AGRAARTEADUS

2008 ◆ XIX ◆ 2

Väljaandja:	Akadeemiline Põllumajanduse Selts
Peatoimetaja:	Maarika Alaru
Keeletoimetaja:	Sirje Toomla
Aadress:	51014 Tartu, Kreutzwaldi 1
e-post:	agrt@eau.ee
www:	http://www.eau.ee/~aps/

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

SISUKORD

TEADUSTÖÖD

V. Eremeev, P. Lääniste, E. Mäeorg, J. Jõudu. Mugulate arvu kujunemise dünaamika sõltuvalt seemnekartuli termilisest töötlemisest 3

H. Jirgena, J. Vanags. Theoretical aspects of farm diversification 10

H. Kaldmäe, H. Suurmets, T. Järveots, T. Suuroja, O. Kärt. Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae)* culture on rumen development and growth in calves 19

R. Kõlli, T. Köster, O. Ellermäe. Mullateaduslikud kogud 24

R. Lauk, E. Lauk, Ü. Lauk. Suviviki kasvatamine koos nisu ja kaeraga: seemnesaakidest ja proteiinisaakidest 32

H. Lõiveke, E. Ilumäe, E. Akk. Teravilja mikrobioloogiast ja ohutusest 38

I. Sematovica, M. Pilmane, A. Jemeljanovs. Investigate vascular endothelial growth factor, nerve growth factor receptors p75, protein gene product 9.5, tumor necrosis factor–α and apoptosis in the cow endometrium in post partum period 46

S. Tölp, E. Rihma, O. Kärt, H. Kalamees. Lüpsilehmade söötmise ja grupeerimise strateegiate valikutest vabapidamisega farmides 51

KROONIKA 61

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

2008 ◆ XIX ◆ 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
www:	http://www.eau.ee/~aps/

CONTENTS

SCIENTIFIC WORKS

V. Eremeev, P. Lääniste, E. Mäeorg, J. Jõudu. The dynamics of formation of tubers depending on the thermal treatment of seed potato 3

H. Jirgena, J. Vanags. Theoretical aspects of farm diversification 10

H. Kaldmäe, H. Suurmets, T. Järveots, T. Suuroja, O. Kärt. Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae)* culture on rumen development and growth in calves 19

R. Kõlli, T. Köster, O. Ellermäe. Scientific collections of soils 24

R. Lauk, E. Lauk, Ü. Lauk. Intercropping common vetch with wheat and oats: about seed yields and protein yields 32

H. Lõiveke, E. Ilumäe, E. Akk. Microbiology and safety of grain 38

I. Sematovica, M. Pilmane, A. Jemeljanovs. Investigate vascular endothelial growth factor, nerve growth factor receptors p75, protein gene product 9.5, tumor necrosis factor–α and apoptosis in the cow endometrium in post partum period 46

S. Tölp, E. Rihma, O. Kärt, H. Kalamees. Feeding and grouping strategies of dairy cows on farms with loose housing system 51

CHRONICLE 61

MUGULATE ARVU KUJUNEMISE DÜNAAMIKA SÕLTUVALT SEEMNEKARTULI TERMILISEST TÖÖTLEMISEST

V. Eremeev, P. Lääniste, E. Mäeorg, J. Jõudu

Eesti Maaülikool

ABSTRACT. The dynamics of formation of tubers depending on the thermal treatment of seed potato*. Thermal shock and pre-sprouting increased the formation of tubers per plant, particularly at the beginning of tuber formation until 60 day after planting, whereas the maximum number of tubers was formed at 93–94 day after planting (12.6 and 14.0 tubers, respectively). In untreated variant, the respective value was 13.2 and it formed at 95 day after planting.Pre-sprouting increased the number of tubers with the cultivar 'Piret' and only at the beginning of tuber initation. Throughout the entire vegetation period the number of tubers of the cultivar 'Ants' was higher due to the thermal shock treatment then in other variants, in the cultivars 'Piret' and 'Varajane kollane', until 50 day after planting and 60 day after planting, respectively.The cultivars'Piret' and 'Varajane kollane' started to form tubers early but had a lower average numbers of tubers per plant compared to 'Ants'. In 'Varajane kollane' the maximum number of tubers was formed at 92 day after planting (12.8 tubers), in 'Ants' (14.6 tubers) and 'Piret' (12.1 tubers), respectively, at 93 and 97 day after planting.*

Keywords: *pre-sprouting, thermal shock, cultivar*

Sissejuhatus

Kartulisaagi kujunemisprotsessi võib tinglikult jaotada kaheks – saagipotentsiaali loomiseks ning selle realiseerimiseks. Esimeses oli üheks olulisemaks väljundiks mugulate arvukus taime kohta, teisel – mugulate suurus ja saagi struktuur. Saagi struktuuri iseloomustab korraga nii bioloogilise kui ka tegeliku saagi koostis (Viileberg, 1976).

Laialt levinud sortide mugulate arv taime kohta ei ole olnud suurem kui 12–18. Katsetega on kindlaks tehtud (Jõudu, 1987), et mugulate arvule pesas avaldavad mõju sordiomaduste kõrval ka kliimatingimused ja katse läbiviimise koht. Mitmed kodu- ja välismaised katseandmed näitavad, et seemnekartuli tihedam mahapanek (16 × 65 cm) vähendas mugulate keskmist massi ning suurendas mugulate arvu ja seemnefraktsiooni osakaalu (Viileberg, 1986).

Käesolevas artiklis on analüüsitud kartuli ühe taime mugulate arvu dünaamikat, kusjuures seemnemugulaid on mõjutatud mahapaneku eel erinevatel temperatuuridel mitmesuguste ajavahemike jooksul. Katsesse valiti erineva valmimisajaga kartulisordid.

Võtmesõnad: termošokk, eelidandamine, sort

Katsematerjal ja metoodika

Katse korraldati aastatel 2000–2002. Katsete rajamisel kasutati blokkasetust, variandid paigutati katselappidele randomiseeritult neljas korduses (Hills, Little, 1972). Katselappide suurus oli 21 m^2, vagude vahelaius 70 cm ja mugulate kaugus vaos 25 cm.

Katsetes selgitati seemnemugulate ettevalmistamise viisi mõju ühe taime mugulatele, kasutades erinevaid seemnemugulate töötlemise viise. Enne kartuli mahapanekut töödeldi seemnemugulaid järgnevalt: 1. Töötlemata variant (T_O) – mugulad viidi põllule otse säilitusruumist, neid termiliselt ei töödeldud; 2. Termošokk (T_S) – nädal enne mahapanekut hoiti seemnemugulaid 2 päeva 30^0C juures, seejärel soojas (12–15^0C) ja valgustatud ruumis (Lõhmus *et al*., 1999; Eremeev, 2000); 3. Eelidandamine (P_S) – mugulaid hoiti 35–38 päeva enne mahapanekut küllaldase niiskusega (85–90%) valgustatud ruumis temperatuuril 12–15^0C. Katses kasutati Jõgeva SAI aretatud hilist sorti 'Ants', keskvalmivat sorti 'Piret' ja Läti Priekuli SAJ varajast sorti 'Varajane kollane'.

Mullaliigiks oli näivleetunud muld, kasutati kartulikatsetele iseloomulikku agrotehnikat. Katseandmed töödeldi statistiliselt regressioonanalüüsi meetodil ning katsetulemused on esitatud kolme aasta keskmisena.

Katsetulemused ja arutelu

Mugulate moodustumine on keerukas protsess, mis sisaldab stoolonite tekkimist ja kasvu ning nende tippu toitainete kogunemise tulemusel mugulate moodustumist, kasvu ning valmimist. Pungad, millest formeeruvad stoolonid, luuakse organogeneesi teises etapis (Markov, Maslova, 1998). Tänu emamugula mõjule on kartulitaim pärast tärkamist mõnda aega veel suhteliselt autonoomne, sõltudes väliskeskkonna tingimustest vähem kui paljud teised kultuurid.

Mel'nichuki (1991) järgi algab mugulate moodustumine (formeerumine) enne, kui pealsete mass on jõudnud maksimaalse suuruseni. Mugulate kiirem kasv järgneb pärast generatiivorganite formeerumist. Kui

lõpeb generatiivorganite formeerumine, lõpeb ka maapealse biomassi kasv ja suureneb järsult varuainete ladestumine mugulatesse ning nende juurdekasvud kiirenevad. Mugulate intensiivne kasv algab, kui taime maapealne osa on täielikult välja kujunenud (fotosünteetiline lehepind on täielikult välja arenenud). Orienteeruvalt langeb mugulate formeerumise algus kokku õiepungade moodustumise faasiga. Viileberg (1986) väidab, et mugulate moodustumine hakkab pärast seda, kui stoolonid on saavutanud sordile omase pikkuse ja nende tippudesse hakkavad kogunema varuained. Kuid eri sortidel esineb siin märgatavaid kõrvalekaldeid (Putz, 1986). Varajastel sortidel formeeruvad mugulad üldiselt varem ja kasvavad kiiremini kui hilistel sortidel. Ka hiliste sortide füsioloogiliselt vanematest mugulatest kasvanud taimed hakkavad mõnevõrra varem mugulad moodustama (Zaag, 1992). Maierhofferi (1962) järgi on mugulate arv taime kohta üks tähtsaimatest saagi kujunemise faktoritest. Mitmed katsed tõestavad seda, et ühe taime mugulate arvu ja saagi vahel on tugev positiivne korrelatsioon (Koljadko, 1981; Chernikova, Kostenko, 1981).

Mugulate arvu dünaamika sordil 'Ants'

Seemnemugulate mahapanekueelne termiline töötlemine mõjutas hilisel sordil 'Ants' ühe taime mugulate arvu. Kolme aasta keskmisena hakkas kõige varajasem mugulate moodustumine eelidandatud variandis (tabel 1). Termošoki saanud seemnemugulatel moodustus usutavalt ($PD_{95\%}$ 1,3) rohkem mugulaid kui töötlemata variandis. Töötlemata ja eelidandatud variantide vahel ei olnud mugulate arvus usutavaid erinevusi.

Maksimaalse mugulate arvu saavutasid sordi 'Ants' taimed 92. kasvupäevaks. Kõige vähem mugulaid moodustus töötlemata variandil (13,9 mugulat), järgnes eelidandatud variant (14,1 mugulat) ja kõige suurem oli antud näitaja termošoki saanud variandil (15,2 mugulat). Seega, hilisel sordil 'Ants' termošokk suurendas mugulate arvu kogu vegetatsiooniperioodi jooksul. Kirjanduse põhjal eelneb mugulate moodustumisele stoolonite kujunemine varre alumise (mullasisese) osa uinuvatest pungadest (Jõudu, 2002). Järelikult termošokk mõjutab eelkõige uinuvaid pungi. Kartulitaime kasvades ja arenedes muutub metabolismi vahetusreaktsioonide iseloom, tekivad uued ained, sealhulgas ka need, mis stimuleerivad generatiivsete paljunemisorganite ja stoolonite ning edaspidi mugulate moodustumist.

Pärast maksimaalse mugulate arvu saavutamist väheneb mugulate arvu järk-järgult. Töötlemata ja termošoki saanud variantidel oli 120. päevaks mugulate arv vähenenud 2,9 mugula võrra, millele järgnes eelidandust saanud variant (3,1 mugulat). Mugulate arv vähenes väikeste (alla 35 mm) mugulate arvel.

Tabel 1. Termilise töötlemise mõju sordi 'Ants' ühe taime mugulate arvule (2000–2002 keskmisena)
Table 1. *The effect of pre-planting treatment of cultivar 'Ants' on the number of tubers per plant (the average of 2000–2002 results)*

Päevade arv mahapanekust *Days after planting*	Töötlemata (T_o) *Untreated (T_o)*	Termošokk (T_S) *Thermal shock (T_S)*	Diferents *Difference* T_S-T_o	Eelidandatud (P_S) *Pre-sprouting (P_S)*	Diferents *Difference* P_S-T_o
45				5,4	
50	7,3	8,6	1,3*	7,1	–0,2
55	8,8	10,1	1,3*	8,7	–0,1
60	10,1	11,4	1,3*	10,1	0,0
65	11,2	12,5	1,3*	11,2	0,0
70	12,1	13,4	1,3*	12,2	0,1
75	12,8	14,1	1,3*	13,0	0,2
80	13,4	14,7	1,3*	13,5	0,2
85	13,7	15,0	1,3*	13,9	0,2
90	13,9	15,2	1,3*	14,1	0,2
95	13,9	15,2	1,3*	14,1	0,2
100	13,7	15,0	1,3*	13,9	0,2
105	13,3	14,6	1,3*	13,4	0,1
110	12,7	14,0	1,3*	12,8	0,1
115	12,0	13,3	1,3*	12,0	0,1
120	11,0	12,3	1,3*	11,0	0,0
n[1]	40	41		44	
SE[2]	0,3	0,3		0,3	
CL_{05}[3]	0,7	0,6		0,7	
PD_{95} / LSD_{05}[4]			1,3		1,4

* = Usutavad erinevused ($P < 0,05$) variantide vahel / *Significant differences ($P < 0.05$) between treatment*

[1] n = Proovivõtmiste arv /*Nnumber of samples*

[2] SE = Standarthälve / *Standard error*

[3] CL_{05} = Usalduspiir $P = 0,05$ juures / *Confidence limits at $P = 0.05$*

[4] $PD_{95\%}$ / LSD_{05} = Piirdiferents $P = 0,05$ juures / *Least significant differences at $P = 0.05$*

Mugulate arvu dünaamika sordil 'Piret'

Keskvalmival sordil 'Piret' moodustusid mugulad töödeldud variantides juba 45. päevaks pärast kartuli mahapanekut (termošokk 4,7 mugulat ja eelidandatud 5,9 mugulat), kusjuures termiliselt töötlemata mugulatest ei olnud selleks ajaks veel mugulaid moodustunud (tabel 2). Töödeldud variandid, tänu oma kiirele algarengule, ületasid töötlemata varianti keskmise mugulate arvu osas mugulate moodustumise algusest termošoki saanud variandi koristuseni (usutavalt 50. kasvupäevani $PD_{95\%}$ 1,4) ning eelidandatud kartulimugulad 85. kasvupäevani (usutavalt 60. kasvupäevani $PD_{95\%}$ 1,4).

Maksimaalse mugulate arvu saavutasid kõik variandid keskvalmival sordil 'Piret' ajavahemikus 95–98. päeva pärast kartuli mahapanekut. Eelidandatud variant 95. päevaks (11,7 mugulat) pärast kartuli mahapanekut ja kolm päeva hiljem järgnesid töötlemata (12,0 mugulat) ja termošoki saanud variant (12,7 mugulat). Pärast mugulate maksimaalse arvu saavutamist (keskvalmival sordil 'Piret' nagu hilisel sordilgi 'Ants') toimus järkjärguline mugulate arvu vähenemine (variandiți oli see erinevus 120. päevaks 1,4–1,5 mugulat).

Tabel 2. Termilise töötlemise mõju sordi 'Piret' ühe taime mugulate arvule (2000–2002 keskmisena)
Table 2. *The effect of pre-planting treatment of cultivar 'Piret' on the number of tubers per plant (the average of 2000–2002 results)*

Päevade arv mahapanekust *Days after planting*	Töötlemata (T_o) *Untreated (T_o)*	Termošokk (T_S) *Thermal shock (T_S)*	Diferents *Difference* T_S-T_o	Eelidandatud (P_S) *Pre-sprouting (P_S)*	Diferents *Difference* P_S-T_o
45		4,7		5,9	
50	4,7	6,1	1,4*	7,0	2,3*
55	6,1	7,4	1,3	8,0	1,9*
60	7,4	8,6	1,2	8,8	1,4*
65	8,5	9,6	1,1	9,6	1,1
70	9,5	10,4	0,9	10,2	0,7
75	10,3	11,1	0,8	10,8	0,5
80	11,0	11,7	0,7	11,2	0,2
85	11,5	12,2	0,7	11,5	0,0
90	11,8	12,5	0,7	11,6	–0,2
95	12,0	12,6	0,6	11,7	–0,3
100	12,0	12,6	0,6	11,7	–0,3
105	11,9	12,5	0,6	11,5	–0,4
110	11,6	12,3	0,7	11,2	–0,4
115	11,1	11,9	0,8	10,8	–0,3
120	10,5	11,3	0,8	10,3	–0,2
n[1]	43	46		47	
SE[2]	0,3	0,4		0,4	
CL_{05}[3]	0,6	0,8		0,8	
PD_{95} / LSD_{05}[4]			1,4		1,4

* = Usutavad erinevused ($P < 0,05$) variantide vahel / *Significant differences ($P < 0.05$) between treatment*
[1]*n* = proovivõtmiste arv / *Number of samples*
[2]SE = Standarthälve / *Standard error*
[3]CL_{05} = Usalduspiir $P = 0,05$ juures / *Confidence limits at $P = 0.05$*
[4]$PD_{95\%}$ / LSD_{05} = Piirdifferents $P = 0,05$ juures / *Least significant differences at $P = 0.05$*

Mugulate arvu dünaamika sordil 'Varajane kollane'

Kolme katseaasta keskmisena hakkas varajasel sordil 'Varajane kollane' kõige varem mugulate moodustumine eelidandatud variandil: 45. kasvupäevaks oli taime kohta 5,1 mugulat (tabel 3). Termošoki saanud seemnemugulatel moodustus usutavalt rohkem mugulaid kui töötlemata mugulatest kasvanud taimedel. Eelidandatud seemnemugulatest moodustus mugulaid (0,4–1,6 mugulat) vähem võrreldes töötlemata variandiga.

Maksimaalne mugulate arv fikseeriti sordil 'Varajane kollane' kõikides variantides 93. päevaks. Kõige väiksem mugulate arv oli eelidandatud variandil (11,5 mugulat), järgnes töötlemata variant (13,0 mugulat) ja kõige rohkem mugulaid (13,3) oli termošoki saanud variandil. Seega sordil 'Varajane kollane' suurendas termošokk mugulate arvu. Pärast maksimaalse mugulate arvu saavutamist vähenes nagu ka teistel katses olnud sortidel mugulate arv järk-järgult. Eelidandatud variandil oli koristusajaks 1,9 mugulat vähem, termošoki saanud variandil 2,2 mugulat ja töötlemata variandil 3,0 mugulat vähem.

Tabel 3. Termilise töötlemise mõju sordi 'Varajane kollane' ühe taime mugulate arvule (2000–2002 keskmisena)
Table 3. *The effect of pre-planting treatment of cultivar 'Varajane kollane' on the number of tubers per plant (the average of 2000–2002 results)*

Päevade arv mahapanekust *Days after planting*	Töötlemata (T_o) *Untreated (T_o)*	Termošokk (T_S) *Thermal shock (T_S)*	Diferents *Difference* T_S-T_o	Eelidandatud (P_S) *Pre-sprouting (P_S)*	Diferents *Difference* P_S-T_o
45				5,1	
50	5,0	7,6	2,6*	6,4	1,4
55	6,7	8,9	2,2*	7,5	0,8
60	8,3	10,0	1,7*	8,5	0,2
65	9,6	10,9	1,3	9,3	–0,3
70	10,7	11,7	1,0	10,0	–0,7
75	11,6	12,3	0,7	10,6	–1,0
80	12,3	12,8	0,5	11,0	–1,3
85	12,7	13,1	0,4	11,3	–1,4
90	13,0	13,3	0,3	11,4	–1,6*
95	13,0	13,3	0,3	11,5	–1,5
100	12,9	13,2	0,3	11,4	–1,5
105	12,5	12,9	0,4	11,1	–1,4
110	11,9	12,4	0,5	10,7	–1,2
115	11,1	11,8	0,7	10,2	–0,9
120	10,0	11,1	1,1	9,6	–0,4
n[1]	43	43		46	
SE[2]	0,4	0,4		0,3	
CL_{05}[3]	0,8	0,9		0,8	
PD_{95} / LSD_{05}[4]			1,7		1,6

* = Usutavad erinevused ($P < 0,05$) variantide vahel / *Significant differences ($P < 0.05$) between treatment*
[1]*n* = Proovivõtmiste arv / *Number of samples*
[2]SE = Standarthälve / *Standard error*
[3]CL_{05} = Usalduspiir $P = 0,05$ juures / *Confidence limits at $P = 0.05$*
[4]$PD_{95\%}$ / LSD_{05} = Piirdifferents $P = 0,05$ juures / *Least significant differences at $P = 0.05$*

Mugulate arvu dünaamika sõltuvalt seemnemugulate töötlemisest

Kolme katseaasta keskmiste tulemuste põhjal algab töödeldud variantidel mugulate moodustumine juba 45. päeval pärast kartuli mahapanekut, kuid töötlemata variandi korral ei olnud mugulate moodustumine veel selleks ajaks alanud (tabel 4). Termošokk suurendas kolme sordi keskmisena mugulate arvu ühe taime kohta, kusjuures antud näitaja oli suurim kõigil määramiskordadel (usutavalt 60. kasvupäevani $PD_{95\%}$ 1,3). Eelidandamise mõju mugulate keskmisele arvule taimel oli kuni 75. kasvupäevani (usutavalt 55. kasvupäevani $PD_{95\%}$ 1,3).

Lähtudes seemnemugulate töötlemisest kolme sordi keskmisena, saavutas mugulate arv ühe taime kohta maksimumi ajavahemikus 93–95 päeva pärast kartuli mahapanekut. Eelidandatud variandil oli maksimaalne mugulate arv (12,6 mugulat) 93. päeval pärast kartuli mahapanekut, millele järgnesid termošoki saanud (14,0 tk) ja töötlemata variant (13,2 mugulat), vastavalt 94. ja 95. päevaks. Pärast 93–95 päeva vähenes mugulate arv järk-järgult kõikides variantides. Eelidandatud variandil oli 120. kasvupäevaks 2,4 mugulat vähem, millele järgnesid termošoki variant (2,9 mugulat) ja töötlemata variant (3 mugulat).

Tabel 4. Termilise töötlemise mõju kartuli ühe taime mugulate arvule (2000–2002 keskmisena)
Table 4. *The effect of pre-planting treatment on the number of tubers per plant (the average of 2000–2002 results)*

Päevade arv mahapanekust *Days after planting*	Töötlemata (T_o) *Untreated (T_o)*	Termošokk (T_S) *Thermal shock (T_S)*	Diferents *Difference* T_S-T_o	Eelidandatud (P_S) *Pre-sprouting (P_S)*	Diferents *Difference* P_S-T_o
45		3,5		4,7	
50	4,0	5,6	1,6*	6,2	2,2*
55	6,0	7,4	1,4*	7,6	1,6*
60	7,7	9,0	1,3*	8,8	1,1
65	9,2	10,4	1,2	9,8	0,6
70	10,4	11,5	1,1	10,7	0,3
75	11,5	12,5	1,0	11,4	–0,1
80	12,2	13,2	1,0	12,0	–0,2
85	12,8	13,7	0,9	12,3	–0,5
90	13,1	14,0	0,9	12,5	–0,6
95	13,2	14,0	0,8	12,5	–0,7
100	13,1	13,9	0,8	12,4	–0,7
105	12,7	13,5	0,8	12,1	–0,6
110	12,1	12,9	0,8	11,6	–0,5
115	11,3	12,1	0,8	11,0	–0,3
120	10,2	11,1	0,9	10,1	–0,1
n[1]	126	130		137	
SE[2]	0,3	0,3		0,3	
CL_{05}[3]	0,6	0,7		0,7	
PD_{95} / LSD_{05}[4]			1,3		1,3

* = Usutavad erinevused ($P < 0,05$) variantide vahel / *Significant differences ($P < 0.05$) between treatment*
[1]n = Proovivõtmiste arv / *Number of samples*
[2]SE = Standarthälve / *Standard error*
[3]CL_{05} = Usalduspiir $P = 0,05$ juures / *Confidence limits at $P = 0.05$*
[4]$PD_{95\%}$ / LSD_{05} = Piirdifferents $P = 0,05$ juures / *Least significant differences at $P = 0.05$*

Mugulate arvu dünaamika sõltuvalt sordist

Kolme katseaasta keskmisi tulemusi võrreldes võib järeldada, et keskvalmiv sort 'Piret' ja varajane sort 'Varajane kollane' hakkasid varakult mugulad moodustuma (tabel 5). Hilisel sordil 'Ants' moodustus mugulaid rohkem kui teistel katses olnud sortidel.

Maksimaalne mugulate arv oli ajavahemikus 92.–97. päeva pärast kartuli mahapanekut. Varajasel sordil 'Varajane kollane' oli see 92. päeval (12,8 mugulat) pärast kartuli mahapanekut, millele järgnesid 'Ants' (14,6 mugulat) ja 'Piret' (12,1 mugulat) vastavalt 93. ja 97. päeval. Pärast maksimumi saavutamist mugulate arv järk-järgult vähenes. Sordil 'Piret' oli 120. päevaks 1,5 mugulat vähem, millele järgnesid sort 'Varajane kollane' (2,8 mugulat) ja 'Ants' (3,4 mugulat). Mugulate arvu vähenemist enne kartuli koristust on kinnitanud ka varasemad sedalaadi uuringud (Leopold, 1968; Jõudu, 1987). Tingitud on see toitainete ümber kandumisest ühest mugulast teise. Meie katses toimus mugulate arvu vähenemine väikeste (alla 35 mm) mugulate arvel.

Tabel 5. Sordi mõju ühe taime mugulate arvule (2000–2002 keskmisena)
Table 5. *The effect of cultivar on the number of tubers per plant (the average of 2000–2002 results)*

Päevade arv mahapanekust *Days after planting*	'Ants'	'Piret'	Diferents *Difference* 'Piret' – 'Ants'	'Vrajane kollane'	Diferents *Difference* 'V. koll.' – 'Ants'
45		4,5		4,8	
50	6,2	5,9	–0,3	6,4	0,2
55	8,0	7,2	–0,8	7,8	–0,2
60	9,7	8,3	–1,4*	9,1	–0,6
65	11,1	9,2	–1,9*	10,1	–1,0
70	12,2	10,1	–2,1*	11,0	–1,2
75	13,2	10,8	–2,4*	11,8	–1,4*
80	13,9	11,3	–2,6*	12,3	–1,6*
85	14,3	11,7	–2,6*	12,7	–1,6*
90	14,6	12,0	–2,6*	12,8	–1,8*
95	14,6	12,1	–2,5*	12,8	–1,8*
100	14,4	12,1	–2,3*	12,6	–1,8*
105	13,9	11,9	–2,0*	12,3	–1,6*
110	13,3	11,6	–1,7*	11,7	–1,6*
115	12,4	11,2	–1,2*	11,0	–1,4*
120	11,2	10,6	–0,6	10,1	–1,1
n[1]	125	136		132	
SE[2]	0,3	0,3		0,3	
CL_{05}[3]	0,6	0,6		0,7	
PD_{95} / LSD_{05}[4]			1,2		1,3

* = Usutavad erinevused ($P < 0,05$) sortide vahel / *Significant differences ($P < 0.05$) between cultivars*
[1]n = Proovivõtmiste arv / *Number of samples*
[2]SE = Standarthälve / *Standard error*
[3]CL_{05} = Usalduspiir $P = 0,05$ juures / *Confidence limits at $P = 0.05$*
[4]$PD_{95\%}$ / LSD_{05} = Piirdifferents $P = 0,05$ juures / *Least significant differences at $P = 0.05$*

Kokkuvõte

Termošoki mõjul oli mugulate arv suurim kolmest variandist alates mugulate moodustumisest kuni koristamiseni (usutavalt 60. kasvupäevani, $PD_{95\%}$ 1,3); eelidandamise mõjul oli antud näitaja suurem kui töötlemata variandis 75. kasvupäevani, (usutavalt 55. kasvupäevani $PD_{95\%}$ 1,3). Sort 'Piret' ja 'Varajane kollane' hakkasid varakult mugulaid moodustuma, kuid olid väiksema keskmise mugulate arvuga mugulate moodustumise algusest koristuseni võrreldes sordiga 'Ants'. Termošoki mõjul oli sortidel 'Ants' ($PD_{95\%}$ 1,3) ja 'Varajane kollane' ($PD_{95\%}$ 1,7) mugulate arv ühel taimel suurim kogu vegetatsiooniperioodi jooksul ja keskvalmival sordil 'Piret' ($PD_{95\%}$ 1,4) oli see 50. kasvupäevani. Eelidandamise stabiilselt usutav positiivne mõju mugulate arvule ühel taimel oli sordil 'Piret' 60. päevani.

