tehnikumide – Olustvere, Jäneda, Kuremaa ja Antsla – agronoomialendudest sirgunud teadlasnimekirjadega. Kas leiaks siit Räpinale vastast? Et hilisematest Räpina aianduskooli lendudest on teadlasi vähem välja kasvanud, ei ole kooli, vaid riigi teaduspoliitika süü. Eba-stabiilne ja vähene rahastamine on viinud taasiseseisvunud Eesti Vabariigis põllumajandusteaduse maine langusele ning see ei ahvatle enam noori.

Küsitlusega selgitati, kust saabusid tulevased teadlased Räpinasse õppima. Vastustest selgus, et domineerivalt Lõuna-Eestist: Põlva-, Võru-, Valga-, Jõgeva-(endine Tartumaa) ja Tartumaalt. Erandiks (mis teatavasti kinnitab reeglit) on selles valimis põllumajanduskandidaat Aide Tshakna (Saaremaalt), bioloogiakandidaat Risto Tanner (Tallinnast) ja filosoofiadoktor Marge

Starast (Järvamaalt). Lõuna-Eestist pärit noor võis valida Räpina aianduskooli seetõttu, et see asus kodule lähemal, kuid see ei saa kuidagi olla põhjuseks teadlaseks kujunemisel. Teadlaseks kujunemist saab seletada Räpinas töötanud õpetajate asjatundlikkusega, aga ka õppurite enda suurema huvi, töökuuse ja tahtekindlusega, mida näib Lõuna-Eestist pärit noortel rohkem olevat. Kuus tulevast teadlast on juba Räpinas õppeedukuselt silma paistnud ja pälvitud lõpetamisel diplomi kiitusega, kolmel neist on samasugust indu ja eksamiõnne jätkunud ka kõrgkoolis (Leonhard Kevvai, Arvi Sepp, Heino Lõiveke).

Enamiku tulevaste teadlaste haridustee on Räpina järel saanud jätku Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA) agronoomiateaduskonnas või sama õppeasutuse kaugõppeteaduskonnas agronoomia erialal. Meie valimis on siinkohal kolm erandit: põllumajanduskandidaat Evald Raudväli on saanud kõrghariduse juba enne EPA loomist Tartu Riiklikus Ülikoolis (TRÜ), bioloogiakandidaat Hugo Rimmelg jätkas õpinguid Moskvas Timirjazevi-nimelises põllumajandusakadeemias ja bioloogiakandidaat Risto Tanner on lõpetanud TRÜ bioloogia-geograafiateaduskonna. Viimane on kõrgemas õppeasutuses omandatud eriala järgi ainus mitte agronoom valimis – ta on lõpetanud bioloogi-loomabioteemiku diplomiga.

Tulevaste teadlaste elusaatus ja hilisemat erialavalikut mõjutas kindlasti asjaolu, et pikka aega ei olnud Eestis võimalik aianduse erialal kõrgharidust omandada. Sellele erialale võeti TRÜ-s vastu vaid kolmel aastal (1948–1950) ja EPA-s ühel (1951). Eriala taasavati EPMÜ-s alles 1990. aastal. Meie valimist on aiandusagronoomi kõrgharidus vaid kolmel: põllumajanduskandidaat Leopold Meensalul (lõpetas EPA 1954), bioloogiakandidaat Hugo Rimmelgal (lõpetas Moskvas 1959) ja filosoofiadoktor Angela Ploomil (lõpetas Eesti Põllumajandusülikooli pärast eriala taasavamist 1995).

Üldjuhul on teaduskraadi õpe toimunud aspirantuuri vormis. Vaid põllumajanduskandidaadid Johannes Parksepp, Juta Zaletajev, Eerik Müts, Aide Tshakna ja Aleksander Heintalu on suutnud nõutavad komplekseksamid sooritada, vajalikud katsed läbi viia ja väitekirja vormistada põhitöö kõrvalt. Neist väärivad veel omakorda esiletõstmist Eerik Müts, kes tegi seda kõike pingelise sohoosidirektori töö kõrvalt, ja Aleksander Heintalu, kes uurimisobjektiks valitud eriliste taimeliikide tõttu ei leidnud kusagilt õieti juhendaja tugegi. 16 kunagist Räpina vilistlast on kaitsnud kandidaadikraadi põllumajandusteadustes, peale riigikorra ja teaduskraadide muutust vaheetapina ka kaks põllumajandusmagistri teaduskraadi ja kaks loodusteaduste magistri kraadi.



**Tabel 1.** Räpina aianduskooli vilistlaste, hilisemate teadurite haridustee kulg

Perekonna- ja esn.	Sünd.	Räpina lõpet	Kõrgk. lõpet	Kõrgkool ja teaduskond	Aspirantuur, doktorantuur	Väitek kaitsm	Antud teaduskraad
Raudväli, Evald	1926	1943	1948	TRÜ PM	1948–1952	1953	pm kandidaat
Parksepp, Johannes	1925	1945	1961	EPA K		1968	pm kandidaat
Hiis, Valter	1926	1946	1963	EPA K	1964–1967	1969	pm kandidaat
Zaletajev, Juta	1925	1947	1957	EPA K		1978	pm kandidaat
Meensalu, Leopold	1930	1949 <i>cl</i>	1954	EPA AG a	1962–1965	1967	pm kandidaat
Müts, Eerik	1935	1952	1957	EPA AG		1980	pm kandidaat
Lepist, August	1933	1953	1963	EPA K	1966–1969	1969	pm kandidaat
Remmelg, Hugo	1935	1954	1959	Tim.nim PA	1961–1964	1967	biol kandidaat
Kevvai, Leonhard	1933	1954 <i>cl</i>	1959 <i>cl</i>	EPA AG			
Sepp, Arvi	1938	1957 <i>cl</i>	1962 <i>cl</i>	EPA AG	1968–1971	1973	pm kandidaat
Tartlan, Luule	1938	1957	1962	EPA AG	1968–1970		
Univer, Toivo	1940	1958	1968	EPA K	1970–1973	1981	pm kandidaat
Kõlli, Raimo	1940	1958	1963	EPA AG	1967–1970	1971	pm kandidaat
					1984–1986	1989	biol doktor
Tanner, Risto	1941	1959	1968	TRÜ BG	1968–1971	1975	biol kandidaat
Lõiveke, Heino	1942	1960 <i>cl</i>	1965 <i>cl</i>	EPA AG	1968–1970	1972	pm kandidaat
Valgus, Taavet	1938	1962 <i>cl</i>	1968	EPA AG	1969–1972	1978	pm kandidaat
Normet, Andi	1943	1962	1968	EPA AG	1971–1974	1976	pm kandidaat
Bender, Ants	1945	1964 <i>cl</i>	1971	EPA K	1973–1976	1980	pm kandidaat
					1996–1999	2000	pm doktor
Raudseping, Maia	1942	1965	1971	EPA K	1974–1977	1994	filosoofidoktor
Tsahkna, Aide	1947	1967	1973	EPA AG		1988	pm kandidaat
Heintalu, Aleksander	1941	1968	1980	EPA K		1987	pm kandidaat
Vabrit, Sirje	1954	1975	1984	EPA AG	1991–1993	1993	pm magister
					1999–2002	2002	pm doktor
Starast, Marge	1967	1988	1988	EPMÜ AG	1997–1998	1998	pm magister
					1999–2002	2008	filosoofidoktor
Ploomi, Angela	1973	1992	1995	EPMÜ AG a	1995–1998	1998	toodust magister
					1999–2004	2004	filosoofidoktor
Jõgar, Katrin	1969	1991	1997	EPMÜ AG	2000–2002	2002	loodust magister
					2002–2006	2006	filosoofidoktor

PM – põllumajandusteaduskond, AG – agronoomiateaduskond, AG a – agronoomiateaduskond, aianduse eriala, K – kaugõppeteaduskond

Eranditeks selles reas on Hugo Remmelg, kes kaitses bioloogiakandidaadi kraadi geneetika erialal, ja Risto Tanner, kes õppis aspirantuuris TRÜ arstiteaduskonnas ning kaitses samuti bioloogiakandidaadi kraadi.