Lähtudes mahapanekueelsest töötlemisest, maksimaalne mugulate arv moodustus ajavahemikus 93–95. päevaks. Eelidandatud variandil oli maksimaalne mugulate arv (12,6 mugulat) 93. päeval pärast kartuli mahapanekut, millele järgnesid termošoki (14,0 tk) ja töötlemata variant (13,2 mugulat), vastavalt 94. ja 95. päeval. Pärast 93.–95. päeva vähenes mugulate arv järk-järgult kõikides variantides. Eelidandatud variandil oli 120. kasvupäevaks 2,4 mugulat vähem, millele järgnesid termošoki variant (2,9 mugulat) ja töötlemata variant (3 mugulat). Mugulate arv oli suurim kõikides variantides kolme sordi keskmisena ajavahemikus 92–97 päeva pärast kartuli mahapanekut. Varajane sort 'Varajane kollane' 92. päeval (12,8 mugulat) pärast kartuli mahapanekut, millele järgnesid 'Ants' (14,6 mugulat) ja 'Piret' (12,1 mugulat) vastavalt 93. ja 97. päeval. Pärast ühe taime keskmise massi maksimumi saavutamist kõikidel sortidel toimus järkjärguline mugulate arvu vähenemine. Sordil 'Piret' oli 120. päevaks 1,5 mugulat vähem, millele järgnesid sort 'Varajane kollane' (2,8 mugulat) ja 'Ants' (3,4 mugulat).

Kasutatud kirjandus / *References*

Chernikova, M.F., Kostenko, S.I.: Черникова, М.Ф., Костенко, С. И. 1981. Оценка сортов картофеля по числу клубней на куст и урожайность. Селекция и семеноводство картофеля. Научные труды НИИКХ. Вып. 38, 43–48.

Eremeev, V. 2000. Seemnekartuli mahapanekueelse termilise töötlemise mõju mugulasaagi kujunemisele ja selle kvaliteedile. Magistritöö põllumajandus-

teaduse magistri kraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal. Tartu, 80 lk.
Hills, F.J., Little, T.M. 1972, Statistical methods in agricultural research. Berkley, California, 242 p.
Jõudu, J.: Йыуду, Ю. 1987. Формирование урожая и физико-химических свойств клубней картофеля в зависимости от сорта и условий выращивания (на примере Эстонской ССР). Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Тарту, 261 стр.
Jõudu, J. 2002. Kartuli kasvu mõjutavad tegurid ja mugulate moodustumine. Kartulikasvatus, Tartu, lk. 69–97.
Leopold, A.: Леопольд, А. 1968. Рост и развитие растений. Москва, 494 стр.
Lõhmus, A., Jõudu, J., Lääniste, P., Jeremejev, V. 1999. Potato quality improvement with pre-planting treatment of seed tubers. Agroecological optimization of husbandry technologies, Jelgava, 66–74.
Maierhoffer, E. 1962. Ertragsanalytische Untersuchungen an Kartoffelsämlingen. Die Bodenkultur, Ausgabe A., B. 13., H. ¾. 309 s.
Markov, A.M., Maslova, S.P.: Маркаров А.М., Маслова С.П. 1998. Формирование подземных побегов травянистых многолетних растений. Репродуктивная биология растений. Сыктывкар, стр. 93–99.
Mel'nichuk, G. 1991. Individual development of potato in the extreme north. Research bulletin of the N. I. Vavilov institute of plant industry. Fasc 214. Tuber crop. Russia, 20–25. (In Russian).
Putz, B. 1986. Kartoffeln. Pflanzenproduktion. Band 2: Produktionstechnik. Red. J. Oehmichen, Berlin und Hamburg, 431–462.
Viileberg, K. 1976. Mugulviljad. Põllukultuurid ja nende hindamine (koost. E. Reimets). Tallinn, lk. 107–135.
Viileberg, K. 1986. Mugulviljad. Taimekasvatus (koost. E. Reimets). Tallinn, 144–190.
Zaag: D.E. van der Zaag. 1992. Main yield determining factors. — Potatoes and their cultivations in the Netherlands, Wageningen, 17–34.

The dynamics of formation of tubers depending on the thermal treatment of seed potato

V. Eremeev, P. Lääniste, E. Mäeorg, J. Jõudu

Summary

Thermal shock increased the number of tubers per plant from the start of the tuber formation until the harvest and statistically significantly until 60 day after planting (LSD_{05} 1.3). Presprouting increased the same parameter until 75 day after planting and statistically significantly until 55 day after planting (LSD_{05} 1.3). Medium-maturing cultivar 'Piret' and early cultivar 'Varajane kollane' started to form tubers relatively early, but had smaller average number of tubers per plant during the period from the start of the tuber formation until the harvest, compared to the late cultivar 'Ants'. Due to the effect of thermal shock, the number of tubers per plant of cultivars 'Ants' (LSD_{05} 1.3) and 'Varajane kollane' (LSD_{05} 1.7) was stably significant during the whole vegetation period and of medium-maturing cultivar 'Piret' (LSD_{05} 1.4) until 50 day after planting. With cultivar 'Piret', the stably significant positive effect of presprouting on the number of tubers per plant was until 60 day after planting. Thus, the number of tubers was increased due to thermal shock.

Depending on the preplanting treatment, the maximum number of tubers per plant formed between 93–95 DAP. The maximum number of tuber of presprouted variant (12.6 tubers) was reached at 93 day after planting, followed by thermal shock (14.0 tubers) and untreated variant (13.2 tubers), respectively 94 and 95 day after planting. After 93–95 day after planting the number of tubers decreased gradually in all variants. At 120 day after planting the presprouted variant had 2.4 tubers less, followed by thermal shock (2.9 tubers) and untreated variant (3 tubers). Depending on the cultivar the maximum average number of tubers as an average of all three cultivars was reached during the period of 92–97 day after planting. It was achieved until 92 day after planting with cultivar 'Varajane kollane' (12.8 tubers), followed by 'Ants' (14.6 tubers) and 'Piret' (12.1 tubers), resepctively on 93 and 97 day after planting. After reaching the maximum average weight of tubers per plant, the gradual decrease of the number of tubers occured in all cultivars. At 120 day after planting the cultivar 'Piret' had 1.5 tubers less, followed by 'Varajane kollane' (2.8 tubers) and 'Ants' (3.4 tubers).

THEORETICAL ASPECTS OF FARM DIVERSIFICATION

H. Jirgena[1], J. Vanags[2]

[1]*Latvia University of Agriculture*
[2]*Riga Technical University*

ABRACT. Theoretical aspects of farm diversification. *There are situations in agricultural production when one or several production factors have to be involved in production of different goods and not infrequently such a situation develops when the number and quality of production factors do not correspond to the production goal. This is shown by large areas of unused agricultural land, continuous unemployment in many rural regions and a low income level. In free market economies, production methods or the type of services provided are determined by those who utilize the limited resources in the most effective way. The paper deals with effecency determination of the existing resources and the need for a justified production diversification upon applying the law of diminishing returns. The research includes models on production diversification possibilities within and outside the industry of agriculture. The calculations revealed a potential effect of diversification of labour force and land use in Latvian regions.*

Key words diversification, economic effecency, resources, production, costs.

Introduction

In the contemporary world the developed countries are setting up the objective for their economic policy – sustainable development of civil society, taking into account the limited economic resources. The Commission of World Environment and Development of the United Nations explains that development is sustainable when it satisfies the current needs without jeopardizing a possibility for the next generations to satisfy their needs.

Sustainable development is associated with the following aspects of commercial activity (B.Rivza, 2004):

– economic (growth, effecency, stability),
– social (justice, social equality and mobility, participation, cultural identity),
– environmental (healthy environment, a rational use of renewable energy resources, conservation of non-renewable energy resources) factors.

Only the development, which equally complies with all three target groups, is capable of a long-term existence.

Until now, the market economy has been able to handle the problem of scarsity of resources in the most effective way by distributing the limited resources towards the most effective way of their utilization by means of „invisible hand". The wish of each individual to satisfy his/her needs as much as possible, taking into consideration his/her income is an important driving force of system.

The way goods are produced and services are provided is closely related to competition amongst producers. In the economy based on free competition, production trends and guantities are determined by managers who use the limited production resources in the most effective way.

Agriculture, as a sector of the national economy plays an important role in the economy of every country because the level of its development is decisive in provision of the population with agricultural products and industry with raw materials. As compared with industrial enterprises, specialization of agricultural enterprises is dependent on economic and natural factors (Risks…, 2005). Agricultural enterprises are closely cooperating with enterprises of other sectors. Cooperation of enterprises of different sectors allows diminishing of seasonality of agricultural production, more efficient utilization of land, labor and capital resources. Excessive production diversification of farms can cause an opposite effect – reduction in utilization effecency of resources. Therefore every agricultural enterprise should develop alternative production diversification options and the most suitable one to specific production and market conditions.

Optimal entrepreneurship of a rural farm is considered to be the structure of its products, which in specific natural and economic circumstances ensures the most effective use of land, labor, machinery, fertilizers and other production resources.

Utilization effectiveness of resources on farms

Upon analyzing and exploring utilization of resources involved in agricultural production and their link to production purpose, many different factors are revealed. These factors constitute the totality of causes for the situation when the quantity of resources, which the producer can make use of does not correspond to the production level – there is shortage of some of resources and some are to excess (Pindyck,1992).

To determine effecency of resources being at the disposal of the farm the following mathematical equation can be used:

$$E_{LS}= \frac{\sum RZ_{LS}}{\sum RS_{LS}}, \quad (1)$$

where E_{LS} – general index of the utilization effectiveness of resources on the farm;

$\sum RZ_{LS}$ – total amount of products produced on the farm, expressed as relative quantitative units;

$\sum RS_{LS}$ – resources utilized for achievement of relevant results.

For farms it is important not only to identify factors which increase or reduce the utilization effecency indexes but also to know their replacement possibility.Upon revealing the most significant reasons for unbalanced use of resources, which at the same time do not comply with the production purpose, it is possible to identify the most effective practices for diminishing quantitative and qualitative unconformity of resources to output and to certain characteristics.

Factors influencing the use of resources are shown in the figure 1

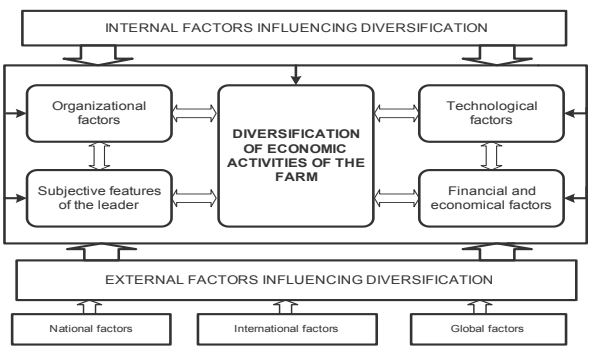


Figure 1. Factors influencing utilization of resource

As seen from Fig.1 the factors causing unconformity of resources are dividend into following groups:

- internal factors – factors influencing acquisition and utilization of resources within one farm (organizational; technological; financial and subjective features of the leaders);
- external factors – factors, the reason for which lies beyond the borders of one farm, but they influence the result of utilization of resources on this particular farm (national, international and global).

Knowing the factors, which influence utilization of resources, the farm is able to forecast powers of their influence on the result of production of certain goods and to take timely measures for diminishing a negative impact.

Resources utilized in production of agricultural products in their physical form are difficult to be transformed in any relative physical unit, which would contain in total of all utilized resources. Besides, the application of such an index would be rather limited, therefore it is more convenient to count the resources utilized by the farm and apply them in a value expression. Based on these reasons, the first equation can be re-written as follows:

$$E_{LS}= \frac{\sum RZ^{V}_{LS}}{\sum (DS_{LS} \times P_{DS}) + \sum (PML_{LS} \times A_K) + \sum (ZG_{LS} \times P_{ZG}) + \sum (IM_{LS} \times P_{IM}) + \sum AC}, \quad (2)$$

where $\sum RZ^{V}_{LS}$ – total amount of the farm output in a value expression;

$\sum DS_{LS}$ – labor force used on the farm in relative units;

P_{DS} – price of one unit of labor force used on the farm;

PML_{LS} – capital assets of the farm;

A_K – depreciation deductible in a certain period of time on capital assets used on the farm;

IM_{LS} – materials utilized on the farm for a certain level of production.

P_{IM} – price for materials utilized on the farm;

ZG_{LS} – total land area to be owned ;

P_{ZG} – price of land;

$\sum AC$ – others costs of the farm.

To use advantages of agricultural production and a rural economic environment in a more effective way as compared with economic activity in urban areas and to diminish the impact of factors restricting the development of production, it is necessary to carry out diversification of the production. Its main advantage is increase in effecency of utilization of production factors being at the disposal of agricultural producers.

It is important to outline that for production different products , the resources of a certain amount, and quality are needed In case the farm wishes to start production of other products, then it must acknowledge that the new product will require resources adequate to its specialization and production technology. Besides, the disposable resources of the farm must conform not only to the product specifics but also to the production quantity.

This means that to achieve the diversification aims, the farm will have to acquire some resources on the market in order to develop a quantitative and qualitative structural conformity of the resources, complying with the planned diversification program and to the specifics of the expected product. It should be noted that upon carrying out the diversification the farm will first of all wish to fully utilize the resources at its disposal, the amount of resources to be acquired must be coordinated with the amount of resources already existing on the farm.

Upon acquiring the necessary production resources for implementation of the diversification projects, that farm must take into account that increasing one production factor without changing the amount and quality of other factors involved in production, is gradually decreasing the return of the acquired resource unit

The law of diminishing returns disclosed by American scientist James Clark is mentioned in economics also as the law of diminishing marginal returnsor the

law of the diminishing marginal product. Other authors call this economic regularity as the law of diminishing returns from production factors.

Let us assume that there are two production factors at the disposal of the producer – variable production factor RF_m and unchangeable production factor RF_0. In this case the production function can be expressed by the equation:

$$Q=f(RF_0;RF_m) \quad (3)$$

Graphic coherence between production level Q, invariable factor RF_0 and variable production factor RF_m is shown in figure 2.

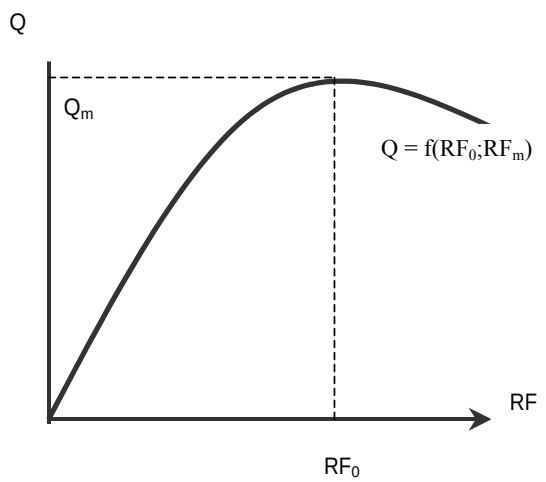


Figure 2. Production function with one variable factor

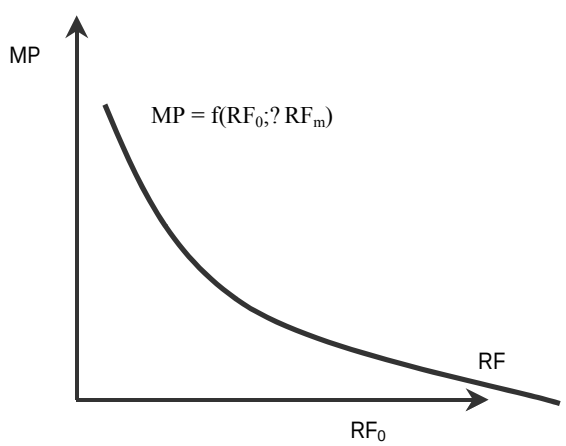


Figure 3. Diminishing marginal product

As seen in figure 2 upon reaching the level of RF_0, the production factor increases output up to it maximum level Q_m. Increasing the production factor according to its amount RF_0 is not yielding a positive result anymore – an increase in output is negative. This regularity in the theory of economics (Pindyck, 1992). is known as the law of diminishing returns.

The functioning of the law is also clearly seen in figure 3 where a graphical model of the marginal product function is shown as the curve with a negative increase. As seen in figure 3, upon increasing the level of production factor RF involved in the production in a short period of time, the marginal product is being reduced until it reaches a zero value – at a point when the output reaches its maximum value, increasing gradually the level of variable production factor.

Changes in the marginal product by increasing the amount of variable production factor per unit can be expressed by the following equation:

$$MP=f(RF_0;(RF_m+\Delta RF_m) \quad (4)$$

where MP – marginal product, produced by increasing the amount of variable production factor per unit;

RF_0 – invariable factor involved in production;

ΔRF_m – change is the invariable production factor per unit;

RF_m – variable production factor.

The return of variable production factor is clearly characterized by the marginal product.

To determine an increase in output by increasing the amount of resources involved in production the following equation can be applied:

$$RF_A=\frac{\Delta Q}{RF_0+(RF_m+\Delta RF_m)} \quad (5)$$

where RF_A – index of invariable production factor return;

ΔQ – change in production amount;

ΔRF_m –change in the variable production factor per unit;

RF_m – variable production factor.

Where as increase in the output

$$\Delta Q = Q_1 - Q_0 \quad (6)$$

and change in the variable production factor -

$$\Delta RF_m = RF_{m1} - RF_{m0}, \quad (7)$$

then the equation 5 can be rewritten as follows:

$$\Delta RF_A = \frac{Q_1 - Q_0}{RF_0 + (RF_{m1} - RF_{m0})}, \quad (8)$$

where Q_0 – output before the production factor is increased by one unit;

Q_1 – output after the production is increased by one unit;

RF_{m0} – amount of initial production factors involved in production;

RF_{m1} – amount of production factors involved in production after their increasing;

If the production factor is increased by one unit, then the equation 7 can be rewritten as follows:

$$\Delta RF = RF_{m1} - RF_{m0} = 1 \quad (9)$$

It means that the amount of produced product turns into the marginal product if the variable production factor increases by one unit.

If the equation 8 is inserted into the equation 7 then we receive the following equation for calculations the marginal product:

$$RP = \frac{Q_1 - Q_0}{1} = Q_1 - Q_2, \quad (10)$$

or

$$RP = Q_1 - Q_0, \quad (11)$$

So, if the variable factor is involved in production by one unit, then the marginal product is equivalent by the additional amount of the produced product

$$RP = \Delta Q \quad (12)$$

Thus the marginal product shows efficiency of the next factor involved in production or return in natural units in terms of money. Upon analyzing and evaluating the character of the marginal product, the producer can receive valuable information regarding effecency of his/her efforts – where investments increase any production factor provides the necessary increase in output, the other production factors left unchanged.

An important conclusion can be drawn from the above mentioned:

- increase of one or two production factors does not yield a proportional increase in output;
- increase in one or two production factors if other production factors remain unchanged, does not ensure an effective utilization of production factors involved in production and restricts an increase in output;
- upon existing of different provision of production factors, output can be increased up to the limit, while one of the production factors has been fully utilized;
- to achieve the expected output, all the production factors must be increased and their optimum combination must correspond to production technology and level.

In agricultural production unbalanced resources should be considered as an objective phenomenon having different reasons. Part of resources involved in production in a short-term remains unchanged, but others are changing. Therefore, it is necessary to determine the amount of variable production factor involved in production, which yields an optimum result in every specific situation. Upon achieving adequacy of resources to the type and output, farms are able to increase their revenues by fully utilizing resources which are not fully utilized in agricultural production.

Justification of production diversification need

The law of diminishing returns and the character of changes in marginal product have a great practical significance in determination of the need for agricultural production diversification. In this case there are two possible approaches:

- a critical need for diversification;
- desirable diversification to ensure a fuller utilization of resources.

In the result of implementation of the above mentioned diversification approach the moment when a critical need for diversification sets in and when a maximum possible output Q_{max} is achieved is clarified and the amount of the production factor involved in production has reached the level RF_c that is shown in figure 4.

As seen in figure 4 the production level TQ reaches its maximum value on condition that $TQ = Q_A$ when the the marginal product MQ =0. Nevertheless this does not mean that the production must be continued until TQ reaches this value Q_A, as it is not advantageous from the point of view of effective utilization of resources and maximization of profit. So, production of the product Q must be stopped as soon as the maximum amount Q_{max} is reached and the variable production factor has utilized RF_c units.

Therefore it must be clarified, which production level of the product Q should be stopped and production diversification could be implemented to utilize the production factors in a more effective way. In order to solve this task, the curves of the marginal product MQ and of the mean efficiency VR are used, which are shown at the bottom of figure 4.

The marginal product and the mean efficiency curves must be evaluated in association with the curve of the total product TQ. There are 3 points – A; B and C where the character of increase in TQ curve is changing. From 0 to point A an increase in TQ curve is gradually growing until the maximum production level is reached, which corresponds to the level Q_C.

As seen in Fig.4 upon increasing the variable factor RF involved in production, the marginal product MQ is increasing until the production level reaches Q_A that corresponds to the consumption of the variable production factor RF_A units. In this point the marginal product MQ has reached its maximum value.

After point A, the character of the gross product TQ curve changes. Upon increasing consumption of the variable production factor an increase in the production level is ongoing and the rate of its increase stays relatively unchanged until point B wich come up to production volume Q_B. Upon increasing the production volume from Q_A to Q_B, the marginal product has been reduced from MQ_{A1} to MQ_{B1} Besides, the point B on the TQ curve is characteristic for the fact that in this point the following equivalence $MQ_{B1} = VR_{max}$ is valid., that characterizes the output when a desirable diversification limit has been achieved.

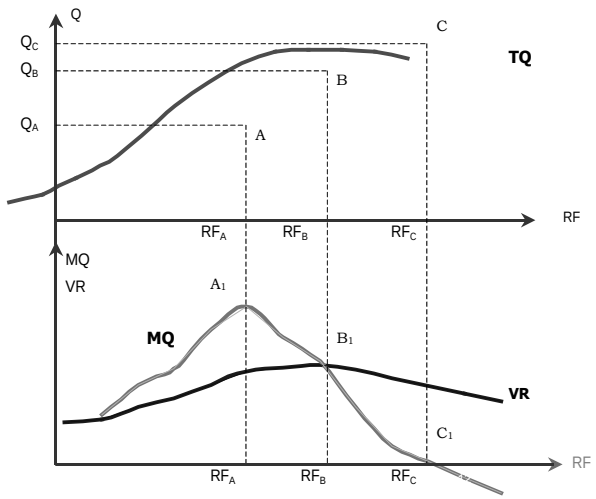


Figure 4. Determination of optimal production level (Pindyck,1992).

Taking into account the condition of equivalence $MQ_{B1} = VR_{max}$ and that the mean efficiency of the production factor has reached its maximum value, point B on the TQ curve becomes important from the point of view of diversification. This is determined by the following considerations which are justified by curves shown in figure 4:

– upon increasing of the amount of the production factor involved in production, the efficiency of the factor starts reducing. This means that utilization effecency of the variable and of the other production factors is reducing;
– upon reducing the efficiency of production factors, the mean variable production costs are increasing and thus the profit is falling.

Taking into account the above mentioned considerations, the production level Q_B and the amount of variable production factor utilized RF_B are considered as the starting point when implementation of the production diversification would be useful to achieve more effective utilization of resources, receiving more return. But prior to the decision-making on diversification of the product, the situation must be throughly evaluated and it must be taken into consideration that start-up of production of a new product will require considerable resources that might exceed revenues.

Continuing increase in production level Q_B consumption of the variable production factor is increasing until the production level Q_C is reached. As seen in figure 4, an increase in production level after the point Q_B, is gradually reducing until the level Q_C has been reached. It shows a stoppage of a positive increase in output. If in this situation the amount of production factor involved in production increases, then an increase in production becomes negative or it reduces, causing apparent and undeniable losses.

This means that changes in the amount of production factor utilized RF_c delimitates the second ultimate limit of the necessary production diversification when the product must be changed. This limit correlates with a critical need for diversification.

Thus, applying the law of diminishing returns and the model of production function, an optimum interval of the production diversification is determined, which is situated between points B and C and the curve of gross product TQ or points B_1 and C_1 that is situated on the curve of the marginal product MQ.

On farms, the law of diminishing marginal returns implies the following economic activities:

1. use of fertilisers and manure to increase output of crops. By increasing the quantity of fertilisers used per unit of land, the output of crops per unit of land initially grows. If the quantity of fertilisers exceeds a biological limit, the output of crops per unit of land will decrease;
2. increase in input of feed to raise output of milk yield per cow. To some point, increasing the quantity of feed for cows can increase milk yield per cow. If the quantity of feed exceeds biological limits, milk yield per cow might decrease.

Such a situation might emerge on any farm. Therefore, increasing the efficiency of using disposable resources requires taking measures of production diversification.

Diversification possibilities of economic activity

Diversification of economic activity means that rural socio-economic processes are analyzed and explored in the following aspects:

- Diversification of economic activity within the sector of agriculture or the diversification of production in its narrower meaning. It is developing basically upon changing a quantitative and qualitative content of agricultural output, and upon maintaining of the absolute majority of agricultural products within the gross value of production level;
- Diversification of agricultural activity outside the sector of agriculture or the production diversification in its broader meaning that provides a possibility to achieve a higher efficiency of the disposal resources and provides more benefits to the society.

Diversification of economic activity within the sector of agriculture – until now it is the most widespread type of diversification of economic activity in rural areas of Latvia. It is also characteristic for other new Member States of the European Union (van der Ploeg, 2003). Such a trend can be explained by a relatively high percentage of rural population and their former or current connection to agricultural production and professional qualification – knowledge, experience and skills in production of agricultural goods.

A rapidly changing socio-economic environment and economic globalization as well as different agri-climatic and biological conditions of agricultural production precludes a possibility for many farms to earn sufficient means for survival in a rural environment upon maintaining production of goods within the sector

of agriculture (Global, 1993). Such circumstances create objective prerequisites for diversification of economic activity in its broader sense when the diversification object is the resources at the disposal of the farm and the diversification target – to maximize incomes in concrete socio-economic circumstances by utilizing the resources in the best and most effective way.

Diversification of economic activity within the sector of agriculture

As it was already mentioned above, diversification of economic activity in its narrower sense is associated with the production diversification of goods and services within the sector of agriculture. It is important for increasing income of rural households. It is important to note that diversification of economic activity in rural areas is characteristic for a certain gradualness and technologically economic connection. This means that the individual of the economic activity living in a rural area will first of all try to increase the net income at his/her disposal within the sector of agriculture – by changing a quantitative and qualitative composition of agricultural products.

The model of diversification of economic activity when the production of goods and services is diversified within the sector of agriculture is incorporated into figure 5.

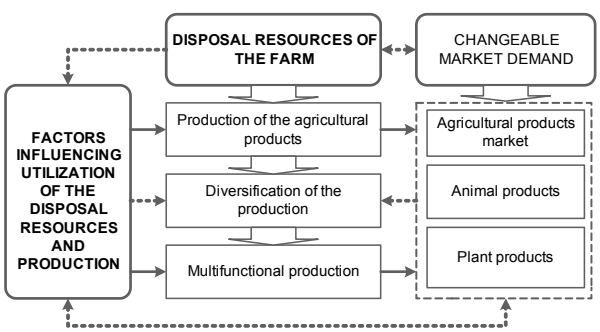


Figure 5. Model of diversification of economic activity within the sector of agriculture.

It is apparent that the model into the figure 5 provides a clear notion of the diversification of economic activity within the sector of agriculture. The farm utilizes the disposal resources for production of a certain type and quantity of agricultural goods. These goods are sold to the market and are confronted there with changeable demands of consumers and with imported agricultural products. Under the impact of these factors, the return of resources utilized by the farm is gradually decreasing upon maintaining on unchanged composition and quantity of agricultural goods produced on the mentioned farm. This means that it is the right time for diversification of the product what the farm is successfully coping with and starts production of new agricultural goods, the amount and characteristics of which to a large extent corresponds to the market requirements. And so it goes on following changes in the market of goods.

The market of agricultural goods is not the only variable factor, which determines the need for diversification of economic activity on the farm. Resources constantly stay under the impact of external and internal factors. If agricultural land areas are reducing or increasing, then the farm will be pressed to diversify the assortment of agricultural products giving preference to the most advantageous utilization type of resources. Thus, the model into figure 5 gives a possibility to conclude that production diversification is a continuous process, the development of which is characteristic for withdrawal of the existing product from the production or its decreasing that is a response to the changeable market demands and an uninterrupted upgrading of agricultural production.

Diversification of economic activity within several sectors of the national economy.

In case diversification of economic activity within the sector of agriculture does not yield of satisfactory results to the farm owner then he/she will more probably try to utilize the disposal resources for production of goods and services outside the sector of agriculture. Thus, a qualitatively new stage of diversification of economic activity sets in – production of goods and services not characteristic for the sector of agriculture, gradually reducing production of agricultural goods. In this case, the farm must be aware of higher risks that are associated with production of new goods and services as well as threats and possibilities of outlets for these products.

As shown by various study results, in circumstances of Latvia's rural environment, the diversification of economic activity outside the sector of agriculture is characteristic for the following basic development directions:

- rural tourism;
- processing agricultural products, producing unique and high quality foodstuffs;
- crafts, offering various hand-made and high quality ware;
- offer of construction services, etc.

The model of diversification of economic activity outside the sector of agriculture is included into figure 6.

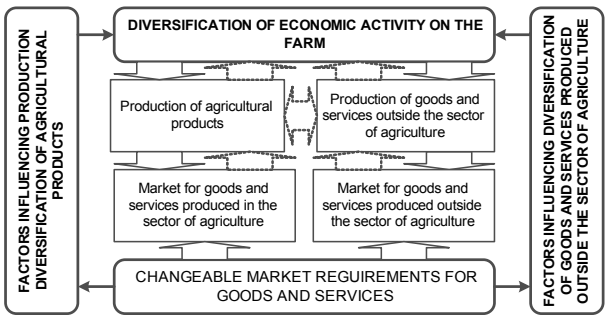


Figure 6. Model of diversification in a wider understanding.

The model of diversification of economic activity, using possibilities offered by several sectors of the national economy, is included into Fig.6. In this case, production of goods and service in the result of diversification can be relatively divided into two parts:

- production of agricultural goods and services;
- production of goods and services in sectors associated with agriculture or not.

It is important to note that in the result of diversification, production of goods outside the sector of agriculture and production of agricultural goods is interrelated. Thus, a desirable result of diversification is achieved – to raise efficiency of resources at one's disposal. The figure shows that the process of diversification of economic activity constantly stays under an impact of changeable demands of the market for goods and services. Other factors characteristic for every individual farm have also an impact on the diversification process.

Potential resources of labour force and land for diversification in Latvian regions

To determine a potential effect of diversifying the labour force and land use, calculations on part-time employees and land use efficiency in Latvian regions were done. To increase the efficiency of using the labour force available for farms, the diversification of using part-time employees is projected with the purpose of transforming them into full-time employees. The potential effect gained from diversifying the use of labour force is shown in table 1.

Table 1. Gross effect of diversifying the labour force of farms in 2007 using the average wage method

Region	Work time missed in agriculture (thsnd. h)	Average gross wage (LVL)		Diversification rate	Gross effect of diversification (mln. LVL)
		a month	an hour		
Pieriga	17 264	327	1,86	0,70	22,5
Vidzeme	17 624	271	1,54	0,55	14,9
Kurzeme	15 050	295	1,68	0,60	15,1
Zemgale	20 674	281	1,60	0,65	21,5
Latgale	38 440	245	1,39	0,50	26,8
Total	109 051	349	1,98	x	100,7

Source: Latvian CSB data and author's estimates

As we can see in table 1, the gross effect gained from diversifying the use of part-time employees in Latvia exceeds LVL 100 million. The largest potential gross effects are expected in Latgale region – LVL 26.8 million, in Pieriga region - LVL 22.5 million, and in Zemgale region – LVL 21.5 million. The least gross effects are possible in Vidzeme region – LVL 14.9 million and in Kurzeme region – LVL 15.1 million. It implies that labour force diversification activities would produce relatively large extra incomes in household budgets and create a large side-effect along with an increase in the gross domestic product.

The possible effect of diversifying land use is determined, taking into account constraints and assumptions for diversifying land use: a farm will use its disposable land for producing agricultural commodities if this land, used in this way, produces the largest net income compared to other possible types of land use.

To determine the economic effect of diversifying land use, the method of value added comparison per unit of land was applied.

The indicators showing the potential diversification of disposable farm land are broken down by rural regions and presented in table 2.

Table 2. Diversifiable agricultural lands in Latvian regions in 2007

Indicator	Land area distribution by regions (thsnd.ha)					In rural regions
	Kurzeme	Latgale	Pierīga	Vidzeme	Zemgale	
Total area of agricultural land	445,17	651,59	332,44	520,61	482,79	2 432,60
incl. agricultural land used	335,60	349,80	238,50	331,40	388,70	1 644,00
Diversifiable agricultural land	109,57	301,79	93,94	189,21	94,09	788,60
% of total area of agricultural land	24,61	46,32	28,26	36,34	19,49	32,42

Source: data of Latvian CSB, State Land Service, Rural Support Service and author's estimates

According to the data of table 2, agricultural lands, which are not used for producing agricultural commodities, are intended for diversification. Most of these lands are concentrated in Latgale region – 301.8 thsnd.ha or 46.3% of the total agricultural land in Latgale. The next largest area of diversifiable lands was identified in Vidzeme region – 189.2 thsnd.ha or 36.3% of the total agricultural land in this region. Much better respective indicators are in Zemgale region – 80.5% and in Kurzeme region – 74.4%. It implies that better conditions for intensive use of agricultural land have historically and naturally emerged in these regions if compared to Vidzeme and Latgale regions.

In the country in total, an area of 788.6 thsnd.ha of agricultural land which is not used for producing agricultural commodities has to be diversified first of all. This area accounts for 32.4% of the total area of agricultural land in the country. Disposable farm land can be used in a better and efficient way and that is why it is possible that farms being in a better position for producing agricultural commodities might use a part or all of their land for non-agricultural purposes.

The value added indicators for rural regions broken down by above mentioned economic activity groups are compiled in table 3.

Table 3. Value added in rural regions in 2007

Indicator	Value added distribution by regions (mln LVL)					In rural regions (mln LVL)
	Kurzeme	Latgale	Pierīga	Vidzeme	Zemgale	
Agriculture	23,40	35,77	22,16	44,74	59,62	185,69
Forestry	15,42	20,12	9,50	27,42	28,06	100,51
Industry and construction	63,13	79,46	244,55	140,47	87,29	614,89
Service industries	177,37	244,84	515,21	268,43	212,98	1 418,82
Total	279,32	380,19	791,41	481,05	387,95	2 319,91

Source: Latvian CSB and author's estimates

As we can see in Table 3, the largest value added in agriculture was produced in Zemgale region – LVL 59.6 million and in Vidzeme region – LVL 44.7 million. The least value added was gained in Pierīga region. It can be explained by agricultural and climatic conditions and suitability of soil for agricultural production in these regions.

The largest value added from economic activity in forestry was gained in Zemgale region – LVL 28.1 million. The least value added from forestry was produced in Pierīga region – LVL 9.5 million or 2.8 times less than in Vidzeme. The largest value added from production of goods was established in Pierīga region, totalling LVL 244.6 million and in Vidzeme region – LVL 140.5 million or 1.7 times less if compared to Pierīga region. The least value added from this kind of activity was produced in Latgale region – LVL 79.5 million or 3.1 times less than in Pieriga region.

The largest value added produced by other economic activities was in Pierīga region, amounting to LVL 515.2 million, followed by Vidzeme region – LVL 268.4 million which is 1.9 times less than in Pierīga region. The least value added from services was in Kurzeme region – LVL 177.4 million or 2.9 times less than in Pierīga region and in Zemgale region with LVL 213.0 million.

From the point of view of alternative use of land, other types of land use produce a larger value added only in the regions of Pierīga and Kurzeme, if compared to agriculture. Therefore, the alternative use of land for producing goods and services is profitable there. It can be explained by the influence of large cities – Rīga in Pierīga region and Liepāja and Ventspils in Kurzeme region. There are possibilities for diversifying land use in other rural regions, but implementing them depends on farm specialisation and economic and social factors impacting farm performance.

Conclusions

1. Diversification of economic activity is influenced by the different internal and external factors.
2. Economical basis for diversification – changes of effectiveness utilization of farm's disposal resources.
3. Production of different products in the farm is determined by necessity utilization limited inputs in the most effective way.
4. Upon existing of difference in provision of production factors, it is possible to increase production volume up to the limit when one input is fully utilized.
5. To satisfy the production volume it is not enough to ensure only production factors but also their optimum combination that corresponds to the technology of the chosen type of production.
6. Diversification of economic activity can be implemented within the sector of agriculture or several sectors of the national economy, taking account of specific circumstances of every farm
7. The activities of labour force diversification can produce an extra income of more than LVL 100 million for rural household budgets and make a positive effect on GDP growth.
8. An area of 788.6 thsnd.ha of agricultural land which is not used for producing agricultural commodities has to be diversified first of all. This area accounts for 32.4% of the total area of agricultural land in the country.

References

B. Rivza, P. Rivza, H. Jirgena, M. Kruzmetra, Z. Zaharova. 2004. "Development of Multifunctionality idea from Cork to Salzsburg". LAS Basic research trends of economics and jurisprudence Riga, 9' 141–143

Presentation of the conclusion plenary session of the conference.2004. Economics for rural development' Jelgava, 44 p.

Global Change and Transformation (ed). 1993, Handelshojskolens Forlag, Copenhagen, 415 p.

J. D. van der Ploeg . 2003. The virtual farmer, 444 p.

Living countrysides. 2002. NL, 229 p.

Pindyck R.S., Rubinfeld D.L. 2001. Microeconomics. Prentice Hall, 700 p.

Risks in agriculture and private forestry. 2005. LAU, RTU, Jelgava, 421–458, 615–644.

Rural employment an International Perspective. 1997. CAB International, 465 p.

The World of Economics. 1991. The New Palgrave. London, 930 p.

Latvijas reģioni: īss apskats. 2007. Valsts reģionālās attīstības aģentūra (VRAA), Rīga.

Latvijas reģioni: īss apskats. 2008. Valsts reģionālās attīstības aģentūra (VRAA), Rīga..

Latvijas Republikas zemes pārskats 01.01.2008. [tiešsaiste] [skatīts 5.janv. 2007.g.]. Pieejams: http://www.vzd.gov.lv/index.php?s=7&sub=286

EFFECTS OF SUPPLEMENTAL YEAST (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) CULTURE ON RUMEN DEVELOPMENT AND GROWTH IN CALVES

H. Kaldmäe, H. Suurmets, T. Järveots, T. Suuroja, O. Kärt

Institute of Veterinary Meditcine and Animal Sciences of Estonian University of Life Sciences,

ABSTRACT. Effects of supplemental yeast (SACCHAROMYCES CEREVISIAE) culture on rumen development and growth in calves. *Yeast culture (Saccharomyces cerevisiae) was added to a calf starter at 0 (control), or 2% of dry matter to determine effects on intake, growth, and rumen development. Twenty Estonian Holstein calves (12 male and 8 female) were involved in the experiment at 5 days of age. Texturized calf starter and hay were offered ad libidum, and intake was measured daily. A subset of male calves was euthanized at 35 d of age and the other at 65 days of age for rumen epithelial growth measurements.*

Average final body weight of the control group was 90.59 kg, and that of the 2YC group 90.60 kg, the average daily gain of the control group during the first month was 384 g and that of 2YC group 348 g; during the second month it was 994 g and 1033 g, respectively. In the first month the dry matter intake of the control group was 1.25 kg/d and that of 2YC 1.22 kg/d, respectively, and in the second month 2.29 kg/d and 2.33 kg/d, respectively. It was not significantly affected by yeast supplementation in the starter ration.

Supplemental live yeast culture in the calf starter did not increase dry matter intake of the calves in the two first months of life.

In the second month of life, yeast supplementation slightly increased the daily gain of 2YC group and improved the usage of metabolizable protein, as compared to the control group.

The results indicate that calves receiving supplemental yeast (Saccharomyces cerevisiae) culture exhibited a slight improvement in rumen development parameters.

Key words*: yeast culture, rumen development, intake, calf*

Introduction

Yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) has been shown several effects in ruminants. However, few studies have evaluated the effects of feeding yeast products to the diet of pre-ruminant and pre-weaning dairy calves. Including of live yeast in calf starter at levels 0.75%, 1.125%, 1.00% and 1.50% have increased feed intakes and daily gain but did not effect on the health of calves (Cole *et al*., 1992; Galvão *et al.*, 2005). There are no effects of yeast culture containing 0.2% of starter on feed intake, rates of gain or feed efficiency (Wagner *et al.,* 1990; Quigley *et al.,* 1992). Inclusion of yeast culture at 2% of the starter ration increased total dry matter intake, average daily gain, structural growth and slightly improves rumen development parameters in dairy calves (Heinrich, 2004; Lesmeister *et al.,* 2004a). Previous rumen development research has reported dry ration effects on rumen development parameters (papillae length and width, rumen wall thickness) but has focused on dietary physical form or dietary type (Stobo *et al.,* 1966, Nocek *et al.,* 1984; Kumar *et al*., 1997; Lesmeister and Heinrich, 2004b, Heinrichs, 2005). They reported the change of rumen pH, total ruminal VFA concentration, and ruminal butyrate and acetate production when included in calf solid feeds. Others have found age-related differences in rumen development parameters (Klein et al., 1997; Zitnan *et al.,* 1999). It is hypothesised that yeast (*Saccharomyces cerivisiae*) culture inclusion in a calf starter would aid rumen development and calf growth. Therefore, this trial was conducted to determine the effects of supplemental yeast culture in a dairy calf starter on feed intake and efficiency, daily gain and rumen development.

Material and methods

Twenty Estonian Holstein calves (12 male and 8 female) were separated from their dams shortly after birth, blocked by birth date and placed on experiment at 5 d of age. Calves were maintained on the study until 65 d of age. Calves were housed in individual pens. Growth parameter measurements were conducted monthly. The calves were weighed at 5, 35 and 65 d of age. Intake of starter, hay and milk replacer intake was measured daily. Composition of calf starter was similar between treatments with the exception of yeast culture content. Treatments consisted of a texturized calf starter containing 0% (control), or 2% (2YC) supplemental yeast culture as a percentage of starter DM. Starter contained 23% extracted soybean meal, 17% oats, 13% maize, 13% barley, 11% wheat, 10% wheat bran, 6% linseed cake, 3.3% rapeseed cake, 1.5% limestone and 2.2% mineral premix. All calves received colostrum and dams received milk twice a day. Calves received a 18.6% CP, 15.6% fat, and 16.9 MJ kg^{-1} DM milk replacer containing 50% whole milk powder, 3% dried

skimmed milk powder and 47% dried whey powder; and vitamin premix from 5 d of age until weaning. Milk replacer was provided in 2 equal feedings at 10% of body weight (BW) at the first month and 5% of BW at the second month of age. Texturized calf starter and hay were offered *ad libidum*, and intake was measured daily, beginning when calves were placed on the study. Water was provided free choice.

Starter and the other feeds samples analyzed for the content of DM, crude protein, crude ash, crude fibre, crude fat and minerals (AOAC, 2005). For determining crude ash concentration, samples were reduced to ashes in a furnace at 550^0C for 6 hours. Crude protein was analysed by the Kjeldahl method with the Kjeldec 2300 analyser (FOSS Tecator Technology), crude fat using a Tecator Soxtec System 2043 and crude fibre using a Tecator 1042 Hydrolyzing Unit System. The concentration of NDF and ADF in the samples was determined with a fibre analyser ANKOM 200 (Van Soest *et al*., 1991). Calf starter nutrient composition are presented in table 1. By design, nutrient composition was similar between treatments with the exception of yeast culture content.

Table 1. Nutrient composition of texturized calf starter containing 0 (control) and 2% supplemental yeast culture

Items	Control	2YC
Dry matter, %	88.8	88.5
In dry matter, g kg^{-1}		
crude protein	231	225
crude ash	105	76
crude fibre	90	90
NDF	219	220
ADF	88	88
crude fat	48	48
N-free extractives	526	561
metabolizable protein	115	117
metabolizable energy, MJ kg^{-1}	13.2	13.5
Saccaromyces Servisiae CBS 493.94, CFU kg^{-1}	0	4000

A procedure for rumen tissue sampling was developed to determine effects of supplemental yeast culture on rumen development and papillae growth in young calves. A subset of male calves was euthanized at 35 day of age and the other at 65 days of age for rumen epithelial growth measurements. Rumen sampling areas ($n = 6$) included the caudal dorsal sac left side, caudal dorsal sac right side and left side cranial ventral sac and right side and left side ventral portion of caudal ventral blind sac. (Lesmeister *et al.,* 2004). Three 1 cm^2 sections were removed from each area and measured for papillae lenght, papillae width, rumen wall thickness and number of papillae per cm^2. Correlations between areas, samples and measurements were obtained.

Experimental results were processed in a computer using a spreadsheet programme MS Excel. Variation statistics was used. Arithmetical means and standard deviation of the studied parameters were calculated. Significance of a difference between means was compared by *T*-test.

Results and discussion

Intake and BW gain. Table 2 presents least squares means for initial, in the middle, and final BW; average daily gain (ADG), and dry matter intake (DMI), metabolizable energy (MEI) and metabolizable protein (MPI) intake. Values for ADG, DMI are presented the first, the second and overall periods. Initial and final BW, therefore, daily gain and DMI, MEI and MPI were not significantly different between treatments. Although there were no statistically differences between average daily gain in the 1st and 2nd months and thoughout the experiment, it should be admitted that in the 2nd month the daily gain of the 2YC calves was by 39 g higher than that of the control group ($P = 0.739$).

Average daily gain during the first month for calves receiving the control and 2YC starter overall were lower than predicted by the model. However, actual the second month ADG was higher for all treatments than predicted by the NRC (2001) model.

In the first month, starter intake for calves receiving 2YC starter was 351 g per day and that for the control group 379 g per day, but in the second month it was 1219 g and 1174 g per day, respectively. Starter intake for calves receiving 2YC starter was higher in the second month compared to the control group calves, but no statistically significant differences ($P = 0.655$) were detected.

For every 1 kg of weight gain in the 1st period, the control group used 3.26 kg DM and 2YC group 3.51 kg; in the 2nd period the amounts were 2.30 kg and 2.25 kg, respectively. It was not significantly influenced by yeast supplementation in the starter ration. In the first period, the amount of MP for 1 kg weight gain for the calves of the control group was 410 g MP and for those of the 2YC group 445 g.

In the 2nd month, difference between the groups was not significant – 265 g and 261 g, respectively. In the 1st month, for 1 kg daily gain 45.5 MJ was used by the control group and 49.3 MJ by 2YC group; in the 2nd month 29.8 MJ and 29.5 MJ was used, respectively. Feed efficiency prior to weaning was not significantly influenced by adding yeast culture to the starter ration.

Results for DMI from the current study partially support the findings of Lesmeister *et al.* (2004) and Heinrichs (2004), who found numerically increased starter and total DMI prior to pre-weaning and weaning. Conversely, significantly higher starter and total DMI for calves receiving 2YC starter post-weaning and overall in the current study were in contrast to the results of Quigley *et al.* (1992), who indicated a significant decrease in DMI post-weaning and overall with supplemental yeast culture, when calves were fed for *ad libitum* consumption. In addition, others have found decreased DMI when brewer's yeast (Seymour *et al.*, 1995) or live yeast (Wagner *et al.*, 1990) was added to calf diets.

Table 2. Preweaning least square mean for intake and BW of Holstein calves receiving 0 (control) and 2% supplemental yeast culture in a calf starter

Items		Control	2YC
Body weight, kg			
Initial, 5 d	$\bar{x}$	49.27	49.16
	s	3.8	5.5
35 d	$\bar{x}$	60.78	59.61
	s	6.7	5.5
Final, 65 d	$\bar{x}$	90.59	90.60
	s	5.3	5.1
Daily gain, g d^{-1}			
6 to 35 d	$\bar{x}$	384	348
	s	157	132
36 to 65 d	$\bar{x}$	994	1033
	s	220	126
6 to 65 d	$\bar{x}$	689	691
	s	71	75
Dry matter intake, kg d^{-1}			
6 to 35 d		1.25	1.22
36 to 65 d		2.29	2.33
Metabolizable energy intake, MJ d^{-1}			
6 to 35 d		17.4	17.2
36 to 65 d		29.6	30.4
Metabolizable protein intake, g d^{-1}			
6 to 35 d		157	155
36 to 65 d		263	269

Rumen development. Average development parameters for ruminal epithelium and papillae – papillae length (PL), papillae width (PW), rumen wall thickness (RWT) and number of papillae per m^2 (NP) – from calves of different age, used to determine the effects of yeast culture on rumen development, are presented in table 3.

Table 3. Least squares means for rumen development measurements for Holstein calves receiving 0 (control) and 2% (2YC) supplemental yeast culture in a calf starter

Items	Control	2YC	s
Papillae length, cm			
1st month	1,23	1,25	0.29
2nd month	1,28	1,29	0.14
Papillae width, cm			
1st month	0,72	0,79	0.06
2nd month	0,91	0,94	0.03
Rumen wall thickness, cm			
1st month	1,39	1,40	0.30
2nd month	1,53	1,42	0.42
Number of papillae per cm^2			
1st month	37	41	1.31
2nd month	42	45	0.89

Figures 1 and 2 demonstrate the microrelief of ruminal pupillae of 2-month-old calves belonging to the control and 2YC groups. There were no significant differences among the groups of calves in rumen development parameters. However, compared to the 1-month-old calves, the papillae length of 2-month-old calves was greater by 4% (C) and 3% (2YC) and the papillae width greater by 21% (C) and 16% (2YC). The increase of rumen wall thickness from the first to the second month of age was 9% for the control group calves and 2% for 2YC calves. Compared to the calves of the control group, the number of papillae was by 10% greater for 2YC group calves in the1st month of age and by 7% greater in the 2nd month. From the first to the second month of age, the number of ruminal papillae increased by 12% (from 37 to 42) in group C and by 9% (from 41 to 45) in group 2YC (Table 3).

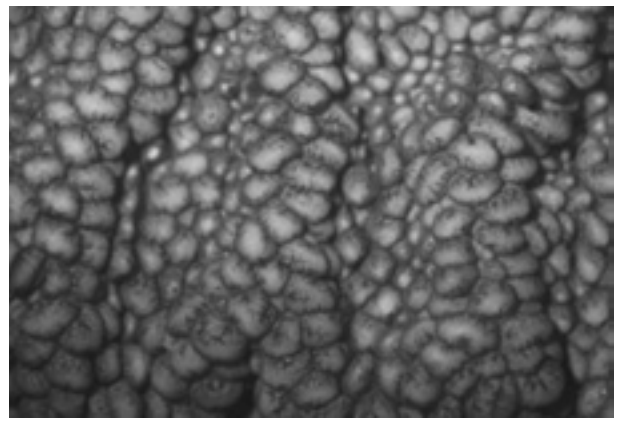


Figure 1. Microrelief of the dorsal rumen sac of 2YC group calf of 2 month of age. Magnification 12,5 x.

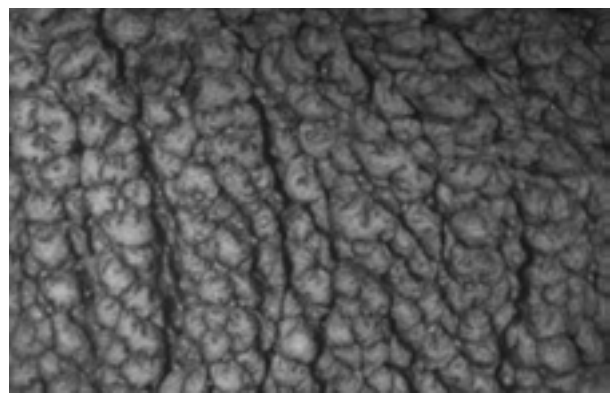


Figure 2. Microrelief of the dorsal rumen sac of controll group calf of 2 month of age. Magnification 12,5 x.