Kolm vilistlast on õppinud doktorantuuris ja kaitsnud nn elutöö põhjal doktorikraadi: Raimo Kõlli kaitses seejuures Novosibirskis bioloogiadoktori ja Ants Bender ning Sirje Vabrit Tartus põllumajandusdoktori kraadi. Teaduskraadide süsteemi ümberkorralduste järel on filosoofiadoktori kraadi kaitsnud neli Räpina aianduskooli vilistlast: Maia Raudseping on filosoofiadoktor taimekasvatuse erialal, Angela Ploomi ja Katrin Jõgar entomoloogia erialal ning Marge Starast botaanika erialal (kaitses Tartu Ülikooli doktorinõukogus 2008. a detsembris).

Nõukogude Liidu perioodil oli praktiliselt võimatu pääseda ennast täiendama välismaale. Räpina vilistlas-

teadlastest on see ometi korda läinud Evald Raudväljal (Saksa DV 1957) ja Leopold Meensalul (Bulgaaria RV 1966/67). Hiljem on välismaal lühemaid perioode stažeerinud Ants Bender (Rootsis 1990, 1994, USA-s 1992), Aide Tsahkna (Soomes 1991), Raimo Kõlli (USA-s 1993, Itaalias 1996, Ungaris 1996), Sirje Vabrit (Saksamaal 1992, 1995, Taanis 1995); Marge Starast (Norras 1996, Taanis 1999, Kanadas 2000, Ungaris 2003, Valgevenes 2005, Venemaal 2007) ja Angela Ploomi (Prantsusmaal 2004). Teadaolevalt on ainsana teisi välismaal õpetamas käinud professor bioloogiadoktor Raimo Kõlli, kes töötas aastatel 1980–1982 Aafrikas Ginea Rahvavabariigis prantsuskeelses Kankaani põllumajanduse instituudis külalisõppejõuna.



*Maia Raudseping*



*Toivo Univer*



*Leoplod Meensalu*



*Sirje Vabrit*

Võttes arvesse seniseid teadustöö suundi, on Rápina vilistlastest kujunenud 3 puuviljandusteadlast: põllumajanduskandidaadid Toivo Univer (seemneviljalised viljapuud) ja Johannes Parksepp (marjakultuurid) ning filosoofiadoktor Marge Starast (marjakultuurid). Kaks vilistlast on spetsialiseerunud köögiviljandusteadlasteks: põllumajanduskandidaat Leopold Meensalu (katmikalaja avamaaköögiviljandus) ning filosoofiadoktor Maia Raudseping (köögiviljade sordiaretus). Kahe valimisse kuuluva teadlase senine elutöö seondub iluaiandusega: põllumajanduskandidaat Juta Zaletajev ja põllumajandusdoktor Sirje Vabrit.

Valimis on hulk teadlasi, kellele teaduskraad on antud küll teisel erialal, kuid selle tagant kumab selgelt läbi õppimine Rápinas. Nii on fütopatoloogid August Lepist, Heino Lõiveke ja Andi Normet valinud kandidaativäitekirja teemaks vastavalt viljapuude, katmikalaja köögiviljade ja mugulsibul- ning sibullillede haigused. Bioloogiakandidaat Hugo Remmelg käsitles oma väitekirjas tomati ja astri geneetikat. Rohumaaviljeluse erialal kandidaadikraadi kaitsnud Ants Bender kirjutas väitekirja muruvaiba tootmise agrotehnikast. Entomoloogiale spetsialiseerunud filosoofiadoktorid Katrin Jõgar ja Angela Ploomi on oma magistriväitekirja teemad seostanud maasikaistanduse putukkooslusega (Jõgar) ja suur-kapsaliblika tõrjega (Ploomi).

Rápina aianduskooli vilistlasi on jätkunud ka teistele, aiandusega vaid kaudselt seotud teaduserialadele. Tugevaim on panus mullateaduse ja agrokeemia suunal, mida esindavad bioloogiadoktor, Eesti Põllumajandusülikooli mullateaduse kauaaegne professor Raimo Kõlli; teeneline teadlane, riikliku teaduspreemia laureaat põllumajanduskandidaat Evald Raudväli; riiklike autasudega pärjatud, riikliku teaduspreemia laureaat, teeneline agronoom Leonhard Kevvai ning põllumajanduskandidaat Valter Hiis (on panus ka köögiviljandusteaduses). Kolm vilistlast-teadlast on spetsialiseerunud kartulikasvatusele. Neist Luule Tartlan ja põllumajanduskandidaat Arvi Sepp kartuli agrotehnikale, põllumajanduskandidaat Aide Tsahkna sordiaretusele. Põllumajanduskandidaat Taavet Valgus on tuntud kui põllukultuuride külvikordade ja väetamise uurija. Põllu-

majanduskandidaat Eerik Mütsi uurimissuund on olnud rohumaateadus.

Uurimisvaldkonna erilisusega torkab valimis silma põllumajanduskandidaat Aleksander Heintalu, kes tegeleb ravimtaimede ja ravimsöödakultuuride agrotehnika ja kasutamisega. Kuna valitud taimeliikidel on radiatsioonist tekitatud terviseprobleemidele leevendav toime, salastati endises Nõukogude Liidus tema teadusloome. Aleksander Heintalu on praegu tuntud haiguste tervendajana ja viimasel aastakümnel ka kui kirjanik, kes avaldanud trükis hulga raamatuid, sh eepose.

Kõige enam on Rápina aianduskoolis õpitud erialast eemaldunud bioloogiakandidaat Risto Tanner, kes pikka aega töötas vanemteadurina Läänemere Kalamajanduse Teadusliku Uurimise Instituudis, nüüd Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudis.

Rápina aianduskooli vilistlased, hilisemad teadurid on tubli tööga silma paistnud ja pälvinud tunnustamist. Siin käsitletavast valimist on ühele teadlasele antud teenelise teadlase aunimetus (Evald Raudväli), ühele teenelise agronoomi aunimetus (Leonhard Kevvai), neli on pälvinud riikliku teaduspreemia (Evald Raudväli, Leonhard Kevvai, Johannes Parksepp, Leopold Meensalu). Kaks teadlast on valitud Eesti Põllumajandusülikooli professoriks: bioloogiadoktor Raimo Kõlli (1989–2005) ja põllumajanduskandidaat Toivo Univer (1989–1992). Teadusliku uurimisinstituudi direktoriks on valitud põllumajanduskandidaat Heino Lõiveke (Eesti Maaviljeluse Instituut, 2000–2001) ja põllumajanduskandidaat Toivo Univer (EPMÜ Polli Aianduse Instituut, 1998–2003). Eesti Vabariigi taasiseseisvumise järel on Vabariigi President annetanud Luule Tartlanele Valgetähe V klassi teenetemärgi (2007) ja filosoofiadoktor Maia Raudsepingule Valgetähe medali (2007).

Tunnustus vilistlastele on tunnustuseks ka Rápina aianduskoolile.

Praeguseks on kandidaadikraadi kaitsnud teadlased jõudnud kõik pensioniikka, Evald Raudväli, Johannes Parksepp ja August Lepist on meie seast lõplikult lahkunud. Peale on aga kasvamas uus, praegu magistrikraadiga põlvkond, kelle seas samuti on arvukalt Rápina aianduskooli kasvandikke.

## Professor Ülo Olli sünnist 80 aastat

Eesti loomakasvatuse üks tuntumaid ja tunnustatumaid asjatundjaid Ülo Oll (17.08.1927–30.01.1997) sündis Tartumaal (praegune Jõgevamaa) Härjanurme vallas ema sünnikodus. Pere elas tegelikult Viljandimaal Kõo vallas Koksveres Männiku talus, kus isa pidas talukohta. Seal möödus ka tema lapsepõlv ja noorukiaastad.

Kooliteed alustas Ülo Oll 1934. aastal kohalikus Soomvere algkoolis, jätkas Põltsamaa Progümnaasiumis, mille lõpetas 1941. Sõja-aastatel oli õppimises kolmeaastane paus, mis möödus isatalus mitmesuguseid talutöid tehes. Peagi sai selgeks, et talupidamise lootused tuleb maha matta ja noor mees hakkas mõtlema edasiõppimise peale. Kooli ja eriala valikul sai otsustavaks juhus. Ta leidis ajalehest kuulutuse, kus kutsuti õppima Kuremaa Zootehnikumi. Armastus loomade vastu ning isatalust saadud parajad eelteadmised ja oskused aitasid kaasa otsuse tegemisele ning 1944. aasta sügisest sai Ülo Ollist Kuremaa Zootehnikumi õpilane. Lõpetanud 1946. aastal kahe aastaga Kuremaa kooli, arvati ta 5% lõpetajate hulka, kellel oli võimalus jätkata õpinguid Tartu ülikooli põllumajandusteaduskonnas. 1950. aasta sügiseks oli kiitusega ülikooli diplom käes ning perspektiivika noore spetsialistina suunati ta aastaks edasi õppima Moskvasse Timirjazevi-nimelisse Põllumajanduse Akadeemiasse agropedagoogika teaduskonda. Pärast lõpetamist asus ta tööle Antsla Põllumajandustehnikumi õppealajuhatajaks.

Peale paariaastast tööd Antslas hakkas Ülo Oll mõlgutama mõtteid teadustööle siirdumisest. Sobiv juhus selleks avanes alles 1956. aastal, mil ta oli juba 29-aastane. Ta astus Leningradi Põllumajanduse Instituuti (PI) sihtaspirantuuri. Pärast aspirantuuri lõpetamist ja kandidaaditöö kaitsmist Leningradis 1959. aasta jaanuaris ootas ees assistendi koht Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA) põllumajandusloomade söötmise kateedris. Kaua ta assistendina ei töötanud. Juba 1960. aasta sügisel avanes võimalus minna end täiendama Saksamaale. Seal töötas ta Jena ja Leipzigi ülikoolis kokku kaks aastat. Ta heaks kolleegiks ja sõbraks Saksamaal sai Manfred Anke, kellega tal oli elu lõpuni tihe kirjavahetus. Anke oli tuntud põhjalike uurimustega loomade mineraalsest toitumisest. Saksamaal olles tegeles ka Ülo Oll sama teemaga ning 1967. aastal ilmus tema sulest põhjalik loomade mineraalset toitumist käsitlev raamat. Ka tema juhendatud 4 esimest kandidaaditööd olid sellesisulised, hiljem lisandus veel üks Ph doktoritöö.

Saksamaalt tagasi tulles jätkas Ülo Oll paar aastat vanemteaduri ja sama kaua dotsendi kohusetäitjana, tegeldes samal ajal doktoritöö kirjutamisega. 1966. aasta kevadeks sai mahukas, kaheköiteline doktoritöö kaante vahele. See oli jätkuks kandidaaditööle ja käsitles lehmade produktiivsust ja füsioloogilist seisundit suvise söötmise tingimustes. Ta kaitses doktoritöö 1967. aasta jaanuaris Leningradis. Pärast seda töötas ta mõne aasta (1966–1968) dotsendina, kuid peagi, juba 1968. aasta

septembris, valiti ta kateedrijuhatajaks, kellena ta töötas järgnevat 24 aastat (kuni 1992. a). Järgmisel aastal valiti Ülo Oll professori kohusetäitjaks, 1970. aastal anti professori kutse, 1974. aastal sai ta ENSV teenelise teadlase aunimetuse.

Aastatel 1979–1986 töötas ta veel ka zoosõneneriteaduskonna dekaanina.

Pika pedagoogistaazi vältel, mis kestis mõningate vaheaegadega ligemale 40 aastat, õpetas Ülo Oll mitmele sõjajärgsele põlvkonnale põllumajandusloomade söötmist, üldloomakasvatust, biomeetriat, katsetehnikat ja -metoodikat. 1990. aastate algusest alates magistrantidele ka põllumajanduse ajalugu ja teadustöö metodoloogiat. Ta oli väga nõudlik õppejõud ja ootas üliõpilastelt tõsist suhtumist õppetöösse. Tihti tuli sellel pinnal ette ka pahandusi ja nii mõnelgi üliõpilasel oli suuri raskusi, et tema aines eksam sooritatud saaks.

Õppejõuna oli ta tuntud hea kõnemehe ja osava sõnaseadjana. Ta oskas loenguid huvitavaks teha ja neid meelde jäävalt esitada. Tema loengud olid sisukad, põhjalikud. Need ei mahtunud tolle aja standardite raamidesse.

Ülo Oll oli ka erudeeritud teadlane ja suur autoriteet Eesti põllumajandusteadlaste ja põllumeeste hulgas.

Väga osava sulemehena kirjutas ta palju. Tema mitmes keeles kirjutatud teaduslike artiklite loetelus on üle 600 nimetuse. Peale selle on temalt ilmunud 25 raamatut, brošüüri või monograafiat, millest nii mõnedki moodustavad hindamatu pärandi. Et ta tundis põhjalikult biokeemiat, loomade füsioloogiat ja toitumisõpetust, põhinevad tema tööd sügaval teoreetilistel teadmistel ja on kasutatavad ka tänapäeval (“Söötmissõpetus” I osa, 1994; “Veiste söötmine” koos A. Muugaga, 1978; “Sigade söötmine” koos L. Niguliga, 1991; “Söödad”, 1993; “Põllumajandusloomade söötmissõttimise normid koos söötade tabelitega”, 1995 jt).

Palju aega kulutas ta oma õpilastele nende teadustööd juhendades. Ja õpilasi oli tal palju. Tema juhendamisel on kaitsnud 2 Ph doktori tööd, ta on olnud 4 doktoritöö teaduslikuks konsultandiks, 12 kandidaaditöö juhendajaks, 10 töö valmimisel oli tal oluline osa, olnud 7 magistritöö juhendajaks, paljude teadustööde oponentiks.

Lisaks õppe- ja teadustööle olid tema toimetada 1970.–1990. aastani ilmunud EPA söötmissõttimise teaduslike tööde kogumikud, ta oli ajakirja Agraarteadus esimene peatoimetaja (a-st 1989), Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi asepresident (1989–1995), “Põllumajanduse entsüklopeedia” toimetuse liige. Ta kuulus Eesti Teaduste Akadeemia doktorinõukogusse (1970–1975), EPA, Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudi (1970–1989) ja Leningradi PI teadusnõukogusse, oli Üleliidulise Põllumajandusteaduste Akadeemia söötmissõttimise liige (1972–1985) jne.