Papillae length and width are the most obvious factors influencing absorptive surface area, but changes in papillae density should also be considered. Dietary and age differences have been found to alter papillae density of the developing rumen, however, significant differences due to dietary treatment are seldom reported for papillae density in calves (Zitman *et al.,* 1998; Zitman *et al.,* 1999; Lane *et al.,* 2000; Lesmeister *et al.,* 2004a; Heinrichs 2005). Papillae density is commonly reported as the number of papillae in a fixed area regardless of rumen volume, but rumen volume has been shown to increase with age (Stobo *et al.,* 1966a).

Numerous researchers have indicated that ingestion of dry feed, and the resultant microbial end products, sufficiently stimulates rumen epithelial development but has focused on dietary physical form or dietary type (i.e., concentrates vs. forage) (Stobo *et al.,* 1966a; Nocek *et al,* 1984; Greenwood *et al.,* 1997; Lesmeister and Heinrichs, 2004).

Recent studies have looked at effects of dietary alterations or additions on rumen development and subsequent effects on rumen microbial end products. Additions of yeast culture increased grain intake by calves, and had marginal affects on rumen development in young calves when added at 2% of the diet (Lesmeister *et al.,* 2004b).

Conclusion

Supplemental live yeast culture in the calf starter did not increase dry matter intake of the calves in the first two months of life. In the second month of life, yeast supplementation slightly increased the daily gain of 2YC group and improved the usage of metabolizable protein, as compared to the control group.

The results indicate that calves receiving supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture exhibited a slight improvement in rumen development parameters.

References

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Maryland, USA, 2005.

Cole, N. A., Purdy, C. W., Hutcheson. 1992. Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. – J. Anim. Sci., 70, p. 1682–1690.

Galvão, K., N., Santos, J. E. P., Coscioni, A., Villaseñor, Sischo W. M., Berge, A. C. B. 2005. Effect of feeding live yeast product to calves with failure of passive transfer on performance and patterns of antibiotic resistance in fecal *Escherichia coli*. – Reprod. Nutr. Dev., 45, p. 427–440.

Greenwood, M. H., Morrill, J.L., Titgemeyer, E.C.1997. A nrw method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. − J. Dairy Sci., 80, p. 2534–2541.

Heinrichs, J. 2004. Yeast culture may affect rumen development. – Feedstuffs, 76, p. 11–14.

Heinrichs, J. 2005. Rumen development in the dairy calf. – Dairy Technology, 17, p. 179–187.

Klein, R. D., Kincaid, R. L., Hodgson, A. S., Harrison, J. H., Hillers, J. K., Cronrath, J.D. 1987. Dietary fiber and early weaning on growth and rumen development of calves. – J. Dairy Sci., 70, p. 2095–2104.

Kumar, U., Sareen, V. K., Singh, S. 1997. Effect of yeast culture supplementation on ruminal microbial populations and mrtabolism in buffalo calves fed a high roughage diet. − J. Sci. Food Agric., 73, p. 231–236.

Lane, M.A., Baldwin, R.L., Jesse, B.W. 2000. Sheep rumen metabolic development in response to age and dietary treatments. − J. Anim. Sci., 78, p.1990–1996.

Lesmeister, K. E., Heinrichs, A. J., Gabler, M. T. 2004a. Effect of supplemental yeast (Saccharomyces cerevisiae) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. – J. Dairy Sci., 87, p.1832–1839.

Lesmeister, K.E., and Heinrichs, A.J. 2004b. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves.− J. Dairy Sci., 87, p. 3439–3450.

Lesmeister, K.E., Tozer, P.R., Heinrichs, A.J. 2004. Development and analysis of s rumen tissue sampling procedure. J.Dairy Sci.,78, p. 1336–1344.

Nocek, J. E.,Heald, C.W., Polan, C.E. 1984. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. − J. Dairy Sci., 67, p. 334–343.

NRC 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington, D.C. 381 pp.

Quigley, J.D., Wallis, III, L. B., Dowlen, H. H., Heitmann, R. N.1992. Sodium bicarbonate and yeast culture effects on ruminal fermentation, growth, and intake in dairy calves. – J. Dairy Sci., 75, p. 3531–3538.

Seymour, W.M., Nocek, J. E., Siciliano-Jones, J. 1995. Effects of a colostrum substitute and of dietary brewer's yeast on the health and performance of dairy calves.− J. Dairy Sci., 78, p. 412–420.

Stobo, I. J. F., Roy, J. H. B., Gaston, H.J. 1966. Rumen development in the calf, 2. The effect of diets containing different propotions of concentrates to hay on digestive efficiency. − Br. J. Nutr., 20, p. 189–215.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. – J. Dairy Sci., 74, p. 3583–3597.

Wagner, D. G., Quinonez, J., Bush, L.J. 1990. The effect of corn- or wheat-based diets and yeast culture on performance, ruminal pH, and volatile fatty acids in dairy calves. − Agri-Pract., 11, p. 7–12.

Zitnan, R., Voigt, J., Schonhusen, U., Wegner, J., Kokardova, M., Hagemeister, H., Levkut, M., Kuhla, S., Sommer, A. 1998. Influence of dietary concentrate to forage ratio on the development of rumen mucosa in calves. − Archives of Animal Nutrition, 51, p. 279–291.

Zitnan, R., Voigt, J., Wegner, J., Breves, G., Schroder, B., Winckler, C., Levkut, M., Kokardova, M., Schonhusen, U., Kuhla, S., Hagemeister, H., Sommer, A. 1999. Morphological and functional development of the rumen in the calf: Influence of the time of weaning. − Archives of Animal Nutrition, 52, p. 351–362.

Pärmiga (*Saccharomyces cerevisiae*) starteri söötmise mõju vasikate kasvule ja vatsa arengule

H. Kaldmäe, H. Suurmets, T. Järveots,
T. Suuroja, O. Kärt
Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja Loomakasvatuse instituut

Uurimistöösse valiti kaks analoogset rühma Eesti holsteini tõugu viie päeva vanust vasikat, kokku 12 pullikut ja 8 lehmikut. Katse kestis 60 päeva. Katsevasikaid kaaluti katse alguses, s.o 5 päevat, siis 35. päeva ja 65. päeva vanuselt ning arvestati ööpäevased juurdekasvud. Katseloomi peeti individuaalboksides. Söödad, hein, starter ja täispiimaasendaja anti individuaalselt, jäägid kaaluti iga päev. Pärmikultuuri (*Saccharomyces cerevisiae*) lisati vasikate starteri koostisse 2% kuivaines. Starterit ja heina said katseloomad isu järgi, täispiimaasendajat kaks korda päevas esimesel kuul arvestusega 10% kehakaalust ja teisel kuul 5% kehakaalust. Neli pullikut tapeti 35 ja 65 päeva vanuselt, et uurida vatsa arengut. Vatsaproovid histoloogiliseks uuringuks võeti vastavalt Lesmeister jt (2004) poolt väljatöötatud metoodikale. Vatsast võeti viiest erinevast kohast koetükid prepareerimiseks, mis teostati EMÜ VL histoloogia laboris. Määrati vatsa hattude pikkust, laiust, vatsaseina epiteeli paksust ja hattude arvu ühel cm^2-l.

Katse lõpus kaalusid kontrollrühma vasikad keskmiselt 90,59 kg ja pärmirühma vasikad 96,60 kg. Nende keskmine ööpäevane juurdekasv esimesel kuul oli 384 g (K) ja 348 g (2PR) ning teisel kuul vastavalt 994 g ja 1033 g. Esimesel kuul oli kontrollrühmal kuivaine söömus 1,25 kg päevas ja pärmirühmas 1,22 kg päevas, teisel kuul vastavalt 2,29 ja 2,33 kg päevas. Tõenäost erinevust ei esinenud, kuigi kuivaine söömus oli teisel kuul 40 g võrra suurem.

Pärmikultuuri lisamine vasikate starterisse ei suurendanud sööda kuivaine söömust vasikatel esimesel kahel elukuul. Teisel elukuul suurenes küll veidi (39 g võrra) vasikate keskmine juurdekasv päevas, mis oli vastavalt 1033 g PR ja 994 g K rühmas ning paranes proteiini kasutamine.

Histoloogilised uuringud näitasid, et pärmi lisamine vasikate starterisse parandas veidi vatsa hattude arengut.

MULLATEADUSLIKUD KOGUD

R. Kõlli, T. Köster, O. Ellermäe

Eesti Maaülikool

ABSTRACT. Scientific collections of soils. *In the current work the problems connected with establishment of soil monoliths collection or soil museum and connected with this different other kind collections are treated. The scientific collections play important role at least from the three aspect: history of science, teaching of students and enhancing awareness of society. In actual work the concerned to scientific collections problems are treated on the base of corresponding material retained in the Department of Soil Science and Agrochemistry of Estonian University of Life Sciences. The list of scientific collections conserved in the department is following: (1) collection soil monoliths; (2) paintings characterizing soil regions; (3) formerly used fertilizers; (4) soil maps; (5) academic documents (dissertations, annual and project final reports, manuscripts and other); (6) collections of minerals, soil parent materials and local basements sediments; (7) soil samples of soil monitoring; (8) soil samples taken from long term field experiments, permanent research areas and transects, and (9) valuable exhibits (photos, facilities and others) needing cataloguing and conservation. In the soil museum 133 monoliths are exposed and ca 20 monoliths are in reserve. On the name plate of soil monoliths the Estonian soil names are converted into systems of World Reference Base for Soil Resources (WRB), of United States Department of Agriculture Soil Taxonomy (USDA) and into Russian Soil Classification (RSC). For characterizing soil monoliths collection one booklet and special CD are published. The problems aroused with taking and preparation soil monoliths are treated in the work as well. It concluded that much more attention must be paid to preparation digital photos not only on soil profiles and soil forming conditions, but also on forest and grasslands humus profiles. In last three parts of paper the future development are discussed. As in nearest future the management of all scientific collections will be done jointly, is important to expose soil monoliths in mutual relationships with other natural exhibits. Fully realistic is it in the case of digital approach, but rather expensive by using natural exhibits. The good side of joint management is collaboration in preparation, conservation, presentation and cataloguing of exhibits. It is emphasised the importance of using bilingual approach (Estonian and English), which is good base for international collaboration.*

Keywords: *awareness of society, soil science, soil collections, soil monoliths, paintings, museum*

Sissejuhatus

Kodumaise teadlaste kogukonna jätkusuutlikkuse tagamisel on oluline ka teha kättesaadavaks ja säilitada eelkäijate poolt tehtud tööd. Praeguste tõekspidamiste järgi peetakse teatavasti esmatähtsaks teadlaste kvalifitseerumist rahvusvahelisel tasemel, mis on muidugi väga vajalik rahvusvahelises koostöös, teaduse projektipõhises rahastamises ja professuuride arendamisel. Kuid samal ajal ei tohiks mingil juhul alahinnata ka oma riigi tasemel vajalikke praktilisi uuringuid, arendustegevust ja sellega tegelevaid teadlasi ehk kodumaise rakendusliku suuna arendamist, millele paljuski ka meie tipud toetuvad. Nii näiteks nõuab tippartikli koostamine palju abistavaid töötlusi (lokaalse tähtsusega materjale), millel on oluline väärtus ka teiste projektide juures. Antud juhul ei käsitle me lokaalse tähtsusega artikleid, ülevaateid ega kohalikule praktikale suunatud töid, mis väärikid ka senisest tõhusamat teaduspõhisesse rahvuslikku majandusse integreerimist, vaid läheme tagasi asja algusesse ehk juurte juurde. Taolisteks algallikateks on välitööde päevikud, analüüsimiseks võetud proovid, naturaalsed näidised hilisemaks uurimiseks, õppevahendina kasutatavad eksponaadid jms, mis aitavad uutel teadusse või erialasse tulijatel kiiremini ennast kurssi viia olemasoleva uurituse tasemega ja teha endale selgeks edasiarendamist vajava eesliini piir. Vähe tähtis ei ole taoline populariseeriv või populaarteaduslik materjal ühiskonna (nn asjaosaliste) teadlikkuse tõstmisel ja kõrvalerialadega koostöö arendamisel.

Antud töös käsitleme mõningaid selliseid probleeme mullateaduses, tehes seda Eesti Maaülikooli (EMÜ) mullateaduse ja agrokeemia osakonna (MAO) materjalide alusel. Samas mainigem, et mullateadlaste kogukond Eestis ei piirdu üksnes MAO-ga, sest mullateaduse arengu seisukohalt leidub huvipakkuvat materjali veel ka paljudes teistes asutustes. Siinjuures käsitleme peamiselt õppe-teadusotstarbelisi kogusid, akadeemilisi dokumente, analüüsimiseks võetud proovide kogumeid ja muid arhiveerimist vajavaid materjale. MAO-sse aegade jooksul kogutud mullateaduse, agrokeemia ja keskkonnateadvuse õppe- ja teadustööga seotud materjalid on järgmised: (1) mullamonoliitide kogu; (2) Eestimaa erineva muldkatte ja maastikuga piirkondi kajastav maalide kogu; (3) Eestis kasutatud väetiste kogu; (4) mullastikukaartide (koos muude mullastiku ja keskkonnahoiuga seotud kaartidega) kogu; (5) akadeemiliste dokumentide (erialased diplomitööd, dissertatsioonid, teadustöö aastaaruanded, uurimistööde lõpparuanded) kogu; (6) mineraalide ja kivimite kogud; (7) mullamonitooringu proovide kogu (Eesti Põllumajandusprojekti (EPP) mullastiku osakonna pärand);

(8) püsikatsealade, marsruut-uurimisalade ja huumusseisundi uurimiseks rajatud transektide mullaproovid ja (9) seni veel süsteemselt korrastamata hoidmist väärivad materjalid (arhiiv, mõned rariteedid, varem kasutatud aparaadid, fotokogud jms).

Muldkate ja mullaprofiil

Muldkate, mis on väga mahukas looduslik moodustis, ei ole kahjuks oma valdavas osas meile nähtav. Vaid kevaditi ning sügiseti pärast maaharimist muutuvad meile laiemas ulatuses nähtavaks põllu pindmised ehk künni- või huumushorisondid. Mõneski kallakulises kohas võib pärast tugevaid vihmavalinguid siin-seal näha ka ovraagilise erosiooni tagajärjel "värskete haavadena" avanenud alusmullakihte. Alusmulda võime näha veel ka ehitustööde, muldkeha rajamise, maaparandustööde või muu lahtise mullatööga seotud aladel.

Isegi põllul ja metsas töötavatel inimestel ning loodusesõpradel ei ole sageli selget ettekujutust mulla väljanägemisest, kuigi see asub nende vahetus läheduses. Muldkatte ülesehitust ja omadusi arvesse võtmata jäävad aga loodushoidliku maakasutuse planeeringud, keskkonnakaitseliste meetmete rakendused ning ökosüsteemide ja koosluste tasemel tehtud uurimused lokaalsete oludega seostamata ning need ei arvesta muldkatte mitmekesisust. Nimetatud vajakajäämiste kõrvaldamiseks on vaid üks tee – võimalikult põhjalik muldade ülesehituse, omaduste ja süsteemsuse tundmine.

Klassikaliseks võtteks muldade tundmaõppimisel on mullaprofiilide (muldkatte läbilõige maapinnast kuni mullatekkest muutumatu lähtekivimini) vaatlemine, dokumenteerimine (kirjeldused, fotod, äigejoonised, karpmonoliidid) ja mullaproovide võtmine ning nende laboratoorne analüüs. Valdava osa Eesti muldade tundmaõppimiseks piisab kuni 1 m tüsedusest mullaprofiilist. Vaid üksikutel mullaliikidel (kahkjad, deluviaal- ja tugevasti leetunud mullad) võib mullatekkest olla haaratud 1 m-st tüsedam mullakiht. Mullaprofiili ja teda moodustavate horisontide ülesehituse iseärasused peegeldavad mitte ainult lokaalseid mullatekketingimusi (teatavasti püüab looduslikult talitlev muld tasakaalustuda vastavalt olemasolevatele tingimustele), vaid ka mulla peamisi omadusi ja viljakust.

Mullatekketingimuste piirkondlike erinevuste tõttu on Eesti muldkate suhteliselt mitmekesine. Siin võib leida muldi liivadest savideni, põuakartlikest alaliselt liigniisketeni, tugevasti happelistest leeliselisteni, mineraalsetest turvasmuldadeni, noortest suhteliselt vanadeni, õhukestest tüsedateni, viljakatest väheviljakateni, tugevasti koreselistest koresevabadeni. Eesti muldade nimestikus on ligi sada mullaliiki (Eesti …, 1982), kusjuures nende tundmaõppimine ei tohiks süsteemse lähenemise korral vaeva eriti nõuda (Kõlli, 2003). Samas on muldkate siiski ka igale maakohale midagi väga omapärast ja kordumatut.

Euroopa mullakaitse strateegia rõhutab, et muldade säästliku kasutamise moodused erinevad piirkondlikult väga suurel määral ning see tuleneb konkreetse koha muldkatte koosseisust ja omadustest (Montanarella, 2003; CEC, 2007). Muldkatte loodushoidliku kasutuse korraldamiseks oleks vajalik integreerida põliselanikkonna ajalooline kogemus ja kaasaja teaduse saavutused (WOCAT, 2007). Kuid ennekõike on vaja tunda võimalikult põhjalikult vastava piirkonna muldade ülesehitust ja olulisi omadusi.

Muldade kogu

Kahjuks ei ole võimalik kokku koondada erinevate muldade talitlevaid kogumeid nagu botaanika- või loomaaias. Ainsaks võimaluseks "elusate muldadega" *in vivo* tutvumiseks on korraldada Eesti piirkondi läbiv mitmepäevane õppeekskursioon koos vastavate mullaprofiilide vaatluskaevete rajamisega. Teiseks reaalseks võimaluseks on erinevatest piirkondadest võetud mullaprofiilide (mullamonoliitide) kollektsiooni *in vitro* koostamine. Viimasel juhul on naturaalsetel näidistel fikseeritud mulla arengujärk teatud ajamomendil, kusjuures muldade tekketingimused ehk ökoloogia kajastatakse täiendavate seletuste, kirjelduste, fotode ja skeemide kaudu. Paljudes mullamuuseumides kasutatakse selleks vastava maastiku vähendatud kolmemõõtmelisi mudeleid (Dokuchaev …, 2008; World …, 2008).

MAO mullamonoliitide muuseumi kahes ruumis on kokku eksponeeritud 133 mullaprofiili, mida kasutatakse igapäevases õppetöös või tutvustatakse asjahuvilistele väljaspool ülikooli. See kollektsioon hõlmab vaid teatud osa Eesti muldadest ning vajab seega edaspidist täiendamist. Lisaks muuseumi kahes ruumis eksponeeritud mullaprofiilidele on veel ka laos ligikaudu 15–20 mullamonoliiti. Kogus olevad mullad hõlmavad kokku 41 Eestis esinevat mullaliiki, s.o ligemale poole Eesti mullaliikidest. Arvestades erinevate muldade pindala, võib öelda, et muldade kogus on liigi tasemel esindatud ligikaudu 83% Eesti muldadest. Eksponeeritud monoliitidest 15 on võetud Eestist väljaspool ning nad kajastavad 11 Eestis mitteesinevat mullaliiki.

Igal kogus oleval mullamonoliidil on oma järjekorranumber. Monoliidi ülesleidmiseks saab kasutada muuseumi plaani (numbrid 1–120), kusjuures auditooriumis asuvate monoliitide numbrile on lisatud A täht (A1–A13). Mullamonoliidi nimekaardil on eestikeelsed nimetused antud mullaliigi ja mullaerimi tasemel. Monoliidi võtmise asukoha selgitamiseks on antud maakond, lähim asula ja kõlvik. Iga mulla juures on toodud veel ka monoliidi võtmise aasta, mulla lähtekivim ja vabade karbonaatide esinemise sügavus.

Eestis (ametlikus) kasutuses olevad muldade nimetused on konverteeritud ka maailmas enam kasutamist leidvate klassifikatsioonisüsteemide järgi. Konverteerimise all mõeldakse siinjuures mulla määramist (või sellele nimetuse andmist) mingi alternatiivse muldade klassifikatsioonisüsteemi järgi. Konverteerimine on tehtud WRB (World Reference Base for Soil Resources) mullaressursside määratlemise või viite baasi, USDA (USDA Soil Taxonomy) Ameerika Ühendriikide Põllumajandusministeeriumi muldade taksonoomia ja RSC

Venemaa uusima mullaklassifikatsiooni järgi (FAO, ISRIC, ISSS, 1998; USDA, NRCS, 1998; RSC, 1997). WRB mullanimetuses on antud referentsmuld, millele on lisatud kaks täiendit ning seega on saadud selle klassifikatsiooni III taseme (alajaotuse) mullanimetus. USDA süsteemile vastavad nimetused on antud allgrupi (*subgroup*) tasemel, kasutades seejuures määraja (*Soil Taxonomy*) kaheksandat versiooni. Vene muldade klassifikatsiooni järgi on mullanimetus antud alltüübi tasemel. Eesti mullanimetuste konverteerimine rahvusvaheliselt tuntud klassifikatsioonidesse loob paremad võimalused meie muldade tutvustamiseks kolleegidele teistest riikidest.

Konverteerimisel tuleks arvestada, et Eesti mullaklassifikatsiooni (lühendatult EST) järgi antud mullanimetusele võib mingis teises süsteemis (WRB, USDA, RSC) olla rohkem kui üks vaste. Järelikult ei lange klassifikatsioonisüsteemid üks-üheselt kokku ning vaste leidmist mehaaniliselt, s.o vaid EST nimetuse alusel võib olla eksitav. Ka tekitab mistahes süsteemis (EST, WRB, USDA, RSC jt) antud mullanimetuse otsene tõlkimine teise keelde pigem tarbetut "müra" kui kasu, sest mulla nimetus "räägib" endast tõeselt vaid teatud klassifikatsiooni taustal.

MAO mullamuuseumi kohta on välja antud brošüür (Kõlli, Ellermäe, 2000) ja mullamonoliitide kogu tutvustav CD-5 (Kõlli, Ellermäe, 2007). CD-5 on Eesti muldasid ja nende omadusi käsitleva seeria "Eesti mullad" viies väljaanne. Mullamonoliidi taksonoomilise kuuluvuse ja CD-2 alusel on võimalik täpsemalt selgitada mistahes Eesti mulla diagnostilisi tunnuseid ja seost teiste muldadega (Kõlli, Ellermäe, 2003). CD-4 aitab aga selgitada nii erinevate muldade agrokeemilisi omadusi, huumusseisundit, produktiivsust ja keskkonnahoiuvõimet kui ka mullaliigile teoreetiliselt vastavaid metsa- või looduslike rohumaade (kasvukoha)tüüpe (Kõlli, 2007).

Eestimaa erineva muldkatte ja maastikuga piirkondi kajastav maalide kogu

Mõistmaks mulla olemust on vaja teada tema põhilisi tekketingimusi (lähtekivim, veeolud, taimkate, reljeef, inimtegevuse mõju) kui ka muldi iseloomustavaid analüütilisi parameetreid. Muldkate, determineerides looduslikel aladel puistute ja rohustute koosseisu ning kultuuristatud aladel maakasutuse iseloomu (kõlvikuline koosseis, kasvatatavad kultuurid), määrab suures osas ära ka maastiku väljanägemise. Selle paremaks mõistmiseks on vaja tunda muldkatete ja maastikutüüpide omavahelisi seoseid. Sellest lähtuvalt ongi MAO muldade kogus ka erinevate mullastikuvaldkondade maastikuilmet kajastavad maalid, mis on valmistatud 1960. aastate alguses Raivo ja Ülle Vare poolt.

Maastikumaale on võimalik kuvada nende nimekirja alusel CD-5-lt. Eksponeeritud on 13 maali ning arhiivis on 3 maali. Maalid iseloomustavad Lääne-Eesti madalikku, kaevandamisest rikutud oosi Kõrvemaal, Karula kõrgustiku otsmoreen maastikku, Peipsi ääre glei-liivmuldadele rajatud tugevasti väetatud ja sügavalt läbikaevatud aedviljapeenraid, Jõgevamaa suurvoorestikku, Lõuna-Eesti lavajat tasandikku koos seda lõhestava ürgoruga, looduslikule rohumaale kasvanud kadastikku, Mustjala panka, Lääne-Eesti madalikul paiknevaid tasaseid põlde, Kesk-Eesti viljakaid põllumassiive, Otepää kõrgustiku maastikku, Loode-Eesti platooalasid ja Lääne-Eesti puisniitu.

Välitööde käigus on MAO töötajad teinud rohkesti erinevaid mullatekketingimusi ja muldade seisundit kajastavaid fotosid, mille väärtus kasvaks tunduvalt, kui need seostada erinevate muldade profiilidega ja varustada asjakohaste seletustega. Senised kogemused on näidanud, et selline ettevõtmine ei saa kulgeda kasuliku kõrvalproduktina või justkui maast leitud ühiskondliku hüvena. Vastav töö vajaks projektipõhist või mingil muul viisil toimuvat täiendavat ettevõtmist ja finantseerimist.

Eestis kasutatud väetiste kogu

Mullamuuseumi juurde kuuluva mineraalväetiste kogu on koostanud kauaaegne agrokeemia õppejõud P. Kuldkepp. Väetiste kogus on kokku 58 säilikut ja 8 erinevatel aegadel moodustatud õppe- või reklaamiotstarbelist mineraalväetiste kollektsiooni. Nendes kollektsioonides on väetiste arv erinev, olles piirides 7 kuni 32. Mullamuuseumi mineraalväetiste kogu 58 säiliku hulgas on lämmastikväetisi 6, fosforväetisi 8, kaaliumväetisi 13, kompleksväetisi 13, lubiväetisi 10, mikroväetisi 7 ning bioorgaanilisi 1.

Väetiste koguga seostatult on koostatud käsikiri agrokeemiateaduse arengu ja õpetamise ajaloost (Kuldkepp, 2004), mida säilitatakse MAO-s. Käsikirjast on ka elektrooniline versioon.

Kaartide kogu

MAO-s on olemas erinevatel perioodidel koostatud suuremõõtkavalisi (peamiselt 1:10000, aga ka 1:5000) mullastiku kaarte, mis annavad ülevaatliku pildi mullastiku kaardistamise metoodika ja kaartide vormistamise arenguloost alates kaardistamise algaastatest (1954) kuni digitaalse versiooni ilmumiseni (2001). Alati on kaartide lahutamatuks osaks olnud seletavad tabelid ja muldade omadusi, ökoloogiat, kasutamist ja kaitset analüüsivad seletuskirjad. Teatavasti esialgu joonistati suuremõõtkavalisi mullastiku kaarte põllumajandusettevõtete ja metskondade kaupa fotopaberile käsitsi. Hiljem võeti kasutusele kogu Eestit haaravad kaardilehed (1:10000) ja vormistati nendele kogu RE Eesti Maauuringud arhiivis leiduv mullastikuline kaardimaterjal (Sepp, Lutsar, 1994).

Suuremõõtkavaliste mullastikukaartide üldistamisel koostatud maakondade 1:50000 mullastikukaardid on MAO-s olemas Lääne-Virumaa (end Rakvere rajoon) ja Läänemaa (end Haapsalu rajoon) kohta. Kogu Eesti tasemele üldistatud mullastiku kaardid on mõõdus 1:200000 (1991. a, koostaja V. Voiman) ja 1:500000 (Kokk, Rooma, 1989). Viimane digitaliseeriti Cornelli

ülikooli mullainformatsioonisüsteemi laboris, piiride korrigeerimisel kasututi Eesti vete kaarti, kusjuures Eesti muldade nimetused on konverteeritud USDA Soil Taxonomy järgi (Kõlli, 2002). MAO-s on sellest vaid 2 eksemplari. MAO-s ei puudu ka A. Lillema 1946. aastal koostatud Eesti mullastiku kaart (1:400000), kus on kajastatud ka Setomaa praeguse seisuga piiriülene osa. Huvipakkuvad on ka erinevate teatmeteoste jaoks Eesti Põllumajandusprojekti mullastiku uurimise osakonna töötajate (I. Rooma, R. Kokk, V. Voiman, T. Teras jt) ja EPMÜ MAO (L. Reintam) koostatud väiksemõõtkavalised mullastikukaardid.

Peale mullastikukaartide säilitatakse MAO-s veel ka mullatekketingimusi, muldade agrokeemilisi omadusi ja muldade kaitset kajastavaid kaarte ja kartogramme (Reintam *et al*., 2003).

Akadeemiliste dokumentide kogu

Akadeemilistest dokumentidest on mullamuuseumis MAO töötajate doktori-, teaduste kandidaadi ja hilisemad filosoofiadoktori dissertatsioonid. Hoopiski mahukam on dissertatsioonidega koos publitseeritud autoreferaatide kogu, mis hõlmab väga suurt hulka mullateadusliku uurimistööga tegelevaid institutsioone endise Nõukogude Liidu alal ja ka selle piiridest väljaspool. Mahukad magistri-, diplomi- ja bakalaureusetööde kogud on moodustunud mitte ainult tänu MAO õppejõudude poolt tehtud juhendamisele, vaid ka seoses magistritööde kaitsmiskomisjoni liikmeks olemisega.

Paberkandjal olevaid teadusliku töö aastaaruandeid on raske ülehinnata institutsiooni töö hindamisel ja ajaloo uurimisel, kusjuures nad vajaksid hoolivamat suhtumist kogu ülikooli tasemelt vaadatuna. Veelgi tähtsamad ülikooli kui terviku seisukohalt on uurimisprojektide (Eesti Teadusfondi (ETF) grandid, europrojektid ning sihtfinantseeritavad ja lepingulised tööd) lõpparuanded. Akadeemiliste, ülikoolis säilitamist vajavate dokumentide hulka loeme ka õppe- ja teadustööga seotud publitseerimata käsikirju, fotokogusid, meie eelkäijatest järele jäänud materjale, kasutatud õppematerjale ja -vahendeid jms. Samas on raske otsustada seesuguse materjali jaotamist arhiivi ja teaduslike kogude institutsiooni vahel

Nii nagu iga teises ülikooli endisaegses kateedris, on ka MAO-s säilinud erialaste ajakirjade kogud, mis ei ole elektrooniliselt kättesaadavad ja vajaksid seega säilitamist. Kuid neid kasutatakse siiski vähe, sest nad ei ole kataloogitud. Samas võiksid nad olla esindatud ülekoolilises raamatukogus. Igal juhul ei ole meil alternatiivi nende säilitamisele. Sellisteks ajakirjadeks on teistes Eesti raamatukogudes puuduvad venekeelsed ajakirjad Potchvovedenie ja Agrohimija ning ingliskeelsed Soil Science Society of America Journal (SSSAJ), Agronomy Journal (AJ) ja Communication in Soil Science and Plant Analysis (CSS & PA). Viimase kolme ajakirja eelmise sajandi viimase veerandi väljaanded on meile saatnud Kalju Eik. K. Eik, kes oli päritolult saarlane, töötas palju aastaid Iowa riiklikus ülikoolis assistendina. MAO-s on veel palju teisi ajakirju, kuid need ei moodusta terviklikke kogusid.

Hoopiski teistsugune tähendus on osakonna erialastel entsüklopeediatel, käsi- ja sõnaraamatutel, erinevates ülikoolides väljaantud õpikutel, kõrgetasemelistel erialamonograafiatel, maailmaorganisatsioonide poolt koostatud juhenditel jms, mis peaksid põhitegijatel ja nende õpilastel olema käeulatuses. Selliste materjalide hulgas on tavaliselt teatud osa suuremale arvule osakonna inimestele pidevalt huvipakkuvaid allikaid, kuid teatud osa võib olla väga spetsiifiline ja vaid mõnele (ühele) uurijale eluliselt vajalik. Probleeme võib tekkida just viimaste materjalidega, kui sellega seotud uurimus lõpeb või vastav inimene osakonnast lahkub. Nimelt: väärtuslik allikas jääb tulutult seisma. Mainigem veel, et oluline osa seesugustest publikatsioonidest on saadud rahvusvahelise koostöö käigus kingitustena (nt Ameerika Mullateadlaste Seltsi kingitud monograafiad), teadlaste isiklike suhete tulemusel või pärandusena (K. Eiki saadetud raamatud) jms.

Mineraalide ja kivimite kogud

Mineraalide ja kivimite kogud on olnud peamiselt abivahendiks, et õpetada üldmullateaduse geoloogia aluseid ja Eesti mullatekketingimusi, milleks on teiste hulgas ka geoloogiline aluspõhi (ehk pealiskord), pinnakate ja muldade lähtekivimid. Mineraalide õppekogud hõlmavad ennekõike meie muldades esinevaid mineraale, kusjuures on esindatud ka savimineraalid. Osa mineraalide kogust on koostatud mineraalide füüsikaliste tunnuste tutvustamiseks. Õppekogudes on tavaliselt 50–70 erinevat mineraali ning peale selle 10–15 savimineraali koos nendega assotsieerunud mineraalidega. Kivimite ja setendite kogudes on samuti *ca* 60 näidist. Pealiskorra paremaks tundmaõppimiseks on MAO-s Eesti Geoloogiakeskuse poolt kingitud puursüdamike kogu.

MAO-s on olemas mõned säilikud ajast, kui siin töötas edukalt mineraloogia ja mikromorfoloogia labor, kus uuriti savimineraale ja nende teket mullatekkeprotsessides (Oja, 1974).

Mullaproovide kogud

Suurimaks koguks (*ca* 15 000 proovi kaaluga 7 tonni) on EPP mullastiku uurimise osakonna põllumuldade seire proovid. Need toodi MAO hoiule vastavalt 16.02.2001. a EV Keskkonnaministeeriumi ja EPMÜ vahel sõlmitud lepingule nr 2–15–18/30. See kogu kajasta 1983.–1994. aastal 79 põllumulla vaatlusväljakul läbiviidud seireproove, kusjuures seire esialgsed andmed on ka publitseeritud (Penu, Rooma, 2004). Osaliselt toimub selle kogu baasil ka 2002. a uuesti algatatud põllumuldade seire. Koos proovidega on MAO-s olemas koopiad seirealade skeemide ja sealt kogutud arvandmetega.

Alahinnata ei saa ka MAO teadusliku uurimistöö käigus kogutud püsi(põld)katsete ja püsikatsealade ning ajutistelt või marsruut-uurimisaladelt võetud mullaproove. Nii on säilitatud rahvusvahelise bioloogiaprogrammi (IBP) püsiuurimisalade proovid 1960. aastate lõpust 1970. aastate algusest ning paljudel neist tehtud kordusuurimistest 1990. aastate lõpust. Suurem osa Euroopa mullastikukaardi 1:1000000 (1998) ning SOVEUR-i projekti käigus koostatud Euroopa mullastikukaardi 1:2500000 (2001) juurde kuuluvast Eestit käsitlevast andmebaasist tugineb L. Reintami poolt alates 1950. a kogutud mullaproovidele (kogus on 3653 proovi). Säilitatakse mullaproovid, mis on olnud aluseks R. Kõlli koostatud muldade omadusi ja produktiivsust käsitlevale andmebaasile PEDON (kogutud aastatel 1967–1985) ning Eesti muldade huumusseisundi uurimise andmebaasile CATENA (aastatest 1987–1992). Suur hulk proove on säilinud E. Turbase ja tema kaastöötajate poolt korraldatud põldude lupjamise katsetest. Üha suurenev on 1989. a P. Kuldkepi juhendamisel Eerikale rajatud rahvusvahelisel pikaajalisel põldkatsel rajanev proovide kogu. Selles katses uuritakse orgaaniliste ja mineraalsete lämmastikväetiste mõju põllukülvikorras. Mullaproovid võetakse ja analüüsitakse siin igal aastal, iga kolme aasta tagant võetud proovid aga säilitatakse. Eesti metsade liigilise ja koosluselise mitmekesisuse alasest koostööst TÜ-ga (teema juht J. Paal, täitja T. Köster) oli samuti plaanis säilitada mullaproovid, mille alusel saaks luua metsamuldade võrgupõhise andmebaasi. Kuid kahjuks ei võimaldanud korralike säilitamistingimuste puudumine seda plaani ellu viia.

Meie proove on kasutatud näiteks Euroopa Nõukogu uurimiskeskuse (Joint Research Centre, JRC; A. Kocan) ning keskkonna ja säästliku arengu instituudi (S. Eisenreich) poolt uute Euroopa Liidu liikmesriikide muldade saastumise ajaliste trendide uurimisel. Samuti on saadetud mõned proovid ka Euroopa 1950.–1960. aastate muldkatte saastumistausta hindamiseks. Mõningat lisateavet teiste MAO-s säilitatavate mullaproovide kohta nii paberil kui ka elektroonilises vormis olevast käsikirjast (Köster, Kõlli, 2004).

Arhiveerimist vajav muu materjal

MAO-s leidub ka mõningaid seni veel süsteemselt korrastamata, kuid säilitamist väärivaid esemeid ja materjale. Nendeks on mõned rariteedid, varem kasutatud aparaadid, fotokogud, mullateaduse õpetamise ajalugu näitavad ürikud, eri otstarbel koostatud käsikirjad jms.

2006. a korrastati muldade kogu juurde kuuluvat teatmeteoste ja CD-de kogu, kohandati arhiivi ja seminariruume, lisades sinna uusi stendiettekandeid ja uut kaardimaterjali Eesti mullastiku kohta. Pidevalt on täienenud Eesti muldade fotokogu, sest suurem hulk töötajaid on omandanud mullaprofiilide fotografeerimise tehnoloogia, mis annab võimaluse selle suuna laienemiseks ka järgnevatel aastatel. Juhul kui sellisesse materjali ei suhtuta hoolitsevalt, ähvardab meid oht, et paljud aastakümnete jooksul talletatud mullateaduse ja agrokeemia akadeemilised dokumendid (teisiti öeldes – kateedri ajalugu) võivad hävida või muutuda asjast huvitatutele kättesaamatuks.

Probleemid mullamonoliitide kogude koostamisel

Vahendid (spetsiaalsed kastid ja raamid) mullamonoliitide võtmiseks välitöödel ja nende kameraalseks eeltöötlemiseks valmistati eritellimisel. Esialgu oli kohapeal raske leida nõuetekohaseid tingimusi äsja võetud mullamonoliitide kuivatamiseks. Väljapääsuks osutus viljakuivati. Kergem oli leida võimalusi mullamonoliitide kuivatamiseks-säilitamiseks hästi tuulduvas hoones, milleks tingimused MAO puuduvad täielikult. Metodoloogilised katsetused monoliitide prepareerimisel näitasid, et meie tingimustes sobivad valmendamise viisid vajaksid täiendavat uurimist-katsetamist (lahendamata küsimusteks on mulla täielik läbikuiva(ta)mine, sobiva liimi hankimine, liimikihi imendumine, loomuliku värvuse säilitamine jms). Ilmnes, et meil ei ole võimalik eraldatud vahenditega mullamonoliitide võtmist suuremas mahus jätkata. Mõeldav oleks see vaid 3–5-aastase eriprojektiga, kus aasta keskmine rahastamine on *ca* 500–600 tuhat krooni, mis võimaldaks moodustada selleks sobiva töögrupi. Seesugune grupp vajaks töö algusfaasis veel ka koolitust ja stažeerimist teistes muuseumides. Monoliitide võtmise ja eeltöötlemise kogemuse omandasid kaks EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituudi agronoomia eriala tudengit (K. Nukka ja A. Mölder), kuid nende edaspidine rakendamine praeguse finantseerimise tingimustes ei olnud võimalik.

Viimastel aastatel on arendatud edasi ka tehnoloogiaid metsa- ja rohumaakõdude süstemaatilise, digitaalfotodel põhineva kogu koostamiseks, muretsedes vastavad vahendid ja katsetades neid praktikas. Samas tõdesime, et loobudes esialgu naturaalsete mullanäidiste võtmisest, peaksime üle minema digitaalsete fotokollektsioonide loomisele. Seda peaks tegema kahes suunas: (1) mullaprofiilide digitaalse fotokogu täiendamisega, mis oleksid täienduseks (jätkuks) nii CD-5-le, kui ka CD-2-le, kus on kahjuks puudu paljude Eesti mullaliikide fotod; ning (2) metsa- ja rohumaade kõdude digitaalfotode kollektsiooni loomisega, mille aluseks on Eesti metsakõdude klassifikatsioon (MAO, 2008).

Ühe metsakõdu taksoni fotode seeriaga saab esile tuua nii kõdu erinevad kihid kui ka temaga seoses oleva taimkatte ja kõdu all asuvate horisontide (õieti üleminekuala) iseloomustuse. Kõik see kokku on heaks indikaatoriks ökosüsteemi talitlemise hindamisel. Jätkama peaks ka mullaprofiilide juurde kuuluva taimestiku ja maastiku ilme (erinevate maakasutuste korral) fotografeerimist. Samas on otstarbekas kollektsioneerida veel ka mulla degradatsiooni nähte ja bioloogilise aktiivsuse kajastusi. Sellised fotod saab seostada mullaprofiilidega ja esitada CD-formaadis, kus vajalik info on süstematiseeritud ja kergesti kättesaadav.

Edaspidised arengud kogude koostamisel

Looduse uurimise käigus tekivad alati materjalid, mis teatud kriitilise massi ületamisel hakkavad elama omaette elu – neid on vaja säilitada, hooldada, kataloogida ehk moodustada laialdasemalt kasutatavad kogud. Vastastikku põhjuslikes seostes olevate looduslike komponentide kollektsioone (nt: muldkate–taimkate, pinnakate(geo)–muldkate(pedo), taim–muld, jms) peaks eksponeerima koos looduslikke seaduspärasusi arvestades. Taolise kompleksse lähenemise peamine eesmärk on õppeprotsessi tõhustamine ja rahva loodushariduse edendamine.

EPMÜ nõukogu võttis 29. juunil 2005 vastu määruse, milles on ühe punktina kirjas: töötada välja loodus- ja põllumajandusteaduslike kogude arendamise kava. Teatavasti jaotatakse kogusid ka kasutusotstarbe järgi: teadus-, õppe- ja vaatekogud. MAO kogusid võib kvalifitseerida loodusteaduslikeks kogudeks, mille baasil toimub nii teadus- kui ka õppetöö (valdavalt kraadiõpe). Mullamuuseumi baasil loetakse mitmeid kursusi (Eesti mullastik, peatükid mullateaduse põhi- ja üldkursustest), samas moodustavad mullamonoliidid ka huvitava vaatekogu.

Koostöö kogude vahel oleks vajalik nii eksponeeritava materjali valmendamisel ja selle koos esitamisel kui ka ülevaadete koostamisel, olemasoleva teabe publitseerimisel ja asjast huvitatutele kättesaadavaks tegemisel. Mullamuuseumi poolelt vaadatuna on peamiseks mureks ikkagi muuseumi kaasajastamine. Nii oleks vaja omandada viimasel ajal propageeritud uus tehnoloogia mullaprofiilide võtmiseks ja eksponaatide valmistamiseks ning luua selle abil uuendatud Eesti mullastikku adekvaatselt kajastav mullaprofiilide kollektsioon. Sanas tuleks ka planeerida tingimused selle eksponeerimiseks arendatavas EMÜ linnakus Tähtveres. Tundub, et sammsammulised uuendamisel on rohkem miinuseid kui korraga ja projektipõhiselt tehtul.

Kogude haldamine ja hooldamine

Meie kogude hooldamiseks ei ole olnud kindlat isikut, kusjuures vajalikud tööd on teinud asjaga kursis olevad õppejõud ja teadurid. Seesugusest moodusest piisab vaid olemasoleva säilitamiseks, kuid kogude kaasajastamiseks ja arendamiseks, selle efektiivsuse tõstmiseks sellest kindlasti ei piisa. Seega on üheks probleemiks kvalifitseeritud hooldus personali (kuraatorite) aga ka regulaarse hoolduse (s.o tehnilise tööga tegeleva personali) puudumine. Mullaprofiilide kogude arendamisega (uute eksponaatide võtmine/valmendamine, andmebaasidega seostamine) saaks tegelda vaid kõrge kvalifikatsiooniga Eesti mullastikku hästi tundev spetsialist. Teiseks raskuspunktiks on monoliitide valmendamine ehk eksponeerimiskorda viimine, milleks oleks vaja loomingulise mõtlemisega osavate kätega meistrimeest.

MAO kogud asuvad praegu Eerikal ruumides, kus on tagatud nende hea säilimine, hooldus ning ligipääs õppe- ja teadustöö tegemiseks. Arvestades eelseisvaid MAO kolimisi Tähtvere üliõpilaslinnakusse, vajavad täpsustamist kogude paigutamise tehnilised lahendused kui ka sarnaste kogude koos esitamise võimalused. Eesmärgiks on kogude hoiutingimuste parandamine, eksponaatide renoveerimine ja osaline uuendamine ning seostamine teiste kogudega. Samal ajal tuleks tegelda kogude digitaalse kataloogimisega. Olukorda komplitseerib erineva tarkvara kasutamine ja võrgupõhise juurdepääsu puudumine.

Kogude haldamise rahastamine

Klassikaliste loodusteaduslike kollektsioonide säilitamine ja rahastamine oli Eesti Vabariigi teadusreformi alguses suureks probleemiks. Mingisuguse leevenduse tõi kogudele 1990. aastatel Sorose fondi toetused, hiljem toimus hooldus teadusteemade ja ETF grantide üldkululõivu arvel. Mullamuuseumi arendust on finantseeritud EMÜ teadustöö infrastruktuuri rahadest (2000.–2003. a – 20 000 krooni aasta kohta; 2004. a *ca* 57 000 krooni aastas) ning alates 2005. a riikliku programmi (RP) arvelt (*ca* 62 000 krooni). RP "Humanitaar- ja loodusteaduslikud kogud" käivitati 2004. aastal. Tegelikult oli RP vaid täiendav ja üsna piiratud rahasüst kollektsioonide kasutusvõimaluste parandamiseks ja avariiolukorra likvideerimiseks. Samas jäid kogude hooldusega seotud kulud ikkagi selle omaniku kanda. Pidevalt on olnud kaasfinantseerimisallikaks õpperahad (õppejõudude ja abipersonali tehtud töö) ja sihtfinantseerimise projekt (ostud, teaduritele antud kohustused muuseumi huvides). Kogude suurim rahastamisallikas RP lõpeb 2008. a. Väljakuulutatud seisukoha järgi koonduvad EMÜ kollektsioonid ühise interdistsiplinaarse üksuse – loodusteaduslikud kogud – alla. Kogude normaalse toimimise eelduseks peaks olema ja jääma nende hoolduse stabiilsus (mis tähendab ka rahastamise stabiilsust, kus projektipõhisus on pigem täiendav kui peamine).

Praegu on kogud administratiivselt struktuuriüksuse juures ja RP rahade jaotus toimub projektipõhiselt, st projektijuhi koostatud eelarve on orienteeritud konkreetsele kogule. Samas on kogude tegevuses suur ühisosa, milleks on inventari hanked, ühine tarkvara muretsemine, andmete sisestamine, liitumine rahvusvaheliste andmevõrkudega, mis eeldab kvalifitseeritud IT personali. Positiivseks nihkeks on kuraatorite (kogude hooldajate) ellukutsumine, kusjuures hooldus põhitöö kõrvalt jääb vaid hädalahenduseks. Ühiselt on kergem teha reklaami ja korraldada loodushariduslikke ettevõtmisi.

Arutelude käigus on jõutud selgusele, et seni EMÜ kogude kohta internetis kättesaadav info on mõeldud eeskätt spetsialistile ja vähem tavakasutajale – loodushuvilisele. Lihtsustamist vajab selle info leidmine, üheks lahenduseks oleks otselink EMÜ kodulehel. Reklaam ei peaks olema suunatud ainult kasutajale Eestis, mistõttu on vajalik materjalid esitada kahes keeles. Väljastpoolt lähtub peamiselt professionaalne huvi.

Kokkuvõtteks

EMÜ MAO kogud väärivad säilitamist ja arendamist. Seoses eelseisvate MAO kolimistega Tähtvere üliõpilaslinnakusse tuleks ajakohastada kogude eksponeerimist ja võimaldada mitmekülgset kasutamist. Kogud peaksid olema kataloogitud võrgupõhiselt. Mullamuuseumi kuraatoritel peaks olema oskusteave monoliitide võtmise ja valmendamise kohta ning nad peaksid olema võimelised moodustama vastavaid andmebaase. Võimaluse korral tuleks tutvuda naabermaade mullamuuseumide ja monoliitide valmendamise tehnoloogiaga.

Kasutatud kirjandus / *References*

CEC, 2007. Thematic Strategy for Soil Protection. Brussels http://ec.europa.eu/environment/soil/index.htm

Dokuchaev Central Soil Museum, 2008. http://www.soilmuseum.narod.ru/

Eesti NSV muldade inventariseerimisühikute nimestik, 1982. Kaardistamisühikute lühidiagnostika. RPI Eesti Põllumajandusprojekt. Käsikiri, 19 lk.

FAO, ISRIC, ISSS, 1998. World Reference Base for Soil Resources. Rome.

Kokk, R., Rooma, I. 1989. Uus Eesti mullastiku kaart. Eesti Loodus, 10: 636–640.

Kõlli, 2002. Large scale digital soil map of Estonia and its application for soil conservation purposes. ESSC Newsletter, 2:7–9.

Kõlli, R. 2003. Eesti muldade määraja. EPMÜ, Tartu. 48 lk.

Kõlli, R., 2007. Eesti muldade pedo-ökoloogiline iseloomustus. CD-4 seeriast „Eesti mullad". EMÜ Mullateaduse ja agrokeemia osakond. Tartu.

Kõlli, R., Ellermäe, O. 2000. Mullateaduse ja agrokeemia instituudi mullamonoliitide kogu. Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, 56 lk.

Kõlli, R., Ellermäe, O. 2003. Eesti mullad maatrikstabelitel. CD-2 seeriast „Eesti mullad". EMÜ Mullateaduse ja agrokeemia osakond. Tartu.

Kõlli, R., Ellermäe, O. 2007. Mullamonoliitide kogu. CD-5 seeriast „Eesti mullad". EMÜ Mullateaduse ja agrokeemia osakond. Tartu.

Köster, T., Kõlli, R. 2004. Eestis arhiveeritud muldade kollektsioonid. Käsikiri, EPMÜ Mullateaduse ja agrokeemia osakond. Tartu, 26 lk.

Kuldkepp, P. 2004. Agrokeemiateaduse areng ja õpetamise ajalugu Eestis läbi aegade. Käsikiri, EMÜ Mullateaduse ja agrokeemia osakond. Tartu.

MAO, 2008. Mullateaduse ja agrokeemia osakonna õppematerjalid. http://pk.emu.ee/312122

Montanarella, L. 2003. The EU thematic strategy on soil protection. In R.J.A. Jones & L. Montanarella (ed.) Contributions International Workshop "Land degradation", EC JRC, EUR 20688 EN, p. 15–29.

Oja, A. 1974. Mineraloogia ja petrograafia praktikum. EPA, Tartu, 126 lk.

Penu, P., Rooma, I. 2004. Põllumuldade seire kui osa mullakaitsest. Rmt. L. Reintam (toim.) Muld ökosüsteemis, seire ja kaitse. ETA LKK, Tartu-Tallinn, lk. 24–35.

Reintam, L., Kull, A., Palang, H, Rooma, I. 2003. Large-scale soil maps and supplementary database for land use planning in Estonia. J. Plant Nutr. Soil Sci., 166:225–231.

RSC, 1997. Russian Soil Classification (RSC). Классификация почв России. Сост. Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И. Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН Москва.

Sepp, U., Lutsar, V. 1994. Mullastiku kaart kaardilehtedele.. EPMÜ teadustööde kogumik 176:17–19.

USDA, NRCS 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8th ed., Ed. by Soil Survey Staff. USDA. USA.

WOCAT, 2007. Where land is greener – Case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. CTA, FAO, UNEP and CDE, 364 pp.

World Soil Museum, 2008. http://www.alfredhartemink.nl/museum.htm

Scientific collections of soils

R. Kõlli, T. Köster, O. Ellermäe

Estonian University of Life Sciences

Summary

The most voluminous natural body soil cover is not visible in the full extent to our eyes. The best way for studying of living soils or see them *in vivo* is arrangement of excursion to the place of their location and forming. Another way is a studying them *in vitro* using soil monoliths taken from various places, which have representative profile. In the current work the problems connected with establishment collection of soil monoliths and soil museum, as well connected with this different other kind collections are treated. The scientific collections play important role at least from the three aspect: history of science, teaching of students and enhancing awareness of society.

In actual work the concerned to scientific collections problems are treated on the base of corresponding material retained in the Department of Soil Science and Agrochemistry (DSSA) of Estonian University of Life Sciences (EMU). These collections are used in teaching of agrochemistry and of soil and environmental sciences, as well in scientific research. The list of conserved in DSSA scientific collections is following: (1) collection soil monoliths or the main component of soil

museum, (2) paintings characterizing landscapes of different soil regions, (3) fertilizers used formerly in Estonian agriculture; (4) soil maps and diverse other maps characterizing soil forming conditions; (5) academic documents (dissertations, annual and projects final reports, manuscripts of local importance and other); (6) collections of minerals, soil parent materials and local basements sediments; (7) soil samples from soil monitoring program (ca 15000 samples); (8) soil samples taken from long term field experiments, permanent research areas and transects established for studying of soil humus status, and (9) different historically valuable exhibits (photos, laboratory facilities and others) needing cataloguing and conservation.

In the actual work the importance of know-how on local soil cover fabric and properties is treated. The awareness on soils is based on knowledge about soil profiles and locally used soil classification system. In the soil museum and soil auditorium accordingly 120 and 13 soil monoliths are exposed, besides that ca 20 monoliths are in reserve. The name plate of each soil monolith contains besides ordinary information the soil names given after alternative soil classifications. The Estonian soil names are converted into systems of World Reference Base for Soil Resources (WRB), of United States Department of Agriculture Soil Taxonomy (USDA) and into latest Russian Soil Classification (RSC). For characterizing soil monoliths collection one booklet and special CD (CD-5 from the serial Estonian soils on CD) was published (Kõlli, Ellermäe, 2000; 2007).