Ta tegi palju ja suutis palju, tema töövoime oli hämmastav. Ta töötas praktiliselt ilma puhkepäevade ja

puhkuseta ning nõudis ka oma kolleegidelt korrektset töösse suhtumist.

Ülo Oll oli tohutult mitmekülgne inimene. Peale teaduslike probleemide uurimise tundis ta sügavat huvi ajaloo vastu. Ta tundis hästi Eesti mõisate ajalugu, mõisnike sugupuid ja nende elukäike, samuti esimese Eesti Vabariigi riigitegelasi ja nende elusaatusi. Põhjalik uurimus on tal kirja pandud kodukoha Kõo valla ja mõisa, Võhma, Kobina, Koksvere ajaloost ja inimestest alates juba 1880. aastatest. Huvitavalt on ta kirjutanud Põltsamaa Progümnaasiumi ja Kuremaa Zootehnikumi õpetajatest ja õpilastest. Kuremaast on tema juhendamisel kirjutatud ka magistritöö.

Teada oli ka tema anne aeg-ajalt oma mõtteid värsiridades väljendada ning kolleege mõnel ühisel koosviibimisel või lõpetajaid lõpuaktusel tillatada.

Kui juhuseks ei oleks Ülo Olli 1944. aastal Kuremaale viinud, oleks võinud temast saada väga tugev ajaloolane või matemaatik või veel keegi. Tema peastarvutamise võime oli hämmastav. Juhuse kohta elus on aga Ülo Oll kirjutanud nõnda: “Juhusel on inimese elus äraarvamata suur tähtsus. Just juhused panevadki inimese saatuse kokku. Tingimuseks on, et pead olema parajal ajal parajas kohas juhusel jalus. Kui ei ole, siis teeb juhuse kellestki teisest selle, kelle ta oleks võinud sinust teha.”

Võib-olla just tänu õnnelikule juhusele sai Ülo Ollist tuntud loomakasvatusteadlane, põllumajandusteaduste doktor, professor, kelle teaduslikud tööd ja kirjutatud raamatud võib julgelt kanda meie põllumajandusteaduse kullafondi.

V. Sikk

## Puuviljandusteadlane Kalju Kask – 80

Kalju Kask sündis 13. detsembril 1929.a. Tallinnas elektrimontöörist isa ja telefonistist ema esimese lapsena. Tema ja temast noorema venna lapsepõlv kujunes raskeks. Ema pöördumine adventismiusku viis perekonna lahutuseni ning pojad jäid esialgu ema kasvatada, kes ootas peatset maailma lõppu ega pidanud vajalikuks laste õppimist. Seetõttu kujunes Kalju haridustee algus lünklikuks. 1937–42 õppis ta Nõmmel Rahumäe algkoolis, 1942–43 Harjumaal Harmi algkoolis ning pärast aastast vaheaega 1945.a. Tallinna 27. 7-klassilises koolis. Õppimist jätkama kutsus teda isa, kes keskeas jäi pimedaks ning jätkas tööd pimedate töökojas. Õppimisse suhtus Kalju väga tõsiselt ning lõpetas 1949. a. Tallinna 10. keskkooli kiitusega. Juba keskkoolis õppides huvitus ta botaanikast ning juhtis Tallinna koolide loodusloomingi. Edasiõppimiseks valis ta rakendusliku botaanika eriala - aianduse. Selle õppimist alustas ta 1949–1951. a. Tartu ülikooli põllumajandusteaduskonnas ning jätkas 1951–1955 EPA agronoomia-teaduskonnas aiandusosakonnas, mille lõpetas *cum laude*, vaatamata sellele, et areneva kopsutuberkuloosi tõttu tuli tal haiglaraviks üheks aastaks õpingud katkestada. Tööle suunati ta Harju rajooni Kostivere sovhoosi osakonnajuhatajaks, mis ei sobinud tema huvialaga. Juba aasta pärast õnnestus tal saada aiandusalane töö Teaduste Akadeemia Bioloogia Eksperimentaalbaasis, kus 1956–1957. a. töötas aednikuna ning seejärel teadurina reorganiseerimise tulemusena vastmoodustatud Eksperimentaalbioloogia Instituudis. Tema ülesandeks oli dendroloogiliste kogude loomine botaanikaeriala rajamiseks ning instituudi uue asukoha ettevalmistamine ja majandamine Harkus. Samaaegselt algas ka tema sordiaretustöö Teaduste Akadeemia president akadeemik J. Eichfeldi poolt külvatud maguskirsipuu seemnetest kasvanud seemikute hulgast perspektiivsemate valimisega ning harrastusaednik Otto Kramerit poolt instituudile üle antud õuna- ja pirnipuude aretusaia hooldamisega. 1961–1964. a. õppis ja töötas samas taimefüsioloogia eriala aspirandina uurides maguskirsipuu, viltja kirsipuu ja õunapuu mutatsiooni-aretuse küsimusi. Bioloogiakandidaadi kraadi kaitses ta 1965. a. ning jätkas tööd teadurina.

1970. a. kutsuti ta tööle tolaeagessse Eesti Maa-viljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Polli katsebaasi dr. A. Siimoni poolt tema surma tõttu poolelijäänud õuna- ja pirnipuude sordiaretustööd jätkama. Pollis töötab ta käesoleva ajani Eesti Maaülikooli Põllumajanduse ja Keskkonnainstituudi Polli aiandusuringute keskuse vanemteadurina. Polli tõi ta kaasa ka eelmises töökohas alustatud aretusmaterjali ning jätkas Pollis ka maguskirsside aretust. Samaaegselt juhtis ta pikemat aega sordiuurimis- ja aretusrühma tööd. Botaanikahuvilisena uuris ta lisaks põhitööle Eestis vähetuntud puuvilja- ja marjakultuure. Selle töö tulemusena kaitses ta 1974. a. Läti Põllumajanduse Akadeemias põllumajandusteaduste doktori teadusliku kraadi.

Viljapuude sordiaretus on pikaajaline töö ning ühe sordi aretamiseks kulub 25–30 aastat, seepärast on Kalju

aretatud sordid enamikus tuntuks saanud alles viimasel aastakümnel. 53 aastase aretustöö tulemusena on Kalju aretanud 26 õuna-, pigni- ja maguskirsisorti, eesti soovitus-sortimendis on neist praega 9 ning Lätis 6. Huvi nende vastu tuntakse ka Soomes, Venemaal, Valgevenes ning isegi Hollandis ja Itaalias.

Eelmise sajandi 70.-datel aastatel lõpetas ta A. Siimoni poolt alustatud õunasortide `Lembitu´ ja `Tiina´ ning pimisordi `Pepi´, samuti akadeemik J.Eichfeldi alustatud maguskirsisortide `Johan´, `Norri´ ja `Meelika´ aretuse. Ta on nende sortide kaasautor. Viimase kümne aasta jooksul on sortideks vormistatud tema aretatud uued õunasordid `Els´, `Kaari´, `Kaimo´, `Kallika´, `Karamba´, `Kastar´, `Katre´, `Kikitriinu´, `Krista´ ja `Liivika´ ning väikeselviljalised salatiõuna sordid `Kuku´, `Ruti´ ja `Ritika´, pimisordid `Kadi´ ja `Polli punane´ ning maguskirsisordid `Karmen´, `Kaspar´, `Mupi´, `Piret´ ja `Tontu´. Aretaja juubeliaastal lisandusid neile veel uued õunasordid `Aule´, `Kersti´ ja `Madli´.

Juubilar on väga erudeeritud ja õpihimuline teadustöötaja, ta on tunnustatud puuviljanduse eriteadlane nii kodu- kui ka välismaal. 1988. a. omistati talle Eesti NSV teenelise teadlase aunimetus, 2004. a. Eesti Maaülikooli teenetemedal ning 2006. a. Valgetähe IV klassi teenetemärk. Juubilar on olnud väsimatu rännumees ning viljaka kirjamehena usin puuviljanduse propageerija. Ta on 9 erialase raamatu autor või kaasautor ning avaldanud 80 teadusartiklit, populaarteaduslike ja tootmist nõustavate artiklite arv ulatub aga tuhandeni. Alates 1979. a. on ta Ameerika Pomoloogia Seltsi liige, on osalenud mitmetes kodumaistes ja rahvusvahelistes nõukogudes ja komisjonides, sealhulgas 6 aastat ÜRO Põllumajandustaimede Geenivaramute Instituudi viljapuude Euroopa töörühmas.

Ülikoolipäevil pikaajalisel haiglaravil viibides tutvus ta radioloogiaõe Virvega, kellest sai temale truu abikaasa õpingute jätkamise ajal ja kogu viljaka tööperioodi jooksul. Koos kasvatati üles ja saadeti ellu 3 last, praegu on ta 5 lapselapse vanaisa ning on saanud juba ka vana-vanaisaks. Kalju juubeliaasta on olnud talle nii rõõmu- kui ka muredrohke. Väljapaistva teadustöö eest omistati talle elutöö preemia, mis on tema pikaajalise töö suureks tunnustuseks. Muret on tekitanud halvenev tervis ja abikaasa kaotus. Juubeliaasta lõpul kavatseb ta jääda juba ammu väljateenitud pensionile ning veeta ülejäänud vanaduspäevad koos noorema tütre perega Tartumaal Pangodi järve kaldal.

Soovime juubilarile jätkuvat tervist ning koostööd kolleegidega ja indu puuviljanduse propageerimisel.

Kirjandus. Eesti Vabariigi Teaduspreemiad 2009. Kalju Kask teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest. Tallinn, 2009, lk. 24–38.

Edgar Haak

## Mullateadlane Loit Reintam 80



Bioloogiadoktor, professor, ETA akadeemik, kauaaegne EPA mullateaduse ja agrookeemia kateedri juhataja Loit Reintam sündis 12. novembril 1929. a. Tallinnas kooli- ja kirjamehe ning talupidaja Juliuse ning Hermine peres esimese lapsena. Lapsepõlveaastad möödusid Tallinnas ja isakodus Harjumaal Kernu vallas Mälivere talus. Koolitee algas 1938. a. Tallinna V Algekoolist, jätkus Tallinna

reaalkoolis ning Tallinna Nõmme Gümnaasiumis. 1949. a. astus Loit TRÜ põllumajandusteaduskonda, jätkas 1951. a. õpinguid vastavatu EPA agronoomiateaduskonnas ning lõpetas selle kiitusega 1954. a. Üle 50 aasta Loidi elust on täidetud aktiivse, sisutiheda ning viljaka pedagoogilise, teadusliku, administratiivse ja ühiskondliku tegevusega. Aastad 1953...1999 on möödunud Eesti Põllumajanduse Akadeemia ja selle järeltulijate EPMÜ ning EMÜ agronoomiateaduskonna mullateaduse ja agrookeemia kateedris alates laborandist kateedrijuhataja-professorini. Aastatel 1958...1992 oli ta mullateaduse õppejõuks ka TRÜ-s ning 1986...1992 Juhtimise Kõrgemas Koolis. 1977. a. omistati talle professori kutse. Aastatel 1963...1966 oli Loit agronoomiateaduskonna dekaaniks, 1965...1992 mullateaduse ja agrookeemia kateedri juhatajaks. Reorganiseerimiste perioodil 1992... 1994 oli ta ökoloogia ja agrookeemia õppetooli juhatajaks. Loit Reintami organisaatorina tehtud tööd on võimatu üle hinnata – III üleliidulise mullateadlaste kongressi ja konverentside korraldamine, kraadiõppuritest toimiva meeskonna moodustamine püsiuurimisalade võrgu rajamiseks, uue Eesti muldade klassifikatsiooni väljatöötamine, mullamuuseumi rajamine, regulaarne mullateaduse alaste teadustööde kogumike publitseerimine, uue kateedrihoone ehitus Eerikale ja kolimine.

EPA-s (EPMÜ-s) on Loit õpetanud üldist, agronoomilist ja metsamullateadust, muldade kaardistamist ja hindamist, erimullateadust, ökoloogiat, loodus- ja keskkonnakaitset. 1964...1993. aastani on ta juhendanud üliõpilasi, aspirante ja doktorante Eestist, Harkovist, Moskvast, Peterburist, Wageningeni ülikoolist ja mujalt. Õppejõu staaž jõudis tal välja 100 semestrini. EPA perioodil agronoomilist mullateadust õpetades suutis ta 1962. a. autori ja koostajana originaalse mullateaduse õpiku välja anda. 1965. a. avati juubilarini initsiatiivil agronoomiateaduskonna koosseisus mullateaduse eriharu RPI Eesti Põllumajandusprojektile spetsialistide ettevalmistamiseks.

Aastatel 1954...1957 oli Loit EPA aspirant mullateaduse erialal ning 1960. aastal kaitses kandidaadi-kraadi muldade geneesi ja geograafia alal. 1973. a. kaitses ta doktorikraadi muldade geneesi ja klassifikatsiooni alal Novosibirskis, NSVL Siberi Osakonnas.

Alates 1952. a. on Loit olnud osaleja, esineja ja organisatsioonijärgne ca 350 teaduskonverentsil Eestis, endises NSV Liidus ja paljudes riikides üle maailma. Oma töös on Loit Reintam uurinud Eesti, Euraasia ja Maailma mitme piirkonna muldade geneesi, ökoloogiat, geograafiat, klassifikatsiooni, mineraalset, keemilist ja granulomeetrilist koostist, taim-muld süsteemide talitlust, mullateaduse ajalugu, agro- ja metsamullateaduse rakendust ning õpetamist. Teadlasena esindab Loit Reintam biopedoloogilise taim-muld süsteemide geneesi ja ökoloogia uurimis-suunaga koolkonda. Tänapäevaks on tal trükkis ilmunud ligi 600 kirjatööd ja toimetatud on ca 50 raamatut-kogumikku. Aastate jooksul on Loit Reintamil teaduse populariseerimisel kogunenud esinemisi koolides, asutustes, raadios ja televisioonis üle 2000. Oponendi ja eksperdina on ta andnud hinnanguid ca 700 doktori- ja kandidaadi-väitekirjale, sadadele artiklitele ja raamatutele ning andnud soovitusi riiklike ja muude preemiate, teaduri- ja professorikutsete omistamiseks või atesteerimiseks.

Loit Reintam on olnud periooditi arvukate nõukogude, organisatsioonide ja ekspertkomisjonide liikmeks kui esimeheks, ÜMS asepresident ja kesknõukogu liige, mitmete doktoritööde kaitsmise nõukogude liige ja esimees, rahvusvaheliselt kõrgelt hinnatud teadusajakirjade Pochvovedeniye, European Journal of Soil Science, Oil Shale, Ökoloogia toimetuse nõukogu liige, Euroopa Mullabüroo Mullateaduse Tippkeskuste võrgustiku ning põllumajandust, toitu ja loodust haaravate Euroopa Akadeemiate Liidu kontaktisik Eestis, Maailma mullateaduse ja klassifikatsiooni komitee liige.