The paintings (totally 13) characterizing different Estonian soil regions are available on the CD-5 as well. All mentioned above collections of soil museum are treated separately including the problems aroused with taking and preparation of soil monoliths. It is concluded that much more attention must be paid to preparation of digital photos not only about soil profiles and soil forming conditions, but also about forest and grasslands humus profiles. Such kind collection will be good addition to Estonian epipedon's classification.

The future development of soil collections are discussed in the last parts of the paper. As in nearest future the management of all scientific collections in our university will be done jointly, it is important to expose soil monoliths in mutual relationships with other natural exhibits. This is realistic in digital way, but rather expensive in the case of natural exhibits. The good side of joint management is possible collaboration in preparation, conservation, presentation and cataloguing of exhibits. The financing problems of soil collections also are shortly analyzed. Closing the review it is emphasised the importance of using bilingual approach (Estonian and English), which is with vital importance for international collaboration.

SUVIVIKI KASVATAMINE KOOS NISU JA KAERAGA: SEEMNESAAKIDEST JA PROTEIINISAAKIDEST

R. Lauk, E. Lauk, Ü. Lauk

Eesti Maaülikool

ABSTRACT. Intercropping common vetch with wheat and oats: about seed yields and protein yields. *This study was conducted in the trial fields of the Estonian University of Life Sciences outside Tartu, Estonia, on a pseudopodzolic moderately moist soil. The study, performed over three years (2000–2002), showed that the inclusion of vetch seed in cereal seed and the increasing of its seed density led to considerable decrease in the yield of the cereal component (R = 0.980–0.998). The adverse effect of vetch on cereal yield led to a reduction in wheat yield by up to 1,861 kg ha^{-1} on average for the three years, and in oats yield by up to 1,413 kg ha^{-1}. The maximum protein yield per area unit in cereals was obtained from their sole crops, and their protein yield per area unit reduced at higher vetch seed densities. Vetch-cereal mixes had an advantage over cereal monocultures insofar as protein yield was concerned. In vetch-wheat and vetch-oats mixes the maximum protein yield was 500 kg ha^{-1} and 438 kg ha^{-1} respectively on average for the three years. Vetch-cereal mixes are particularly suitable for the conditions of organic farming, and should be recommended to farmers, as they ensure a relatively good harvest and high protein yield on soil without nitrogen fertilizers.*

Keywords*: Cereals, vetch, intercrops, seed, yield, protein*

Sissejuhatus

Taimekasvatuses esineb väga erinevaid viljelusviise, üks neist on orgaaniline viljelusviis. Kuna sellise viljelusviisi juures ei kasutata üldjuhul mineraalseid väetisi ja pestitsiide, siis kuulub see viljelusviis madala sisenditega viljelusviiside hulka ning seega on ka tehtavad kulutused kultuuride kasvatamisel väiksemad. Vaatamata oma loodus- ja inimsõbralikkusele peituvad selle viljelusviisi juures oma ohud, eriti kui ka sõnniku kasutamine on piiratud. Raskustest ülesaamiseks soovitatakse orgaanilise taimekasvatuse tingimustes laiendada õhulämmastikku siduvate kultuuride kasvupinda, sealhulgas ka segukülvide kasvupinda (Elgersma *et al*., 2000; Mueller, Thorup-Kristensen, 2001; Jensen *et al*., 2004). Haritaval maal (põllul) tulevad eelkõige arvesse kaunviljade-teraviljade segukülvid, millised teatud mõttes imiteerivad looduslikke taimekooslusi. On leitud (Hauggaard-Nielsen *et al*., 2003; 2006), et kaunviljade-teraviljade segukülvid kasutavad paremini ära loodulikke ressursse võrreldes eri taimeliikide puhaskülvidega. Kaunviljad katavad oma lämmastikuvajaduse suures osas õhulämmastiku arvelt (Trenbath, 1976). Seetõttu kaunviljad segukülvides teraviljadega konkureerivad mullalämmastiku osas vähemal määral. Suviviki maapealne mass võib sisaldada üle 100 kg ha^{-1} fikseeritud õhulämmastikku (Papastylianou, 1999; Mueller, Thorup-Kristensen, 2001). Ebasoodsal kasvuaastal võib lämmastiku fikseerimine viki poolt olla siiski tunduvalt väiksem. Õhulämmastiku akumulatsioon kaunviljadesse sõltub olulisel määral kasvuperioodi iseärasustest, aga samuti viljelussüsteemist ja väetamisest (Sidiras *et al*., 1999; Peoples *et al*., 2001).

Kaunviljade-teraviljade segukülvid võivad toota kõrgemaid tera- ja proteiinisaake kui teraviljade puhaskülvid (Lauk, Lauk, 2005) ning välja paista suurema saagi stabiilsusega aastate lõikes võrreldes kas kaunviljade või teraviljade puhaskülvidega (Willey, 1979; Ofori, Stern, 1987). Kaunviljade-teraviljade segukülvid kaotavad oma eelise teraviljade puhaskülvide ees kui külve väetatakse lämmastikväetisega, lämmastikväetis vähendab kaunviljade osatähtsust segavilja saagis (Lauk, Lauk, 2004; Ghaley *et al*., 2005). Üldiselt, kui tingimused teraviljade kasvuks puhaskülvis on soodsad ja teraviljade puhaskülvid annavad kõrgeid saake, siis kaunviljade-teraviljade segukülvid ei oma eelist teraviljade puhaskülvide ees (Ofori, Stern, 1987).

Loomulikult võib orgaanilise viljelusviisi tingimustes kasvatada põllul ka kaunviljade puhaskülve, kuid sellistel külvidel on teatud puudused võrreldes kaunviljade-teraviljade segukülvidega. Suviviki ja pikavarreliste leheliste hernesortide puhaskülvid võivad väga tugevasti lamanduda, mistõttu saagi koristamine teraks on raskendatud. Lamandunud vilja koristamisel võivad esineda väga suured saagikaod. Lamandumise vältimiseks või vähendamiseks on soovitav suvivikki ja lehelisi hernesorte kasvatada koos tugikultuuriga, milleks sobivad ka teraviljad. Kaunviljade puhaskülvid võivad umbrohtuda tunduvalt rohkem kui kaunviljade-teraviljade segukülvid (Mohler, Liebman, 1987; Liebman, Dyck, 1993; Rauber *et al*., 2001; Talgre *et al*., 2005; Hauggaard-Nielsen *et al*., 2006), mistõttu orgaanilise maaviljeluse tingimustes saab segukülve kasutada umbrohtumuse allasurumiseks. Kaunviljadest just suvivikk on orgaanilise taimekasvatuse tingimustesse sobiv kultuur, sest suvivikk on tundlik herbitsiidide suhtes (Lauk *et al*., 2000).

Käesoleva uurimuse hüpoteesiks oli, et suviviki kasvatamine koos teraviljadega (nisu ja kaer) annab suhteliselt kõrgeid proteiinisaake lämmastikväetiseta mullal, mis on eriti tähtis loomakasvatuse seisukohalt. Uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada konkurentsi

olukord suhteliselt kaugel olevate taimeliikide vahel, kuidas mõjutab viki poolt pakutav konkurents teraviljade saagipotentsiaali.

Metoodika

Uurimistöö viidi läbi kolme aasta kestel (2000–2002) Eesti Maaülikooli katsejaama põldudel Tartu lähedal Eerikal. Katsed viidi läbi pseudoleetunud liivsavi lõimisega mullal, millise omadused olid järgmised: Künnikihi mulla PH_{KCl} oli vahemikus 4,9–6,1, orgaanilise aine sisaldus oli 2,3–3,2%, ning liikuva fosfori ja kaaliumi sisaldus (määrati AL meetodil) oli vastavalt 76–174 mg kg^{-1} ja 109–204 mg kg^{-1}. Eelviljaks katses oli suvinisu ja mineraalseid väetisi külvidele ei kasutatud.

Põldkatse läbiviimisel kasutati katseseeriate meetodit (Lauk, Lauk, 2000; Lauk *et al*., 2004). Ühes katseseerias kasvatati suvivikki (sort 'Carolina') koos suvinisuga (sort 'Tjalve'), teises seerias kasvatati vikki koos kaeraga (sort 'Jaak'). Teraviljade külvisenorm oli mõlema katseseeria variantides ühesugune, s.o. 250 idanevat seemet m^{-2}. Katseseeriates olevates variantides muutus viki külvisenorm vahemikus 0–120 idaneva seemneni m^{-2}, sammuga 12 idanevat seemet m^{-2}. Igas katseseerias oli viki külvisenormi osas 11 erinevat varianti. Katseseeriates esinesid ka teraviljade puhaskülvide variandid, mis võimaldas välja tuua viki mõju teraviljade saagipotentsiaalile segukülvis.

Enne külvi segati viki ja teravilja seemned ning külvati ühte ja samasse külviritta spetsiaalse katsekülvikuga. Katselappide pindala oli 10 ruutmeetrit.

2002. aasta oli taimede kasvuks ebasoodne. Õhutemperatuur oli kasvuperioodil keskmisest tunduvalt kõrgem ning sademeid tuli kasvuperioodil ainult 147 mm, mis on normist ligikaudu 2 korda väiksem. Põua tingimustes kannatas eriti suvivikk, milline jäi kooskasvatamisel teraviljadega alarindesse. 2000. ja 2001. aastal olid tingimused taimekasvuks soodsad ning taimede kasvuperioodil oli sademeid vastavalt 285 mm ja 330 mm. Äsjanimetatud aastatel jäi viki kooskasvatamisel teraviljadega teravili alarindesse.

Peale koristamist määrati terasaagid eraldi komponentide lõikes ja ka kogusaagina segukülvi variantides. Saagid arvutati 14 %-lise niiskusesisalduse juurde. Täiendavalt määrati saakide proteiinisisaldused kõikides variantides. Saagi proteiinisisalduste ja kuivainesaakide põhjal arvutati välja proteiinisaagid pinnaühiku kohta. 2000.–2002. aasta keskmised saagiandmed allutati regressioonanalüüsile, sest regressioonanalüüs võimaldab arvutada nii katseseeriate vahelise kui ka katseseeriate sisese katsevea (Little, Hills, 1972; Mead *et al*., 1993). Regressioonanalüüsil kasutati ruutvõrrandit ($y = a + bx + cx^2$), millise puhul argumendiks (x väärtuseks) oli viki külvisenorm, milline varieerus vahemikus 0–120 ja argumendi funktsiooniks (y) vastavalt saagid ja proteiinisaagid kg ha^{-1}.

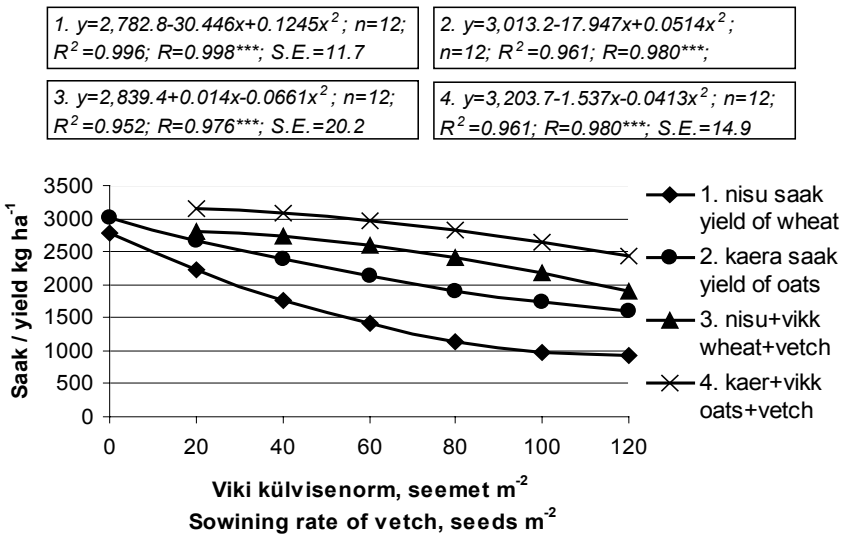
Mõlemas katseseerias arvutati argumendi funktsiooni jaoks standardviga (S.E.) vastavalt väljatöötatud metoodikale (Lauk, Lauk, 2000). Seoste usutavuse astet katseseeriates hinnati korrelatsioonikoefitsientide kontrollväärtuste abil, millised võeti vastavatest tabelitest lähtudes vabadusastmete arvust (Little, Hills, 1972).

Tulemused

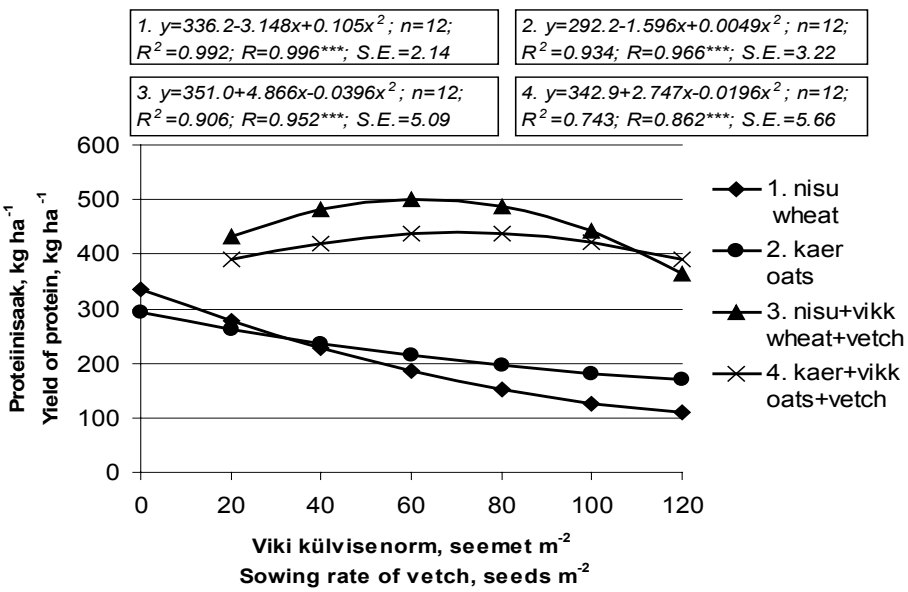
Uurimistöö tulemuste põhjal nähtus, et teraviljade puhaskülvides saadi suuremat saaki kaeralt, vastavalt 3013 kg ha^{-1} teri. Nisu puhaskülvis oli saak 230 kg võrra hektarilt väiksem (usalduslävi: $p < 0,05$). Viki võtmine teravilja seemne hulka ja viki külvisenormi suurendamine vähendas tunduvalt teraviljade saagikust (joonis 1). Viki negatiivse mõju tõttu teraviljade saagile vähenes nisu saak kolme aasta keskmisena kuni 1,861 kg võrra ja kaera saak kuni 1413 kg võrra hektari kohta võrreldes teraviljade puhaskülviga. Seejuures, seosed viki külvisenormi ja teraviljade saagi vahel olid väga tugevad ja usutavad (R = 0,980–0,998; $p < 0,001$). Kooskasvatamisel vikiga oli kaer segukülvis vikiga tunduvalt saagikam kui nisu, viki keskmise külvisenormi juures (60 vikiseemet m^{-2}) oli nisu ja kaera saagierinevus veidi üle 700 kg ha^{-1} kaera kasuks. Seega oli saagierinevus nisu ja kaera saakide vahel 3 korda suurem kui nisu ja kaera puhaskülvide saagierinevus.

Viki külvisenormil 20 seemet m^{-2} olid viki-nisu ja viki-kaera segukülvide seemnesaagid vastavalt 2810 ja 3160 kg ha^{-1} ning ei ületanud oluliselt vastavate teraviljaliikide puhaskülvide saake. Alates viki külvisenormist 60 seemet m^{-2} saadi segukülvidest väiksemaid seemnesaake võrreldes teraviljade puhaskülvidega, sest viki külvisenormi edasine suurendamine tõi kaasa üha intensiivsema saagilanguse viki-teraviljade segukülvides. Seosed viki külvisenormi ja segukülvide saagi vahel olid väga tihedad (R = 0,976–0,980; $p < 0,001$). Viki-kaera segukülvides oli seemnesaak 340–540 kg võrra hektarilt suurem kui viki-nisu segukülvides ($p < 0,05$).

Nisu ja kaera proteiinisaagid pinnaühikult olid suurimad puhaskülvides, vastavalt 336 ja 292 kg ha^{-1}. Viki võtmisel teraviljade seemne hulka ja külvisenormi suurendamisel oli väga tugev negatiivne mõju teraviljade proteiinisaakidele, seega ka teraviljade terasaagis sisalduvale lämmastikukogusele (joonis 2). Seosed on väga tugevad ja usutavad (R = 0,966–0,996; $p < 0,001$). Nisu proteiinisaak vähenes segukülvis vikiga kuni 3 korda, kaera 'Jaak' proteiinisaak vähenes kuni 1,7 korda. Samas sisaldasid kaerasaagid kolme aasta keskmisena puhaskülvis ja viki väiksematel külvisenormidel (kuni 30 seemet m^{-2}) vähem proteiini kui nisu. Suuremate viki külvisenormide korral on olukord vastupidine, mis näitab kaera suuremat konkurentsivõimet segukülvides vikiga.



Joonis 1. Saagi formeerumine teraviljadel ja viki-teraviljade segukülvides sõltuvalt viki külvisenormist kolme aasta keskmisena.
Figure 1. *The formation of seed yields in cereals and seed yields of vetch-cereal mixes, as an average for the three years, depending on the vetch sowing rate.*



Joonis 2. Proteiinisaagi formeerumine teraviljadel ja viki-teraviljade segukülvides sõltuvalt viki külvisenormist kolme aasta keskmisena.
Figure 2. *The formation of protein yields in cereals and seed yields of vetch-cereal mixes, as an average for the three years, depending on the vetch sowing rate.*

Viki-teraviljade segukülvid osutusid efektiivseks proteiinisaagi seisukohalt. Viki võtmine teravilja seemne hulka suurendas olulisel proteiinisaake kuni viki külvisenormini 60 seemet m^{-2} (R = 0,862–0,952; $p <$ 0,001). Maksimaalsed proteiinisaagid saadi viki-nisu segukülvis (500 kg ha^{-1}) ja viki-kaera segukülvis (438 kg ha^{-1}) viki külvisenormil 60 idanevat seemet ruutmeetrile. Järgnev viki külvisenormi suurendamine hakkas üha intensiivsemalt langetama viki-teraviljade segukülvide proteiinisaake.

Arutelu

Kaunviljade-teraviljade segukülvide osas on saadud väga erinevaid tulemusi ja tehtud erinevaid järeldusi ning kaunviljade-teraviljade eelise ilmnemine või mitteilmnemine teraviljade puhaskülvide ees sõltus oluliselt keskkonnatingimustest ja inimese poolt loodud tingimustest. Kaunviljade-teraviljade segukülvid on olnud suurema saagiga kui teraviljade puhaskülvid eelkõige N-väetiseta mullal (Jensen, 1996; Hauggaard-Nielsen, *et*

al., 2001; Lauk, Lauk, 2005). Samas näitavad uurimused (Jensen, 1996; Hauggaard-Nielsen, *et al*., 2001; Lauk, Lauk, 2004), et kui teraviljadele luuakse puhaskülvides soodsad lämmastiktoitumise tingimused mineraalsete lämmastikväetiste kasutamise kaudu, siis segukülvid teraviljade puhaskülvide ees eelist ei oma. Ofori ja Stern (1987) märgivad, et kui tingimused teraviljade kasvuks ja arenguks puhaskülvides on soodsad ning teraviljade puhaskülvide saagid on suhteliselt suured, siis kaunviljade-teraviljade segukülvid kaotavad oma eelise teraviljade puhaskülvide ees. Uurimusest on selgunud (Lauk, Lauk, 2006), et viki-nisu segukülvid kaotavad oma eelise terasaagi seisukohast lähtudes võrreldes nisu puhaskülvidega tingimustes, kus nisu puhaskülvi saak on suurem kui 3000 kg ha^{-1}. Antud artiklis välja toodud faktiline materjal kinnitab üldjuhul äsja välja öeldud seisukohti, sest teraviljade saagid puhaskülvides olid suhteliselt kõrged, mistõttu viki-teraviljade segukülvid ei omanud olulist eelist teraviljade puhaskülvide ees. Täiendavalt võib märkida, et viki-teravilja segukülvidele on ebasoodne suur viki külvisenorm (üle 60 seemne m^{-2}).

Nii mitmeski uurimuses on selgunud (Rauber *et al*., 2001; Andersen *et al*., 2004), et kaunviljad on segukülvides tugevasti mõjutatud ja alla surutud teraviljast komponendi poolt. Eriti ilmneb see lühivarreliste kaunviljasortide puhul (Rauber *et al*., 2001). Meie poolt kasutatud uurimistöö metoodika (teraviljade külvisenorm oli katseseeriate variantides konstantne) võimaldas hästi välja tuua suhteliselt pikavarrelise suviviki mõju teraviljade saagipotentsiaalile. Seetõttu võime väita, et vikk avaldas väga tugevat negatiivset mõju teraviljade terasaagile segukülvis ja lämmastiku kasutamisele teraviljade poolt (avaldus teraviljade proteiinisaakide vähenemise kaudu). Seejuures negatiivne mõju suurenes seoses viki külvisenormi suurenemisega. Põhjuseks, miks teatud tingimustes segukülvid puhaskülvide ees eelist ei oma, ongi tingitud kaunviljade tugevast konkurentsist teraviljade suhtes. Märgitakse (Hauggaard-Nielsen *et al*., 2006), et kaunviljad avaldavad tugevat survet teraviljade suhtes just vegetatsiooniperioodi teisel poolel. See tähendab sisuliselt teraviljade terade formeerumise ajal, mis viib väiksemate terade moodustumisele teraviljadel (Lauk, Lauk, 2005).

Kaunviljade-teraviljade segukülvide üheks eeliseks võrreldes teraviljade puhaskülvidega on segukülvide suuremad proteiinisaagid (Hauggaard-Nielsen *et al*., 2001; Lauk, Lauk, 2006). Üldjuhul ka käesolev uurimus kinnitas seda väidet. Lämmastikväetiseta mullal andsid viki-teraviljade segukülvid tunduvalt suuremaid proteiinisaake võrreldes teraviljade puhaskülvidega. Seejuures segukülvide proteiinisaagid sõltusid oluliselt viki külvisenormist. Suured viki külvisenormid (üle 60 seemne m^{-2}) osutusid ka proteiinisaagi seisukohast lähtudes ebaotstarbekaks.

Järeldused

Vikk avaldab segukülvis nisu ja kaeraga negatiivset mõju teraviljade saagipotentsiaalile ja lämmastiku kasutamisele teraviljade poolt.

Viki-nisu ja viki-kaera segukülvid annavad lämmastikväetiseta mullal suhteliselt häid seemnesaake (ligikaudu 3000 kg ha^{-1}), mistõttu võib segukülve soovitada tingimustesse, kus lämmastikväetisi ei kasutata või kasutatakse neid vähe. Viki-teraviljade segukülvid omavad ekstensiivsemates tingimustes eelist teraviljade puhaskülvide ees just proteiinisaagi seisukohalt lähtudes.

Viki optimaalseks külvisenormiks kooskasvatamisel nisu ja kaeraga on 60 idanevat seemet m^{-2}. Vältida tuleks eelmainitud külvisenormist tunduvalt suuremaid viki külvisenorme, sest see võib viia seemnesaagi ja proteiinisaagi tunduvale vähenemisele segukülvides.

Tänuavaldus / *Acknowledgements*

Uurimistöö sai võimalikuks tänu Eesti Teadusfondi finantsilisele toetusele (grant nr. 4815).

Kasutatud kirjandus / *References*

Andersen, M. K., Hauggaard-Nilsen, H., Ambus, P., Jensen, E. S., 2004. Biomass production, symbiotic nitrogen fixation and inorganic N use dual and tricomponent annual intercrops. – Plant and Soil, 266, 273–287.

Elgersma, A., Schlepers, H., Nassiri, M., 2000. Interaction between perennial ryegrass and white clover under contrasting nitrogen availability:productivity, seasenal patterns of species composition, N_2 fixation, N transfer and N recovery. – Plant and Soil, 221, 281–299.

Ghaley, B.B., Hauggaard-Nielsen, H., Hogh-Jensen, H., Jensen, E. S., 2005. Intercropping of wheat and pea as influenced by nitrogen fertilization. – Nutrient Cycling in Agrosystems, 73, 201–212.

Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E. S., 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. – Field Crops Research, 70, 101–109

Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E. S., 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. – Nutrient Cycling in Agroecosystems, 64, 289–300.

Hauggaard-Nielsen, H., Andersen, M. K., Jørnsgaard, B., Jensen, E. S., 2006. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. – Field Crops Research, 95, 256–267.

Jensen, E. S., 1996. Grain yield, symbiotic N_2 fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. – Plant and Soil, 182, 25–38.

Jensen, C. R., Joernsgaard, B., Andersen, M. N., Christiansen, J. L., Mogensen V. O., Friis, P., Petersen C. T., 2004. The effect of lupins as compared with peas and oats on the yield of the subsequent winter barley crop. – European Journal of Agronomy, 20, 405–418.

Lauk, E., Lauk, R., 2004. On the Effect of Nitrogen Fertilizer in Mixed Seedings of Common Vetch (*Vicia sativa* L.) and Wheat (*Triticum aestivum* L.). – VAGOS. Research papers, 64, Lithuanian University of Agriculture, 38–43.

Lauk, E., Lauk, R., 2005. The yields of legume – cereal mixes in years with high – precipitation vegetation periods. – Latvian Journal of Agronomy, 8, 281–285.

Lauk, R., Lauk, E., 2006. Yields in vetch-wheat mixed crops and sole crops of wheat. – Agronomy Research, 4, 37–44.

Lauk, E., Lauk R., Lauk, Y., 2004. Experimental planning and methods in regression analysis. – Proceeding of the 12th International Conference on Mechanization of Field Experiments. (Viktor Semenov et al.) IAMFE/Russia, Saint–Petersburg, 58–63.

Lauk, E., Lauk, Y., 2000. Methodology of experiment and data processing in research works on herbicides. – Aspects of Applied Biology, 61, 41–46.

Lauk, Ü., Ratassepp, M., Lauk, E., 2000. The effect of different doses of the herbicides Stomp and Butoxone on annual weeds in the vetch-wheat mixture. – Development on environmentally Friendly Plant Protection in the Baltic Region. Proceedings of the International Conference, Tartu, Estonia, September 28–29, 97–99.

Little, T. M., & Hills, F. J., 1972. Statistical Methods in Agricultural Research. Berkeley, California, 218 p.

Mead, R., Curnow, R. N., Hasted A. M., 1993. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology. Second edition. Chapman & Hall, London, 415 p.

Liebman, M., Dyck, E., 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. – Ecological Applications, 3, 92–122.

Mohler, C. L., Liebman, M., 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. – Journal of Applied Ecology, 24, 685–699.