Teadustegevuse eest on Loit Reintami autasustatud NSVL Rahvamajandussaaduste Näituse medali, V. V. Dokutšajevi mälestusmedali, K. E. v Baeri mälestusmedali, ETA K. E. v Baeri ja ETA ning EMÜ medali, Valgetähe III Klassi teenetemärgi, ATK Kuldse Viljapea, Accademia dei Georgofili juubelimedali, E. Kumari nimelise loodushoiu preemia ja paljude ministriteeriumide aukirjadega. 1989. a. on Loit Reintam Eesti teeneline teadlane ja 1990. aastast Eesti Teaduste Akadeemia akadeemik mullateaduse erialal.

2000. aastast on Loit Reintam Vene Teaduste Akadeemia Dokutšajevi nim. Mullaseltsi auliige ja 2005. a. Gruusia Riikliku Põllumajandusülikooli audoktor. Aastast 1997. on Loit Reintam EPMÜ, praeguse EMÜ emeritprofessor.

Juba esimese kursuse tudengina abiellus Loit Ilmega, kes on väga palju kaasa aidanud loetletud aukartust äratavate saavutuste elluviimisel. Pärast emeriteerumist on Loit kõige muu tegevuse kõrval järelejäänud napist vabast ajast koos Ilmega suutnud eeskujulikus korras hoida isakodu Kernu vallas. Ka vallas on ta aktiivne tegevliige ja aastatel 1999...2001 kuulus Kernu valla Maakomisjoni.

Juubeli puhul soovime Loidile tugevat tervist, optimismi ja vahedat sulget veel pikkadeks aastateks.

Kollegide nimel Enn Leedu

## Paul Kuldkepp – 75

Hiljuti tähistas agrokeemik, kauaaegne aktiivne APS-i tegevliige, õppejõud ja teadustöötaja, administraator, mitmekülgne meister- ja aumeistersportlane maadluses, emeriitprofessor Paul Kuldkepp oma juubelit.

Paul sündis 10. augustil 1934. a Viljandimaal Kabala vallas väiketalupidajate Jaan ja Liisa Kuldkepi peres teise lapsena. Rahulikku lapseõlve jätkus tal ainult Teise maailmasõja alguseni, kui 1941. a augustis kohalikud abipolitseinikud isa mõrvasid. Tänu kasuisale sai Paul alghariduse Kabala Mittetäielikus Keskkoolis, kusjuures kogu vaba aeg kulus rasketele talutöödele. Spordipisik oli Paulil sees juba Kabala kooli päevil ja elu unistuseks oli Tallinna kehakultuuri õppima minna. Elu pööras aga venna õnnetu surma tõttu teisiti. Järgnesid õpingud Olustvere Põllumajandustehnikumis, mille Paul lõpetas 1954. a kiitusega ja sai selle 5% hulka, kellele anti õigus kohe Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse edasi õppima asuda. Sportimine aitas Paulil üle saada raskustest ja Olustveres oli võimalus spordiga tõsisemalt tegelema hakata. Tiptasemel sportimist väga erinevatel aladel jätkas Paul EPA päevil ja ka hiljem. Pärast EPA agronoomiateaduskonna cum laude lõpetamist 1959. a asus ta tööle Sootaga sovhoosi – algul brigadirina, edasi osakonnajuhatajana. Samal ajal oli Paul kohakaasluse korras Lähte Keskkooli tootmisõpetuse õpetajaks ning maadlustreeneriks. 1961. a määrati Paul Nõgiaru sovhoosi direktoriks, kus töötas aspirantuuri kutsumiseni.

Aastatel 1964–1967 õppis ta EPA aspirantuuris agrokeemia erialal. 1969. aastast on ta põllumajanduskandidaat. Paul Kuldkepp töötas EPA-s õppejõuna 1966–2003. aastani assistendist kuni professorini. Kokku on Paul jaganud nelja aastakümne jooksul tarkust agrokeemia alal ca 4000 üliõpilasele. Hiljem töötas ta lepinguliste tööde vanemteadurina kuni 2008. a kevadeni.

Paul Kuldkepi kandidaadiväitekiri käsitles tolmjate lubiväetiste kasutamise võimalusi karbonaatsel moreenil kujunenud muldadel, hiljem on ta uurinud Lõuna-Eesti kuppelmaastiku muldade viljakuse tõstmise võimalusi, kompleksväetiste kasutamist, taimede kasvuaegse saagikuse diagnoosimise võimalusi, orgaaniliste väetiste mõju mullaviljakusele pikaajalistes põldkatsetes ning põlevkivi poolkoksi kasutamise võimalusi põllumajanduses ja aianduses tarvitavate kompostide valmistamisel.

Viljaka õppe- ja teadustöö tulemusena on ta kirjutanud ligi 190 teaduspublikatsiooni, on olnud mitmete raamatute kaasautoriks, kirjutanud üle 30 õppevahendi, juhendanud 100 üliõpilase diplomi-, magistri- ja doktoritööde valmimist ning lisaks aidanud vormistada mitmeid doktoridissertatsioone.

Kuigi juubilar on alati pidanud esmatähtsaks tööd ja kohustusi töökollektiivis, on tema spordisaavutused kadestamisväärsed – erinevate spordialade võistlustelt on ta koju toonud üle 440 auhinnalise koha. Eesti

spordiau maadlusmatil on Paul rahvusvahelistel võistlustel kaitsnud kokku 52 korral. Pauli spordisaavutusi kokku lugedes on ta aumeistersportlane klassikalises maadluses, meistersportlane vabamaadluses, meistersportlase kandidaat VTK mitmevõistluses. I spordijärgu on ta saavutanud jalgrattaspordis, suusatamises ja motokrossis. Paul on saanud Tartu suusamaratonist osavõtja hõbe- ja kuldmärgi ning korduvalt on ta osalenud Tartu rattarallil.

Aastatel 1972–1981 oli ta agronoomiateaduskonna dekaaniks. Paul Kuldkepi algatusel taastati tema dekaaniks oleku ajal väga populaarseks saanud süstemaatilised agronoomide kutsealavõistlused.

Ta oli üheks esimeseks õppejõuks-teadlaseks EPA-s, kes hakkas arendama rahvusvahelist koostööd, rajades 1989. a tänini viljakalt tegutseva üleeuroopaliselt tunnustatud IOSDV (International Organische-Stickstoff Dauerversuche) püsikatse, mis tunnustati 2003. a põldkatsete ülevaatusel Eesti parimaks põldkatseks.

Paul Kuldkepp on aktiivne APS-i tegevliige aastast 1990, aastal 1994 määrati talle APS-i teadustöö aasta-preemia. 1995. aastast on ta professor. 1999. ja 2001. a. tunnustati tema tööd EPMÜ teenetemedaliga ja 2001. aastast on ta ka emeriitprofessor. 08. aprillil 2009. a valiti APS-i üldkogul Paul Kuldkepp ühehäälselt seltsi auliikmeks.

Pauli praegune abikaasa Maie on samuti EPA lõpetanud agronoom, kes oma elutöö teinud EPA-s. Saatuse tahtel on Paulil kahest abielust tütar ja kolm poega, kes kõik on omandanud koduse töökuse ja väärrika koha elus. Nüüdseks on Paul kolmekordne vanaisa.

Koos abikaasa Maiega elab Paul alates 2008. a kevadest Võrtsjärve ääres Vaibla külas Nõmmeotsa talus. Seal on viimase veerandsajandi jooksul Pauli kätega tehtud suured ümberkorraldused – tiik, saun, kaev, garaaz, spordiväljak, metsarada jpm. Plaanide järgi ei näi Nõmmeotsal tegemistest puudu tulevat.