Mueller, T., Thorup-Kristensen, K., 2001. N-fixation on selected green manure plants in an organic crop rotation. – Biological Agriculture and Horticulture, 18, 345–363.

Ofori, F., Stern, W.R., 1987. Cereal-legume intercropping systems. – Advances in Agronomy, 41, 41–90.

Papastylianou, I., 1999. Estimation of nitrogen fixed by legumes in long-term vs. short-term cropping systems. – Agronomy Journal, 91, 329–334.

Peoples, M. B., Bowman, A. M., Gault, R. R., Herridge, D. F., McCallum, M. H., McCormick, K. M., Norton, R. M., Rochester, I. J., Scammell, G. J., Schwenke, G. D., 2001. Factors regulating the contributions of fixed nitrogen by pasture and crop legumes to different farming systems of Eastern Australia. – Plant and Soil, 228, 29–41.

Rauber, R., Scmidtke, K., Kimpel-Freund, H., 2001. The performance of pea (*Pisum sativum* L.) and its role in determining yield advantages in mixed stands of pea and oat (*Avena sativa* L.). – Agronomy and Crop Sciense 187, 137–144.

Sidiras, N., Avgoulas, C., Bilalis, D, Tsougrianis, N., 1999. Effects of tillage and fertilization on biomass, roots, N-accumulation and nodule bacteria of vetch (Vicia sativa cv. Alexander). – Agronomy and Crop Science, 182, 209–216.

Talgre, L., Lauringson, E., Lauk, E., Lauk, R., 2005. Weediness of mixed crops depending on weather conditions and sowing rate of leguminous. – Latvian Journal of Agronomy, 8, 243–247.

Trenbath, B. R., 1976. Plant interactions in mixed crop communities. – Multiple cropping. (R. I. Papendick, P. A. Sanchez, G. B. Triplett) American Society of Agronomy Special Publication, 27, 129–170.

Willey, R. W., 1979. Intercropping – Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. – Field Crop Abstract, 32, 1–10.

Intercropping common vetch with wheat and oats: about seed yields and protein yields

R. Lauk, E. Lauk, Ü. Lauk
Estonian University of Life Science

Summary

A three-year (2000–2002) field experiment was conducted in Estonia to determine which combinations of vetch (*Vicia sativa* L.)with wheat (*Triticum aestivum* L.) or oats (*Avena sativa* L.) were most suitable for mixed cultivation and the effect of vetch on the yield potential of cereals. This study was conducted in the trial fields of the Estonian University of Life Sciences outside Tartu, on a pseudopodzolic moderately moist soil. The sowing rate of the cereals was identical in all variants of the trial series – 250 germinating seeds per m^{-2}. The vetch seed densities varied in the trial series from 0 to 120 germinating seed per m^2, at an interval of 12 germinating seeds per m^2.

The processing of the three years' average data was performed by using regression analysis ($y = a + bx + cx^2$). The independent variable (x) in the regression analysis was vetch seed density per m^2, which varied between 0–120, and the dependent variable (y) was, respectively: yield and protein yield (kg ha^{-1}). Standard error (*S.E.)* was calculated using the relevant methodology (Lauk, Lauk, 2000). The reliability of the correlations in the trial series was evaluated using the control values of the correlation coefficients (R).

The results presented in the figure 1 reveal that, in soil with no N fertilizer, the sole crop of oats gave a higher grain yield than the sole crop of wheat. The inclusion of vetch in cereal seed and the increase of vetch seed density led to substantial reductions in the cereal yields. Owing to the adverse effect of vetch on cereal yield the three-year average yield of wheat decreased by up to 1,861 kg ha^{-1} and that of oats by up to 1,413 kg ha^{-1}. The correlations between vetch seed density and cereal yield were very strong (R = 0.980–0.998; p < 0.001). At the lowest vetch seed density the yield of vetch-cereal mixes was quite close to the yields of monoculture cereals. Higher vetch seed densities led to increasing yield reductions in vetch-cereal mixes. The correlations between vetch seed densities and mixed crop yields were very close (R = 0.976–0.980; p < 0.001). In vetch-oats mixes the per-hectare yield was higher by 343–536 kg than in vetch-wheat mixes (p < 0.05). The higher yield was attributable to the oats component.

The protein yields per area unit of the cereals were highest in monocultures (figure 2). The inclusion of vetch in cereal seed and the increase of its seed density had a very strong adverse effect on the protein yields of the cereals (the amount of nitrogen contained in the cereal grain). The correlations were very strong and reliable (R = 0.966–0.996; p < 0.001). In a mix with vetch, the protein yield of wheat seeds decreased by up to three times and that of oats by up to 1.7 times. At the same time, in a monoculture or at lower vetch seed densities the yields of oats contained less protein than that of wheat on average for the three years. At higher vetch seed densities the situation was reversed, which again testifies to a higher competitiveness of oats with vetch in mixed crops.

The vetch-cereal mixes proved effective in terms of protein yield. The inclusion of vetch in cereal seed led to substantial increases in protein yields (R = 0.862–0.952; p< 0.001). The maximum protein yields of a vetch-wheat mix (500 kg ha^{-1}) and a vetch-oats mix (438 kg ha^{-1}) were obtained at a vetch seed density of 60 germinating seeds per m^{-2}. Higher vetch seed densities led to increasing reductions in the protein yields of the vetch-cereal mixes.

Vetch-cereal mixes are particularly suitable for the conditions of organic farming, and should be recommended to farmers, as they ensure a relatively good harvest and high protein yield on soil without nitrogen fertilizers.

TERAVILJA MIKROBIOLOOGIAST JA OHUTUSEST

H. Lõiveke, E. Ilumäe, E. Akk

Eesti Maaviljeluse Instituut

ABSTRACT. Microbiology and safety of grain. *The present paper offers an overview of studies in grain safety and microbiology carried out at the Estonian Research Institute of Agriculture since 1973. Main genuses and species of grain-infecting mould fungi as well as their potential toxicity have been studied using Bacillus stearothermophilus biotest. Data about grain mycotoxin monitoring are displayed since 1998. The presence of T-2 and HT-2 toxins in Estonian grain was proved for the first time in the grain yield from 2006. The dangers arising from mould fungi and of mycotoxins they produce as well as ways to avoid these threats are discussed.*

Keywords: *grain, microbiology, safety, mycotoxins*

Sissejuhatus

Siiani on Eestis üldiselt vähe tähelepanu pööratud kasvatatava vilja mikrobioloogilisele kvaliteedile ja selle halvenemisega seotud ohtudele. Kasvuperioodil arenevad viljal mitmesugused taime-eritistest toituvad ehk epifüütsed mikroorganismid, nii bakterid, pärmseened kui hallitusseened, millised pärinevad taimede risosfäärist, mullast või tuulega, putukatega sinna kantud tolmust ja juhuslikest mikroorganismidest. Tavaliselt on nad taimele kahjutud, kuid taimi nõrgestavate ja mikroorganismidele väga soodsate tingimuste korral paljunevad nad massiliselt ja lähevad üle parasiitsele eluviisile. Peale nende võivad nii kasvaval kui ka koristatud viljal esineda taimpatogeensed bakterid ja mikroseened. Ohuks on eelkõige hallitusseentena tuntud mikroseente suur arvukus, mis halvendab vilja toidu-ja söödakvaliteedi näitajaid nagu kleepevalk, proteiin, tärklis, mahumass, langemisarv, samuti külviseomadusi (idanevus, idanemisenergia). Samuti võivad hallitusseened teatud tingimustes toota mürgiseid ühendeid – mükotoksiine, mis on ohtlikud nii toidu- kui söödavilja kasutamisel. Uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada Eestis kasvatatud teraviljas sagedamini esinevad hallitusseente perekonnad ja liigid, levinumate tüvede (isolaatide) ja liikide toksilisus ning sagedamini esinevad mükotoksiinid.

Võtmesõnad: teravili, mikrobioloogia, ohutus, mükotoksiinid

Uurimismaterjal ja metoodika

Käesoleva ülevaate koostamiseks on kasutatud Eesti Maaviljeluse Instituudis läbi viidud uurimuste tulemusi alates aastast 1973. *Fusarium*-seente esinemist meie teraviljas (nisu, rukis, oder, kaer) uuriti põhjalikumalt aastatel 1973–1981, levinumate mikroseente perekondade ja liikide esinemine tuvastati 1992–1994, 2002–2004 aastate tali-ja suvinisu saagi mükoloogiliste analüüside põhjal. Teravilja proovid koguti majanditest, talunikelt või katsetest vastavalt keskmise proovi koostamise nõuetele, säilitati kuni analüüsimiseni 1–1,5 kuu jooksul laboris toatemperatuuril kuivades tingimustes, kus niiskumine oli välistatud. Mikrobioloogilised analüüsid tehti ja proovide üldtoksilisus määrati Põllumajandusuuringute Keskuse ISO 17000–025 kohaselt akrediteeritud laborites rahvusvaheliselt tunnustatud meetoditega. Proovide ettevalmistamine ja mikrobioloogiline analüüs toimus vastavalt standardile EVSN-EN ISO 6887 – 1:2001. Hallitusseente üldarvu määramiseks tehti väljakülvid 1., 2. või 3. lahjendusest RBCA-le (Rose bengal chloramphenicol agar, ICC Standard Nr. 146, 1992) või virdeagarile. *Fusarium*`ide arvukus määrati Nashi ja Snyderi selektiivsöötmel. Vajadusel kasutati proovide mükoloogiliseks uurimiseks niiske kambri meetodit. *Fusarium*`id määrati Bilai (1977) järgi, teised hallitusseened vastavate määrajate (Raper *et al*., 1949; Raper *et al*., 1965; Bilai *et al*., 1988) järgi. Teravilja mikrobioloogilist kvaliteeti hallitusseente arvukuse järgi hinnati Saksamaa LV-s kasutatavate söödavilja (Schmidt-Lorenz, 1980) ja toiduvilja (Baumgart, Firnhaber, 1993) standardite kohaselt. Selgitamaks proovides esinevate seeneliikide ohtlikkust viidi nad puhaskultuuri ja määrati nende üldtoksilisus *Bacillus stearothermophilus´*e suhtes Watsoni ja Lindsay (1982) järgi. Kui kasvupidurduse tsoon oli 0–1 mm - toksilisus puudub, 2–5 mm - nõrgalt toksiline, 6–10 mm - väga toksiline. Vilja üldtoksilisuse määramiseks kasutati biotesti kingloomaga *Paramaecium caudatum.* Kui testobjektist jääb ellu 81–100%, ei ole proov toksiline; kui ellu jääb 50–80 %, on proov nõrgalt toksiline; kui ellu jääb 0–49%, on proov toksiline.

Tulemused ja arutelu

Tuvastatud hallitusseente perekonnad ja liigid. Enamus teraviljadel esinevatest haigustest levivad seemnega. Seetõttu tuntakse vastavat patogeenset mikrofloorat seemnetel (*Helminthosporium, Pyrenophora, Drechslera, Leptosphaeria, Mycosphaerella, Tilletia, Ustilago* spp) hästi. Vähem tuntakse teravilja seemnetel esinevaid nn hallitusseeni, mida iseloomustab hästi arenenud seeneniidistik ja rohke eoste produktsiooni võime. Teravilja hallitusseentega saastumise tase on selle mikrobioloogilise kvaliteedi üheks olulisemaks näitajaks. Meie uurimustel hallitusseente liiga suure

sisalduse tõttu ei vastanud Saksamaa LV standarditele Eestis aastatel 1993, 1994, 2002–2007 toodetud toiduviljast 30–40% ja 20–25% söödaviljast. Sagedasemad hallitusseente liigid nisudel aastatel 1992–1994 ja 2002–2004 olid *Alternaria* (40–70% teradel*), Fusarium* (20–70% teradel, *Cladosporium* (10–20% teradel), *Penicillium* (10–90% seemnetel) perekondadest, vähem esines aga *Verticillium*`i liike. *Alternaria* perekonnast esinesid sagedamini *A. alternata* (Fr.) Keissl., *A. tenuissima* (Fr.) Will.; *Cladosporium* perekonnast *C. herbarum* Link. ex Fr., *C. cladosporioides* (Fres.) de Fries, *C. sphaerospermum* Penz.; *Penicillium* perekonnast *P. expansum* Link ex Fr. ja *P. decumbens* Thom. *Verticillium* perekond oli esindatud fütopatogeensete liikidega *V. dahliae* Kleb., *V. nigrescens* Pethybr. ja *V. albo-atrum* Rke. et Bert. Kui hilinetakse koristamisega, saastub vili lisaks *Mucor´*i ja *Rhizopus´*e liikidega. *Aspergillus´*e liike – *A. fumigatus* (Fres.), *A. niger* Tiegh., *A. sulphureus* (Fres.) Thom et Church. esineb vaid mõnel väga põuasel kasvuperioodil (5–15% teradel). Lisaks võib seal esineda veel liike perekondadest *Acremonium, Geotrichum, Chaetomium, Gliocladium, Trichothecium, Stachybotrys* jt, eriti kui viljas on alanud riknemise protsess.

Hallitusseente toksilisuse testimine. Tuvastatud 58 seeneliigist umbes pooled on potentsiaalsed toksikandid. Nimetatud hallitusseente liigid võivad toota mitmeid mükotoksiine (alternariool, deoksünivalenool ehk vomitoksiin, zearalenoon, nivalenool, T-2 ja HT-2 toksiinid, ohratoksiin, aflatoksiin jne), mille mürgisus on väga suur, ületades tuhandeid kordi teraviljakasvatuses kasutatavate taimekaitsevahendite mürgisust (Lõiveke, 2008).

Kas aga kõik hallitusseente liigid, millel on teada võime toksiine produtseerida, seda ka teevad, oleneb paljudest tingimustest. Ka kirjanduses viidatakse, et isegi sama liigi kõik isolaadid ei ole sarnaste toksigeensete omadustega. Biotestil *Bacillus termostearophilus*`ega oli hallitusseentel kasvupidurduse tsoon olenevalt perekonnast ja liigist – 0–7 mm (*Cladosporium 0 mm; Alternaria* 3–4 mm; *Acremonium* 1–3 mm*, Penicillium* 2–7 mm; *Aspergillus* 0–3 mm; *Rhizopus* 0–2 mm). Toksilisemad isolaadid olid järgmiste liikidel: *Aspergillus oryzae, Geotrichum candidum, Penicillium* sp (liik määramata) – toksilisuse näitaja 5–7 mm, *Trichothecium roseum* 7–10 mm, *Rhizopus nigricans, Aspergillus terreus, Acremonium* sp. 9–10 mm, *Penicillium oryzae, P. cyclopium* 8–18 mm. Viimased liigid esinesid selgete riknemistunnustega viljas. Riknemata viljast eraldatud hallitusseente isolaatide toksilisuse näitaja oli tavaliselt piirides 0–7 mm. Seega juba biotesti põhjal võib järeldada, et paljud teraviljas esinevad hallitusseened kujutavad potentsiaalset ohtu vilja toiduks või söödaks kasutamisel (Lõiveke et al., 2004).

***Fusarium* spp. esinemine teravilja seemnetel**. *Fusarium*-seened põhjustavad teraviljadel mitmesuguseid haigusi nii juurtel, juurekaelal kui ka maapealsetel organitel (tõusmepõletik, juure-ja juurekaelamädanik, lumiseen, punakaste pähikutel) ning viljaterade nakatumist. Aastate 1973–1981 teraviljaproovide analüüs näitas, et *Fusarium´*idega nakatunud oli 38–100% proovidest, teradest aga 8–67% (keskmiselt 27 %), kõige enam nisu ja kaer, vähem oder ja rukis. Nakatatus oli suurem just neil aastatel, kui sademeid oli tavalisest tunduvalt enam (1974, 1978, 1981 – nakatunud vastavalt 44%, 48%, 30% teradest; Lõiveke, 2008).

Ka hilisemate aastate (1992–1994, 2002–2004) nisuproovide uurimisel ilmnes, et *Fusarium´*idega nakatatus ei vähenenud (20–70% teradest, aastatel 1973–1981 vastavalt 13–67%), mis on ilmselt seotud meie klimaatiliste tingimustega (sademete hulk kasvuperioodil ületab aurumise) ja *Fusarium*-seente labiilsusega temperaturi suhtes. Sagedamini esinesid viljas liigid *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sporotrichiella* Bilai, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. moniliforme* Sheld., *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans., *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. ja *F. sambucinum* Fuckel. Toksiinide produtseerijateks on *F. sporotrichiella, F. avenaceum, F. oxysporum, F. sambucinum, F. gibbosum, F. culmorum, F. moniliforme, F. solani,* milliseid esines 50–60% proovides (Lõiveke*,* 2008). Tuntumad *Fusarium*-seente toksiinid on DON, 3-ADON, NIV, ZEN, HT-2, T-2, DAS, fumonisiinid, moniliformiin, fusaarhape, fusariin C, sambutoksiin, wortmanniin ja veel rida teisi (Miller, Trenholm, 1997).

Fusarium spp isolaatide toksilisus. Meie uurimustes *Fusarium* isolaatidega selgus, et toksilisus *Bacillus stearothermophilus*`e kasvupidurduse tsooni ulatuse järgi oli väga erinev –2–10 mm. Aastatel 2002–2005 eraldatud 287 isolaadist oli valdav enamus nõrga kuni keskmise toksilisusega, ainult 5,6% isolaatidel oli kasvupidurduse tsoon üle 6 mm ehk nad olid väga toksilised (Lõiveke, 2006). Tabeli 1 ja 2 andmetel oli kõige suurem toksiliste isolaatide osakaal (9,2%) 2004. aastal, kui õitsemise eel ja järel (juulis) oli kõige suurem sademete hulk. Ka aastatel 2006 ja 2007 eraldatud 227 isolaadist oli väga toksilisi isolaate vähe – 1,8–3,5% (tabel 2). Toksilisemad olid *F. sporotrichiella var poae, F. moniliforme, F. culmorum* ja *F. sambucinum* isolaadid. Valdav osa *Fusarium* floorast seemnetel oli nõrgalt kuni keskmiselt toksiliste omadustega, väga toksilisi isolaate oli alla 10%.

Tabel 1. Aastatel 2004 ja 2005 teraviljaproovidest eraldatud *Fusarium*'ide isolaatide toksilisus *Bacillus stearothermophilus*'e suhtes (kasvupidurduse tsoon mm)
Table 1. *Growth inhibition zone of Bacillus stearothermophilus (mm) caused by Fusarium isolates found on grain in 2004 and 2005*

Teravili / *Crop*	2004				2005			
	Isolaate, tk / *Isolates, no*	0–1 mm	2–5 mm	6–10 mm	Isolaate, tk / *Isolates, no*	0–1 mm	2–5 mm	6–10 mm
Nisu / *Wheat*	110	4	94	12	83	8	74	1
Oder / *Barley*	24	0	24	0	57	2	50	5
Kaer / *Oats*	15	1	12	2	–	–	–	–
Rukis / *Rye*	3	0	3	0	–	–	–	–
Tritikale / *Triticale*	–	–	–	–	44	2	39	3
Kokku / *Total*	152	5	133	14	184	12	163	9
%-des / %	100	3,3	87,5	9,2	100	6,5	88,6	4,9

Tabel 2. Aastatel 2006 ja 2007 teraviljaproovidest eraldatud *Fusarium*'ide isolaatide toksilisus *Bacillus stearothermophilus*'e suhtes (kasvupidurduse tsoon mm)
Table 1. *Growth inhibition zone of Bacillus stearothermophilus (mm) caused by Fusarium isolates found on grain in 2006 and 2007*

Teravili/ *Crop*	2006				2007			
	Isolaate, tk / *Isolates, no*	0–1 mm	2–5 mm	6–10 mm	Isolaate, tk / *Isolates , no*	0–1 mm	2–5 mm	6–10 mm
Nisu / *Wheat*	47	30	16	1	62	13	49	0
Oder / *Barley*	50	15	33	2	46	27	18	1
Kaer / *Oats*	16	5	10	1	4	3	1	0
Rukis / *Rye*	–	–	–	–	2	1	0	
Kokku / *Total*	113	50	59	4	114	44	68	2
%-des / *%*	100	44,3	52,2	3,5	100	38,6	59,6	1,8

Meteoroloogiliste tingimuste mõju vilja *Fusarium*´ide ja teiste hallitusseentega nakatumisele.
Meie katsetes Üksnurme katseväljakul aastatel 2004–2008 ilmnes teravilja hallitusseentega ja *Fusarium* spp nakatumises (fungitsiididega pritsimata kontrollvariantides) mõnikord seos sademete hulgaga õitsemisperioodil ja koristamiseelsel perioodil (tabel 3). Kuna *Fusarium* spp nakatumine toimub eelkõige õitsemise perioodil ja selle järel, teiste hallitusseentega aga koristuse eelselt, siis on see üsna loogiline. 2007. ja 2008. a. sademete hulgad õitsemisperioodil olid lähedased, ja ka *Fusarium*-nakkus oli sarnane. Koristusperioodi-eelselt 2008.a. oli sademeid *ca* 3 korda enam, millele vastavalt suurenes ka hallitusseente arvukus nisus *ca* 2 korda, kuid mitte odras. See viitab hallitusseente arvukuse sõltuvusele ka muudest teguritest, millest sademete hulk ja jaotus on vaid üks paljudest. Aastate 2004, 2005 ja 2006 sademete ja vilja nakatatuse andmete vastandamine kinnitab sama järeldust. Eesti teraviljas sageli esinevad *Alternaria* ja *Fusarium* liigid on kirjanduse andmetel antagonistid. Nii märgivad Broggi *et al*. (2007), et Argentiinas värskelt koristatud nisus, kus esines ülekaalukalt (relatiivse tiheduse ja isoleerimise sageduse alusel) *Alternaria alternata, Fusarium* liigid (*F. graminearum, F. poae, F. proliferatum, F. semitectum, F. verticillioides*) esinesid harva. Gonzales *et al*. (1998) uurisid Argentiina kõvanisus *F. graminearum* ja *A. alternata* esinemise suhteid ja *Fusarium*-toksiini DON sisaldust. *F. graminearum* suhtelise tiheduse ja DON sisalduse vahel terades oli positiivne korrelatsioon, seevastu *A. alternata* suhtelise tiheduse ja DON sisalduse vahel terades aga negatiivne korrelatsioon, mis viitab nende kahe hallitusseene antagonistlikele suhetele. Kuna hallitusseente arvukusele põllul mõjub palju erinevaid tegureid kompleksselt, ei ole üksikute tegurite mõju alati võimalik eraldi välja tuua.

Tabel 3. Vilja hallitusseente ja *Fusarium*-seentega nakatatus (ühikut 1g kuivas viljas) aastatel 2004–2006. Sademete hulk mm õitsemisperioodil (juulis) ja koristusperioodil (august–koristamiseni)
Table 3. *Contamination of grain samples with Fusarium spp. and other moulds (cfu in one gram of dried seeds) in 2004–2006. The amounts of precipitation in July and during period of harvestng (August – up to harvesting)*

Kultuur / *Crop*	2004		2005		2006	
	Sademed / *Precipitation,* mm		Sademed / *Precipitation*, mm		Sademed / *Precipitation,* mm	
	Juuli / *July*	Koristusperiood /*Harvest period*	Juuli / *July*	Koristusperiood /*Harvest period*	Juuli / *July*	Koristusperiood /*Harvest period*
Suvinisu / *Spring wheat*	259	59	82	136	15	20
Oder / *Barley*	259	59	82	136	15	65
	1g kuivas viljas / *dried seeds*		1g kuivas viljas / *dried seeds*		1g kuivas viljas / *dried seeds*	
	Fusa-Rium spp.	Hallitusseened / *Moulds*	*Fusa-rium* spp.	Hallitusseened / *Moulds*	*Fusa-rium* spp.	Hallitusseened / *Moulds*
Suvinisu / *Spring wheat*	$2x10^2$ – $2x10^3$	$2–3x10^4$	$1–2x\ 10^2$	$5–9x10^3$	$1–5\ x10^3$	$3x10^3$ –$6x10^4$
Oder / *Barley*	–	–	$5–10\ x10^2$	$1–3x10^5$	$4x10^2$	$5x10^4$

Tabel 4. Vilja hallitusseente ja *Fusarium*-seentega nakatatus (ühikut 1g kuivas viljas) aastatel 2007 ja 2008. Sademete hulk mm õitsemisperioodil (juulis) ja koristusperioodil (august- koristamiseni).
Table 4. *Contamination of grain samples with Fusarium spp. and other moulds (cfu in one gram of dried seeds) in 2007 and 2008. The amounts of precipitation in July and during period of harvestng (August – up to harvesting)*

Kultuur / *Crop*	2007		2008	
	Sademed / *Precipitation, mm*		Sademed / *Precipitation, mm*	
	Juuli / *July*	Koristusperiood /*Harvest period*	Juuli / *July*	Koristusperiood /*Harvest period*
Suvinisu / *Spring wheat*	42	75	53	203
Oder / *Barley*	42	107	53	203
	1 g / kuivas viljas / dried seeds		1 g / kuivas viljas / dried seeds	
	Fusarium spp.	Hallitusseened / *Moulds*	*Fusarium* spp.	Hallitusseened / *Moulds*
Suvinisu / *Spring wheat*	$1–1{,}5x10^3$	$3–4x10^4$	$2–3x10^3$	$7–8x10^4$
Oder / *Barley*	$5x10^3$ –$1x10^4$	$3–6x10^5$	$3x10^4$	$1x10^5$

Hallitusseentega, eelkõige *Fusarium*–seentega nakatumisel peetakse oluliseks sademete kõrval ka temperatuuritingimusi. Punakaste tekitajateks viljapeadel ja terade nakatamisel on meie tingimustes eelkõige *F. sporotrichiella, F. sporotichiellea var. poae, F. culmorum* ja *F. avenaceum,* millele võivad lisanduda veel teised liigid. *F. graminearum* esinemist punakaste tekitajana pole meil tuvastatud. Nimetatud liikidel on nisu nakatamiseks õitsemise perioodil optimaalne temperatuur üle 15 ^{0}C ja niiske perioodi vajadus vähemalt 15 tundi. Näiteks oli Ukrainas, Moldaavias ja Krasnodari krais punakaste kõige tugevamini nisu nakatanud ja suuremaid saagikadusid põhjustanud piirkondades, kus õitsemisest koristamiseni sademete hulk ületas paljuaastast keskmist 2–4 korda, ööpäeva keskmine õhuniiskus oli üle 71% ja ööpäeva keskmine temperatuur üle 15^{0}C (Buhar, 1980). Saksamaa LV teadlased Tishner ja Doleschel (2003) on oma uurimustega jõudnud järeldusele, et punakaste esinemisel on positiivne korrelatsioon mükotoksiinide tekkimisega viljas. Punakastesse nakatumine sõltus talinisul eelkõige virulentse infektsioonilise materjali (jäätmed, nakatunud muld) olemasolust, sademetest ja temperatuurist perioodil lipulehest kuni õitsemise lõpuni. Nakkuse levikuks oli vaja perioodil lipulehest kuni õitsemise alguseni vähemalt 1 kord sademeid üle 4 mm, sooja vähemalt 15–18^{0}C. Järgnevalt pähikute nakatamiseks oli vajalik kuni õitsemise lõpuni vähemalt 2 päeva jooksul sademeid üle 2 mm temperatuuril üle 17^{0}C. Sama toimega on ka rohkem kui 5 päeva kestvad vihmad või püsiv niiskus lehtedel. Seega võib viljas mükotoksiinide tekkimine aset leida juba põllul, kui selleks vajalikud eeldused on olemas. Kui vihmane ilm õitsemise ajal soodustab pähikute *Fusarium´*idega nakatumist, siis koristamisega hilinemine suurendab just vilja nakatumist mikroseentega perekondadest *Cladosporium, Alternaria, Mucor*, millised

annavad viljale tumeda värvuse ehk tekitavad nn nõgihallitust.