Ka praegu käib Paul paaril korral nädalas linnas – nooruslikku särtsu aitab tal sees hoida iganädalane osalemine EPA meeste turnimise seltsis, osavõtt PKI spordipäevadest, spordiajaloo seltsi juhatuse koosolekud ja ega saa unustada ka IOSDV uurimisgruppi, mida paari aastakümne jagu juhatatud.

Seni viimase kirjatõuna kirjutas Paul Kuldkepp oma elulooraamatu „Tööle ja spordile pühendatud elu“, mille aitas tal kokku panna tema endine õpilane Aimur Joandi.

Soovime juubilarile tugevat tervist, sportlikku särtsu, Paulile omast heatahtlikkust ja libedat sulge veel paljudeks aastateks.

### Enn Leedu,

põllumajandusdoktor, EMÜ mullateaduse ja agrokeemia osakonna dotsent,

Paul Kuldkepi esimene diplomand



**JUUBELID****90**

Hugo Narusberg

**80**

Kalju Konsin  
Endel Turbas  
Kaljo Kask  
Aleksander Maastik  
Kalju Roosve  
Virve Karis  
Alida Kiis  
Uno Essenson  
Leida Kask  
Valfrid Treier  
Jaan Laurand  
Anto Juske  
Koit Alekand  
Paul Kurvits  
Vambola Vilson  
Loit Reintam  
Hans Tomson  
Tamara Enno

**75**

Eha Loka  
Heldur Jaanson  
Milvi Koitjärv  
Raimo Sule  
Ilmatar Tammaru  
Enn Jaama  
Vello Meriloo

Ants Nummert  
Asser Murutar  
Evald Pärnaste  
Ivar Abel  
Otto Paesalu  
Anto Pähn  
Erika Vesik

**70**

Tõnu Toim  
Rein Mee  
Arvo Sirendi  
Märt Hanso  
Milvi Agur  
Kalju Eilart  
Elbi Lepp  
Matti Liiske

**60**

Valli Loide  
Anne Luik  
Jüri Olt  
Raivo Lindjärv

**50**

Ülle Tamm  
Jaanus Hämmal  
Ilme Liblikas  
Jelena Metlitskaja

**MÄLESTUSPÄEVAD****125**

Mihkel Pill  
Juhan Kalm

**110**

Richard Antons  
Johannes Yllö  
Enn Terasmäe

**100**

Rudolf Säre  
Mihhail Jegorov  
Elmar Järvesoo  
Helmut Riikoja  
Artur Miljan  
Hugo Sutter  
Aarne Pung  
Gleb Bichele  
Elmar Lemming  
Herbert Tuppits

**90**

Viktor Teitelbaum

**80**

Jüri Tedremaa

Aleksei Paivel  
Raimund Aluoja  
Paul Juurikas  
Jaan Annilo  
Väino Lasting  
Helmut Idarand  
Enn Altosaar  
Hubert Jürgen  
Manivald Metsaalt  
Uno Tinitis  
Heino Möller  
Valentin Sepp  
Jaan Jürgenstein

**75**

Elmar Must  
Kaljo Kivi  
Udo Veibri  
Ants Linnutaja  
Aavo-Guido Kallas  
Valdeko Kaarupun  
Hiljar Pärn

**70**

Virge Kangro

***In memoriam***

Jüri Kuum 1922–2009  
Vambola Veinla 1926–2009

# JUHEND AUTORITELE

Ajakirjas avaldatakse rahvusvaheliselt eelretsenseeritavaid põllumajandusega seotud teaduslikke ja ülevaate artikleid. Välisautorite artiklid on inglisekeelsed koos inglisekeelse kokkuvõttega, eesti autorid võivad artikli avaldada omal valikul inglisekeelsena või eestikeelsena. Eesti autorite inglisekeelse artikli lõpus peab olema eestikeelne kokkuvõte ja eestikeelse artikli puhul inglisekeelne kokkuvõte.

## Nõuded artiklile

### Struktuur

Pealkiri peab olema võimalikult lühike ja informatiivne. Autorite nimed, kaasaarvatud üks eesnimi, aadress(id) ja e-posti aadress(id) peavad olema esitatud täies ulatuses ja järgnema artikli pealkirjale. Kirjavahetust pidav autor peaks olema märgitud tärniga ja tema e-posti aadress peaks olema antud. Abstrakti pikkus on kuni 250 sõna, võtmesõnad (maksimaalselt 7), Sissejuhatus, Metoodika, Tulemused, Arutelu, Järeldused, Tänuavaldus, Kasutatud kirjandus, inglisekeelne kokkuvõte (eesti autorite inglisekeelne artikkel peab sisaldama eestikeelset kokkuvõtet, välisautorite inglisekeelset artiklit eesti keelde ei tõlgita ja eestikeelset kokkuvõtet ei tehta). Käsikirja maht (kaasaarvatud kasutatud kirjandus, kokkuvõtted, joonised ja tabelid) ei peaks ületama 10 A4 lehekülge.

### NÄIDIS

## PEALKIRI

Autorid

*Address*

**ABSTRACT.** *Use of.....*

**Keywords:**

## Sissejuhatus

Talitritikale laialdasem levik maailmas on pidurdunud tema terade väga sagedase koristuseelse peas kasvamaminemise tõttu., seda eriti niiskema ja jahedama kliimaga piirkondades (Smith, Jones, 1998; Brown, 1999; Adams, 2000).

### Lehekülje suurus ja häälestus

Lehekülje suurus A4. Kasutada **Microsoft Word'i, justify, Times New Roman**, suurus **10**. Abstrakti ja Võtmesõnade puhul kasutada *kursiivi*. Lehekülje numbreid mitte kasutada. Ladinakeelsete nimetuste ja statistiliste terminite puhul kasutada *kursiivi* (*t*-test,  $n = 193$ ,  $P > 0.05$ ). Kasutada ülämärkidena '....', mitte jutumärke ".....".

### Tabelid

Kõik tabelid peavad olema tekstis viidatud (tabel 1; tabel 1, 2). Tabeli pealkirjas kasutada **Ariali** suurusega **9**, inglisekeelne pealkiri *kursiivis Ariel* suurusega **9**. Tekst ja numbrid tabeli sees **Times New Roman** suurus **10**. Kasutada **TAB** ja ainult horisontaaljooni.

### Joonised

Kasutada ainult must-valgeid jooniseid. Joonise allkirjad **Arial** suurusega **9** ja inglisekeelne allkiri *kursiivis Ariel* suurusega **9**. Kõik joonised peavad olema tekstis viidatud (joonis 1; joonis 1, 2; joonised 1-3).

### Kasutatud kirjandus

**Teksti sees** kasutada kahe autori puhul **koma**. Kui autoreid on rohkem kui kaks, siis kasutada esimese autori järel '*et al*':

Smith and Jones (1998); (Smith, Jones, 1998)

Brown *et al.* (1997); (Brown *et al.*, 1997)

Adams (1998); (Adams, 1998)

- Kui viidata rohkem kui ühele publikatsioonile, siis: 1. viitamine toimub vastavalt ilmunisaastale (suurenev), 2. kui ilmunisaasta on sama, siis vastavalt autorite alfabeetilisele järjestusele:  
(Smith, Jones, 1998; Brown *et al.*, 1999; Adams, 2000; Smith, 2000)

**Raamatud**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, avaldamise aasta, raamatu pealkiri, avaldaja, avaldamise koht, lehekülgede arv.  
 Adojaan, A. 1950. Heintaimede seemnekasvatus kolhoosides ja sovhoosides. Valgus, Tallinn, 127 lk.  
 Šijatov, S.G. 1986. Dendrochronology of the Upper Timberline in the Urals. Nauka, Moskva, 350 lk, (vene keeles)

**Artiklid ajakirjas**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, ilmumisaasta, artikli pealkiri, sidekriips, ajakirja nimetus (täisnimetus), väljaande number ja leheküljed. Artiklite pealkirjad, mis on avaldatud teistes keeltes kui inglise, saksa, prantsuse, hispaania või portugali keeles, peaks olema tõlgitud inglise keelde koos täiendusega lõpus (vene keeles, ing. k. abstrakt).  
 Fairey, N. A., Lefkovitch, L. P. 1996a. Crop density and seed production of creeping red fescue (*Festuca rubra* L. var. *rubra*). 1. Yield and plant development. – Canadian Journal of Plant Science, 76 (2), p. 291–298.  
 Danieljan, S.G., Nabaldijan, K.M. 1971. The causal agents of meloids in bees. – Veterinaria, 8, 64–65 (vene keeles).

**Artikkel kogumikus**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, ilmumisaasta, artikli pealkiri, sidekriips, kogumiku nimetus, koostaja nimi sulgudes, avaldaja, ilmumise koht, leheküljed.  
 Rand, H. 1992. Heintaimede seemnekasvatus. – Rohumaaviljelus talupidajale (koostaja H. Older). AS Rebellis, Saku, 44–74.

**Toimetised**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, ilmumisaasta, artikli pealkiri, sidekriips, *toimetise nimetus kursiivis*, ilmumise koht ja leheküljed.  
 Tomic, Z., Mladenovic, R. 1995. Perennial grass seed production in some mountain region in Serbia. – *Proceedings of Third International Herbage Seed Conference June 18–23 1995. Halle*, p. 346–350.

**Märkused**

Kasutada  $\hat{\cdot}$  (mitte  $\hat{\cdot}$ ,  $\hat{\cdot}$ ):  $0.6 \pm 0.2$   
 Kasutada koma tuhandete märkimiseks - 1,230.4 (üks tuhat kakssada kolmkümmend koma neli)  
 Ilma vaheta:  $5^{\circ}\text{C}$ , 5% (mitte  $5^{\circ}\text{C}$ , 5 %)  
 Kasuta  $\hat{\cdot}$  (mitte  $\hat{\cdot}$ ) ja ilma vaheta: pp. 27–36, 1998–2000, 4–6 min, 3–5 kg  
 Kasuta vahesid: 5 h, 5 kg, 5 m, C : D =  $0.6 \pm 0.2$   
 Kasuta  $\hat{\cdot}$   $\text{kg ha}^{-1}$  (mitte  $\hat{\cdot}$   $\text{kg/ha}$ )  
 Kasuta  $\hat{\cdot}^{\circ}$  :  $5^{\circ}\text{C}$  (mitte  $\hat{\cdot}^{\circ}\text{C}$ )

# INSTRUCTION FOR AUTHORS

Papers must be in English (British spelling). English is revised by a language reviewer, but authors are strongly urged to have the papers reviewed linguistically prior to submitting. Contributions should be sent electronically. Papers are considered by referees before acceptance.

## Papers should be strictly followed instructions

### Structure

Title, Authors (names), Authors' place of work with full address, Abstract (up to 250 words), Keywords (up to 7 words), Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References.

### FOR EXAMPLE

#### TITLE

Authors  
Adresses

*ABSTRACT. In laboratory pupal...*

*Keywords: triticale...*

#### Introduction

In many countries rural....

### Page size and font

- The file should be prepared using **Microsoft Word 97** or a later version
- Set page size to A4 (**21 x 29,7cm**), all margins at **2,5 cm**
- Use **single line** spacing and **justify** the text
- Use font **Times New Roman**, size 10;
- Do not use page numbering
- Use *italics* for Latin biological names and for statistical terms (*t*-test,  $n = 193$ ,  $P > 0.05$ )
- Use single ('.....') instead of double quotation marks (".....")

### Tables

- All tables and figures must be referred to in the text (Table 1; Tables 1, 2)
- For tables use font Times New Roman, regular, 10 points
- Use **TAB** and not space bar between columns
- Do not use vertical lines as dividers, only **horizontal** lines are allowed
- Primary column and row headings should start with an initial capital, secondary headings without initial capital

### Figures

- Use only black and white for figures
- Use font **Arial** within the figures
- Legend below the figure must not be in a frame of the figure
- All figures must be referred to in the text (Figure 1; Figure 1, a, b; Figures 1, 3; Figures 1–3)

## References

### Within the text

In case of **two** authors use comma. In case of more than two authors, reduce to first author “*et al.*”

Smith and Jones (1996); (Smith, Jones, 1996)

Brown *et al.* (1997); (Brown *et al.*, 1997)

Adams (1998); (Adams, 1998)

When referring to more than one publication, arrange them using the following keys: 1. year of publication (ascending), 2. alphabetical order for the same year of publication:  
(Smith, Jones, 1996; Brown *et al.*, 1997; Adams, 1998; Smith, 1998)

### For whole books

Name(s) and initials of the author(s), year of publishing, title of the book publisher, town of publishing, number of pages.

Tritton, D. Y. 1988. Physical Fluid Dynamics. Clarendon Press, Oxford, 350 pp.

Shiyatov, S. G. 1986. Dendrochronology of the Upper Timberline in the Urals. Nauka, Moskva, 350 pp. (in Russian).

### For journals articles

Titles of papers published in languages other than English, German, French, Italian, Spanish, and Portuguese should be replaced by an English translation, with an explanatory note at the end, e.g., (in Russian, English abstr.).

Habel, R. E., Budras, K.-D. 1992. Anatomy of the Prepubic Tendon in the Horse, Cow, Sheep, Goat and Dog. – American Journal of Veterinary Research, 53 (11), p. 2183–2195.

Danielyan, S.G., Nabaldiyan, K.M. 1971. The causal agents of meloids in bees. – Veterinariya, 8, p. 64–65 (in Russian).

### For articles in collections:

Name(s) and initials of the author(s), year of publishing, title of the article, name(s) and initials of the editor(s) (preceded by **In**), title of the collection (*in italic*), publisher, town of publishing, page numbers:

Yurtsev, B.A., Tolmachev, A.I., Rebristaya, O.V. 1978. The floristic delimitation and subdivisions of the Arctic. – In Yurtsev, B. A. (ed.): The Arctic Floristic Region. Nauka, Leningrad, p. 9–104 (in Russian).

### For conference proceedings:

Name(s) and initials of the author(s), year of publishing, proceedings title, name(s) and initials of the editor(s) (preceded by **In**), proceedings name (*in italic*), publisher, town of publishing, page numbers:

Ritchie, M.E., Olf, H. 1999. Herbivore diversity and plant dynamics: compensatory and additive effects. –In Olf, H., Brown, V.K., Drent, R.H. (eds): *Herbivores between plants and predators. The 38<sup>th</sup> Symposium of the British Ecological Society*. Blackwell Science, Oxford, UK, p. 175–204.

### Please note

Use ‘.’ (not ‘;’): 0.6 ± 0.2

Use a ‘comma’ for thousands - 1,230.4 (one thousand two hundred and thirty and four tenths)

Without space: 5°C, 5% (not 5 °C, 5 %)

Use ‘–’ (not ‘-’) and without space: pp. 27–36, 1998–2000, 4–6 min, 3–5 kg

Spaces: 5 h, 5 kg, 5 m, C : D = 0.6 ± 0.2

Use ‘kg ha<sup>-1</sup>’ (not ‘kg/ha’)

Use ‘°’ : 5°C (not 5°C)