Koristusjärgse käitlemise mõju hallitusseente arengule viljas. Koristamisjärgne käitlemine on väga oluline vilja ohutuse seisukohalt. Vilja kiire eelpuhastamine vabastamaks seda umbrohuseemnetest ja prahist, mis on viljast tunduvalt suurema niiskusega, ja vilja kohene kuivatamine aitavad vältida seal hallitusseente arengut, selle isekuumenemist ja toksiinide tekkimist. Hallitusseentega on saastatud ka vilja hulgas esinevad koristusjäätmed – libled, ohted, pähikute ja kõrte tükikesed. Mida kiiremini vili puhastatakse ja kuivatatakse, seda väiksem on oht viljas hallitusseente arenguks ja toksiinide tekkeks. Kui meie katsetes koristatud vilja (2006 a. saak) niiskussisaldus oli 15,4%, siis viljas sisalduvate umbrohuseemnete niiskussisaldus oli vaatamata soodsatele koristustingimustele 71,8%. 24 tunni pärast oli proovis terade niiskus tõusnud juba 5% võrra ja vilja riknemise oht oli reaalne. Seega umbrohuseemned kujutavad endast koristatud viljas tõsist ohtu ja võivad käivitada vilja riknemise ahelreaktsiooni.

Hallitusseente võimalik areng ladustatud viljas. Tavaliselt nn "põlluseened" *Fusarium, Alternaria, Macrosporium, Cladosporium, Helminthosporium* vajavad oma arenguks substraadi suuremat niiskust – 20–21%, osa hallitusseentest nn "laoseened" *Aspergillus, Penicillium* lepivad madalama substraadi niiskusega – 13–18%. Toksiinide produtseerimist võivad laos *Aspergillus, Penicillium, Alternaria* liigid alata juba vilja niiskusel 13–16%, produktsiooni maksimum on niiskusel 20–25%. Olenedes liigist on selleks vajalik temperatuur 0–30^{0}C (Bullerman *et al*., 1984). Enamuse *Fusarium*-toksiinide tootmiseks vajalik temperatuur on 22–27 ^{0}C, välja arvatud T-2, mille temperatuur on 2–12^{0}C ja zearalenoon, mis vajab 12–15^{0}C. Lisaks temperatuurile ja niiskusele kui kõige olulisematele faktoritele on toksiinide produtseerimiseks olulised ka muud tegurid nagu toksigeensete mikroseente, bakterite ja konkureeriva mikrofloora arvukus, keskkonna reaktsioon, CO_2 ja O_2 suhe, terade vigastatus, putukate, lestade, näriliste esinemine jne. Putukad ja lestad võivad luua massiliselt paljunedes viljas niiskemaid koldeid, milles algab hallitusseente areng ja toksiinide tekkimine. Näriliste elutegevus võib samuti koldeliselt suurendada vilja niiskumist ja reostada seda väljaheidetega, mis on samuti soodne pinnas hallitusseente arenguks. Vigastatud terad on aga heaks toiduallikaks kõigile mikroorganismidele. Mükotoksiinide teket mõjutavaid faktoreid on palju, ja kõiki arvatavasti ei tuntagi. Igatahes üksikute faktorite esinemine ei põhjusta veel alati mükotoksiinide teket, küll on aga suurem võimalus selleks paljude faktorite koosesinemisel. Lähtudes hallitusseente arenguks vajalikest substraadi niiskuse ja temperatuuritingimustest, peaks kriitiliselt suhtuma senistesse vilja säilitamise eeskirjadesse, mille kohaselt vilja säilitamisel temperatuuril 18–25^{0}C on kriitiliseks niiskuseks 14,0–14,5% (Maasik, 1999). Ilmselt oleks õigem kriitiliseks lugeda madalamat niiskust. Kindlasti oleneb see ka vilja hallitusseentega nakatatuse tasemest ja liigilisest koosseisust. Näiteks Vene autorid (Jevsejeva, 1992) peavad *F. graminearum´*iga nakatatud vilja kuivatamisel nõutavaks niiskuse viimist 12–13%-ni, mis väldib selle seene edasise arengu ladustatud viljas. Arvatakse, et vilja niiskusel 10–13% toksikoloogilisi probleeme enam ei teki.

Mükotoksiinide kahjulikud mõjud. Kuna mükotoksiinid on värvitud, maitsetud ja lõhnatud, siis on nad viljas ja sellest valmistatud söötades ja toidus eriti ohtlikud. Pealegi on nad vastupidavad keemilisele ja termilisele töötlemisel ning kestvale säilitamisele. Nii näiteks ei lagune deoksünivalenool isegi 12^{0}C juures, osaliselt laguneb alles 210^{0}C juures (Bischoff, 1998). Fermenteerimisel õlle valmistamise protsessis ohratoksiin laguneb vaid vähe, deoksünivalenool, zearalenoon ja aflatoksiin on aga veelgi vastupidavamad ja satuvad toksilise vilja puhul õllesse. Teraviljas, eriti maisis, sageli esinevaid fumonisiine peetakse suhtelielt termostabiilseteks ega teata ka teisi efektiivseid meetodeid nende detoksikatsiooniks (Lawlor, Lynch, 2001). Ka loomade organismis lagunevad mükotoksiinid vähe ja lähevad üle toodangusse (piim, liha, või, juust, munad) ohustades tarbijate tervist. Mükotoksiinidega saastatud toidu ja söötade kasutamisel tekivad inimestel ja loomadel mitmesugused tervisehäired, eelkõige väheneb haigustele vastupidavus immuunsüsteemi kahjustumise tõttu. Loomadel väheneb söögiisu, langeb söödakasutuse efektiivsus, kaaluiive, järglaste arvukus, tekivad abordid, viljatus või isegi loomade lõppemine. Inimestel tekivad seede-ja närvihäired, iiveldus, oksendamine, nõrkus, peavalu, südamehäired, vereloome, neerude ja maksa kahjustused ja muud, halvimal juhu ka surm (Bilai, Pidoplitško, 1970; Prelusky *et al*, 1994; D´Mello, Macdonald, 1997; D´Mello *et al*, 1997). Tuntud on inimestel "purjus leiva haigus" ja hobustel "hullu hobuse haigus", mis viitavad närvisüsteemi kahjustustele.

Peamised teraviljades esineda võivad mükotoksiinid on järgmiste seeneperekondade tekitatud: *Penicillium* – ohratoksiin, *Aspergillus* – aflatoksiin, *Fusarium* – deoksünivalenoon, zearalenoon, nivalenool, diatsetoksüstsirpenool, T-2 ja HT-2, moniliformiin ja uuemal ajal leitud boveritsiin ja enniatiinid (Jestoi, 2006). Üle 300 toksiini arvatakse olevat imetajatele toksilised.

Mükotoksiinid Eesti teraviljas. Arvestades, et toksiine ei teki viljas alati, tekib küsimus, kuivõrd saastatud või toksiinidest vaba on Eestis toodetud teravili. Meie uuringutel katsetest ja tootmispõldudelt kogutud viljaproovide üldtoksilisus (määratud kingloomal *Paramaecium caudatum*) kas puudus või oli tavaliselt nõrk. Nõrgalt toksilisi oli alla 10% proovidest (aastal 2007 – 25% proovidest), erandina sademeterikkama 2008 aasta proovidest osutus toksiliseks umbes 25%. Toksilisemad olid osa kaera proovidest. Mikrobioloogilise analüüsi tulemuste ja eelnimetatud biotesti abil eelselekteeritud proovidest määrati mükotoksiinid ohratoksiin ja zearalenoon Põllumajandusuuringute Keskuses ning deoksünivalenool, T-2 ja HT-2 Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudis. 2006. ja 2007. aasta proovidest leiti T-2 ja HT-2 toksiine Eestis toodetud teraviljast esmakordselt, põhiliselt kaerast ja odrast, vähem nisust, kokku vastavalt 41 ja 66% proovidest (tabel 5). DON esines koos nimetatud toksiinidega sa-

mades proovides. Seejuures üksikute toksiinide kogused olid tavaliselt lubatud piirmääradest väiksemad, kuid erinevate toksiinide koosesinemine suurendab toksilisust tekkiva sünergeetilise efekti tõttu oluliselt (Doko *et al*., 1996; Lawlor, Lynch, 2001). Teisi uuritud toksiine (ohratoksiin, ZON) 2006. ja 2007 a. proovides ei tuvastatud., mis veel ei välista nende esinemist Eesti teraviljas.

Tabel 5. Mükotoksiinide esinemine aastate 2006 ja 2007 teraviljasaagi eelselekteeritud proovides
Table 5. *Mycotoxins occurrence in grain samples in 2006 and 2007*

Teravili / *Crop*	2006					2007					
	Proove, tk / *Samples, no*	Mükotoksiine sisaldavaid proove, tk / *Contaminated samples, no*				Proove, tk / *Samples, no*	Mükotoksiine sisaldavaid proove, tk / *Contaminated samples, no*				
		Ohratoksiin	ZEN	HT-2	T-2		Ohratoksiin	ZEN	HT-2	T-2	DON
Oder / *Barley*	10	0	0	2	2	16	0	0	14	12	0
Nisu / *Wheat*	4	0	0	0	0	19	0	0	4	3	2
Kaer / *Oats*	8	0	0	7	7	6	0	0	3	4	0
Rukis / *Rye*	–	–	–	–	–	2	0	0	1	1	1
Kokku / Total	22	0	0	9	9	59	0	0	22	20	3
Mükotoksiinidega saastatud, *Contaminated*, %		0	0	41	41		0	0	37	34	5
Mükotoksiinidest saastamata proove / *not contaminated*, 13 tk=59%						Mükotoksiinidest saastamata proove / *not contaminated*, 20 tk=34%					

Põllumajandusuuringute Keskuse korraldatud pikaaegse mükotoksiinide monitooringu põhjal võibki väita, et ka teisi toksiine Eesti päritolu viljas esineb mõnel aastal sageli. Aastatel 1998–2002 analüüsitud Eesti ja välismaist päritolu toiduviljas ja saadustes leiti mükotoksiine 7,4–42,9% ja söödaviljas, segudes ja kliides 36,4–90,9% proovides. Toiduvilja proovidest oli Eesti päritolu 46–85% ja söödaviljast 34–88%. Aastate 2003–2005 proovidel oli mükotoksiinidega saastatus pisut vähenenud – vastavalt toiduviljal 6,9–11,6% ja söödaviljal 5,1–22,2% proovidest. Monitooritud toiduviljast oli Eesti päritoluga 9–44% ja söödaviljast 32–62%. Põhiliselt esinesid ohratoksiin, zearalenoon, vähem aflatoksiin ja deoksünivalenoon. Kuigi leitud kogused ei ületanud lubatud piirnorme, esines ka proove, kus esinesid koos mitu erinevat mükotoksiini.

Mükotoksiinide riski vähendamine. PMK monitooringu ja meie katseandmete põhjal võib väita, et mükotoksiinide esinemise risk on suurem teravilja käitlemise ja töötlemise saadustes – praaktera, jäätmed, kliid, milles võib mükotoksiinide sisaldus olla kordi kõrgem kui täidlastes terades. Seetõttu saab mükotoksiinide sisaldust viljas vähendada purunenud, kõlujate ja peenterade väljasõelumisega, sorteerimise ja tuulamisega. Koorimine, eriti kaeral, vähendab oluliselt mükotoksiinide sisaldust viljas. Näiteks kesta eemaldamine nisu jahvatamisel vähendas ohratoksiin A sisaldust 40% (Scudamore, 2005). Täisterajahu, millesse on kest sisse jahvatatud, võib tarbijale olla ohtlikum kui kooritud viljast valmistatud jahu. Ohtlik on viljas ka tolm, mis sisaldab toksilisi hallitusseente eoseid ja seeneniidistiku tükikesi, mida on küll võimalik eraldada tuulamisega. Selline tolm tekitab sissehingamisel allergiat või muid tervisehäireid.

Hallitusseente esinemise ohtu viljas võib vähendada juba mõningate agrotehniliste abinõudega nagu õige külvisenorm, optimaalne taimede tihedus pinnaühikul, lamandumise vältimine, tasakaalustatud väetamine, herbitsiidide, retardantide ja fungitsiidide kasutamine. Võimalikult varased külvid puhitud seemnega ja lühema kasvuajaga sortide kasutamine võimaldavad ka varasemat koristust ajal, kui sademed pole veel jõudnud vilja kvaliteeti rikkuda ja hallitusseente intensiivne paljunemine koristamata viljal pole veel alanud. Kombaini hästi reguleeritud peksuseadmed väldivad terade vigastamise, piisava kombainipargi ja kuivatite võimsuse korral on võimalik vili kuivatada kiiresti ja ettevalmistatud ladude korral ka säilitada, ilma et tekiks viljas hallitusseente arengut, mükotoksiinide teket ja vilja riknemist. Herbitsiidide kasutamisel paranevad teraviljade toitumistingimused ja mikrokliima taimikus muutub hallitusseente arenguks vähem soodsaks. Kui vili on enne koristamist lamandunud 6 nädalat või enam, on selles mükotoksiinide tekkimine väga tõenäoline. Hallitusseente arengu takistamiseks ja mükotoksiinide tekkimise

vältimiseks põllutingimustes on maailmas katsetatud laialdaselt mitmesuguseid fungitsiide (Mesterhazy, Bartok, 1996; Oldenburg, Weinert, Wolf, 2000: Tischner, 2004). Selle uurimissuuna arendamine on vajalik ka Eestis.

Kokkuvõte ja järeldused. Teostatud uurimiste tulemusena on selgunud, et hallitusseente liiga suure sisalduse tõttu ei vasta Eesti teraviljast mikrobioloogilise kvaliteedi nõuetele ca üks kolmandik toiduviljast ja veerand osa söödaviljast. Sagedamini esinevad viljas hallitusseened perekondadest *Alternaria, Fusarium, Penicillium, Cladosporium, Mucor* ja *Rhizopus*. Valdavalt on nad esindatud nõrgalt kuni keskmiselt toksiliste isolaatidega (tüvedega), samuti on teraviljaproovide üldtoksilisus enamasti nõrk, kaeral suurem kui teistel liikidel. 2006. a. saagi eelselekteeritud proovidest sisaldasid mükotoksiine 41%, 2007.a. saagist vastavalt 66%. Meie teraviljas esinesid sagedamini T-2, HT-2 toksiinid, harvem DON, aflatoksiin ja ohratoksiin. Toksiinide sisaldused tavaliselt ei ületanud EL lubatud piirnorme, kuid ohtu suurendab erinevate toksiinide koosesinemisel võimalik sünergeetiline efekt.

Saadud tulemused kinnitavad vajadust pöörata suuremat tähelepanu hallitusseente ja nende toodetavate mükotoksiinide esinemise vähendamisele teraviljakasvatuses ja vastava teadusliku uurimistöö süvendamisele.

Tänuavaldused / *Acknowledgements*

Uurimus on läbi viidud ETF grandi nr. 6154 ja Põllumajandusministeeriumi rahalisel toel. The study was financed by grant no. 6154 of Estonian Science Foundation and by financial support of Ministry of Agriculture.

Kasutatud kirjandus / *References*

Baumgart, J., Firnhaber, J. 1993. Mikrobiologische Untersuchungen von Lebensmitteln. Behr`s Verlag, Hamburg, 425.

Bilai, V.I., Pidoplitško, N. M. 1970. Toksinoobrazujustsije mikroskopitseskije gribõ i võzõvajemõje imi zabolevanija tšeloveka i životnõh. Naukova Dumka, Kijev (vene k).

Bilai, V. I. 1977. Fusarii. Naukova Dumka, Kijev (vene k).

Bilai, V. I., Gvozdjak, R. I., Skripall, I. G., Krajev, V. G., Ellanskaja, I. A., Zirka, T. I., Muras, V. I. 1988. Mikroorganizmõ–vozbuditeli boleznei rastenii. Spravotšnik. Naukova Dumka, Kijev (vene k).

Broggi, L. E., Gonzalez, H. H. L., Resnik, S. L., Pacin, A. 2007. *Alternaria alternata* prevalence in cereal and soyabean seeds from Entre Rios, Argentina. – *Rev Iberoam Micol*, 24, 47–51.

Buhar, B. I. 1980. Fusarium graminearum Schwabe – vozbuditel fuzarioza kolosjev i zerna ozimoi pšenitsõ v uslovijah tsentralnoi zonõ Moldavii. Avtoref. kand. biol. nauk. Moskva. 22 s. (vene k.).

Bullerman, L. B., Schroeder, L. L., Park, K.-Y. 1984. Formation and control of mycotoxins in food. – J. Food Prot., 47*,* 637–646.

D´Mello, J. P. F. and Macdonald, A. M. C., 1997. Mycotoxins.– Anim. Feed Sci. Technol. 69, pp. 155–166

D´Mello, J. P. F., Porter, J. K., Macdonald, A. M. C., Placinta, C. M. 1997. Fusarium mycotoxins. In: D´Mello, J. P. F. – Hanbook of Plant and Fungal Toxicants. CRC Press, Boca Raton, FL, 287–301.

Doko, M. B., Canet, C., Brown, N., Sydenham, E. W., Mpuchane, S., Siame, B. A. 1996. Natural co-occurrence of fumonisins and zearalenone in cereals and cerealbased foods from eastern and southern Africa. – J. Agric. Food Chem. 44, 3240–3243.

Eesti standard EVS-EN ISO 6887–1:2001 (Preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination). Eesti Standardiamet (eesti k).

Gonzalez, H. H. L., Martinez, E. J., Pacin, A., Resnik, S. L. 1999. Relationship between *Fusarium graminearum* and Alternaria alternata contamination and deoxynivalenol occurrence on Argentinian durum wheat. – Mycopathologia, 144, (2, November).

Jestoi, M. 2006. Emerging *Fusarium*-mycotoxins in Finland. Academic dissertation. –University of Turku. National Veterinary and Food Research Institute. Julkaisuja-Publications, 01, 2005.

Jevsejeva, R. P. 1992. Opasnost možno predotvratit. *Zastsita rastenii*, 11, 12–13 (vene k).

Lawlor, P. G. and Lynch, B. 2001. Mycotoxins in pig feeds 2: clinical aspects. – Irish veterinary Journal, 54 (4), 172–176.

Lõiveke, H., Laitamm, H., Sarand, R.-J. 2003. Fusarium fungi as potential toxicants on cereals and grain feed grown in Estonia during 1973–2001. – Agronomy Research, 1(2), 185–196.

Lõiveke, H., Ilumäe, E. and Laitamm, H. 2004. Microfungi in grain and grain feeds and their potential toxicity. – Agronomy Research, 2(2), 195–205.

Lõiveke, H. 2006. Incidence of *Fusarium* spp. on several field crops in Estonia and their toxicity towards *Bacillus stearothermophilus*.

Lõiveke, H. 2008. *Teraviljade fusarioosid Eestis*. Eesti Maaviljeluse Instituut. Saku. 77 lk.

Maasik, E. 1999. Elevaatori- ja laomajandus. –Teraviljakasvatuse käsiraamat (koost. Older, H.), Saku. 297–313.

Mesterhazy, A., Bartok, T. 1996. Control of Fusarium blight of wheat by fungicides and its effect on the contamination of grains. Pflanzenschutz-Nachr. Bayer 49, 187–206.

Miller, J. D., Trenholm, H. I. 1997. Mycotoxins in Grain. Compounds Other Than Aflatoxin. Eagan Press, St. Paul, Minnesota.

Oldenburg, E., Weinert, J., Wolf, G. H. 2000. Einfluss von Fungiziden auf den Mykotoxin-Gehalt von Weizen. Bericht des Instituts für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft. Jahresbericht 2000. 22 S.

Prelusky, D. B., Rotter, B. A. & Rotter, R. G. 1994. Toxicology of mycotoxins. In: J. D. Miller and H. L. Trenholm (eds). Mycotoxins in Grain: Compounds Other than Aflatoxin, St. Paul: Eagan Press, 359–403.

Raper, B. K., Fennell, I. D., Austwick, P. K. C. 1965. The Genus *Asprgillus*. The Williams & Wilkins Company, Baltimore.

Raper, B. K., Thom, C., Fennell, I. D. 1949. A Manual of the *Penicillia*. The Williams & Wilkins Company, Baltimore.

Schmidt-Lorenz, W. 1980. Sammlung von Vorschriften zur mikrobiologischen Untersuchung von Lebensmitteln. Produktgruppe 27. Futtergrundstoffe und Mischfutter. Weinheim.

Scudamore, K. A. 2005. Mycotoxins And Their Management In The Food Chain.– *European Mycotoxin Seminar Series Evaluating the Impact of Mycotoxins in Europe,* 73–95.

Tischner, H. 2004. Fungizid-Pack im Angebot. *DLZ.* 1, 34–39.

Watson, D. H., Lindsay, D. G. 1982. A Critical Review of Biological Methods for the Detection of Fungal Toxins in Food and Foodstuff. – Journal of Science of Food and Agriculture, 35, 59–67.

Microbiology and safety of grain

H. Lõiveke, E. Ilumäe, E. Akk

Estonian University of Life Sciences

Summary

The present paper provides an overview of results obtained through research in cereal microbiology and toxicology in Estonian Research Institute of Agriculture during 1973–1981, 1993–1994, 2002–2008. In addition to the pathogens causing typical growth period diseases (*Helminthosporium, Pyrenophora, Drechslera, Leptosphaeria, Mycosphaerella, Tilletia, Ustilago* spp) in Estonian grain do also occur so called mould fungi which play a significant role in formation of microbiological quality and toxicological indicators (safety) of grain. Due to too high content of mould fungi about a one third of Estonian grain does not accord to the demands prescribed to food and a quarter to fodder material. More often the mould fungi from genera *Alternaria, Fusarium, Cladosporium, Penicillium, Mucor* and *Rhizopus* were identified on the grains., less abundant were *Aspergillus* and *Verticillium.* In spoilt grain also *Acremonium, Geotrichum, Chaetomium, Gliocladium, Trichothecium, Stachybotrys* et al were observed. About a half of identified 58 fungal species were potential toxicants. Toxicity of isolates toward *Bacillus stearothermophilus* was different by species: *Fusarium* 0–10 mm, other mould fungi 0–7 mm. More toxic were *Aspergillus oryzae, Geotrichum candidum, Penicillium* sp – toxicity indicator 5–7mm, *Trichothecium roseum* 7–10 mm, *Rhizopus nigricans, Aspergillus terreus, Acremonium* sp. 9–10 mm, *Penicillium oryzae, P. cyclopium* 8–18 mm. The last ones did occur in spoilt grain. The growth repression zone of more toxic isolates of *Fusarium* -fungi of species *F. sporotrichiella var poae, F. moniliforme, F. culmorum* and *F. sambucinum* was 6–10 mm. Prevalent part of the *Fusarium*-flora on seeds had low to moderate toxicity, very toxic isolates did constitute less than 10%. Toxic Fusarium species were found in 50–60% of samples. Most of the isolates of other mould fungi had also a low to moderate toxicity. In biotesting of grain samples with *Paramaecium caudatum* mostly less than 10% of samples proved to be mildly toxic, as an exception about 25% of samples from precipitation-rich year of 2008 turned out to be mildly toxic. After a more rainy growth period also the number of mould fungi on grains was higher. Crop weediness caused an increase of number of mould fungi in harvested grain and to avoid it the harvested grain has to be quickly cleaned and dried.

Hindering of mould fungi development in storaged grain is discussed. In Estonian grain mostly the *Fusarium*-toxins HT-2, T-2, DON and ZEN were identified, of other mould fungi toxins ochratoxin, not so often aflatoxin. Of samples collected in 2006 and 2007 the mycotoxin-free samples constituted accordingly 59% and 34%. According to data obtained by Agricultural Research Center in 2003–2005 about 88–93% of food grain samples and 78–95% of fodder grain samples were clean from mycotoxins. Content of individual toxins did not exceed EU max. allowed levels but the synergism caused by co-occurrence of several toxins may significantly rise the grain toxicity. Probable harmful influence of mycotoxins to animal husbandry and measures diminishing the risk of mycotoxins are discussed.

VASCULAR ENDOTHELIAL GROWTH FACTOR, NERVE GROWTH FACTOR RECEPTOR p75, PROTEIN GENE PRODUCT 9.5, TUMOR NECROSIS FACTOR–α AND APOPTOSIS IN THE COW ENDOMETRIUM IN POST PARTUM PERIOD

I. Sematovica[1], M. Pilmane[2], A. Jemeljanovs[1]

[1]*Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine „Sigra", Latvia University of Agriculture*
[2]*Institute of Anatomy and Anthropology, Riga Stradins University*

ABSTRACT. Vascular endothelial growth factor, nerve growth factor receptor p75, protein gene product 9.5, tumor necrosis factor-α and apoptosis in the cow endometrium in post partum period. *Biopsy samples from cows uterus were taken in winter 2004/2005 on the research and training farm "Vecauce". Histological investigations were performed at the Institute of Anatomy and Anthropology of Riga Stradins University. Nine cows were biopsied twice – in the first and fifth week after parturition. The aim of the work was to investigate vascular endothelial growth factor (VEGF), nerve growth factor receptors p75 (NGFR p75), protein gene product 9.5 (PGP 9.5), tumor necrosis factor α (TNF–α), and apoptosis in the cow endometrium in post partum period.*

The results showed a significant increase of VEGF, NGFR p75, TNF–α amount, and the number of apoptotic cells in the cow endometrium between the first and the fifth week after parturition ($p<0.05$). VEGF expression in the cow endometrium was found in the fifth week after parturition, mainly localized in blood vessels. A close positive correlation ($r=0.72$; $p<0.001$) was found between VEGF and TNF–α, as well as between VEGF and NGFR p75 ($r=0.64$; $p<0.05$) expression in the cow endometrium at that time of post partum period. NGFR p75 were localized in the nerves around endometrial glands, blood vessels and under epithelium. A mild positive correlation ($r=0.51$; $p<0.05$) was found between the expression of NGFR p75 and TNF–α in that period. The amount of TNF–α showed a mild positive correlation ($r=0.59$; $p<0.05$) with a number of apoptotic cells in the cow endometrium in post partum period, as well as a significant mild positive correlation ($r=0.59$; $p<0.05$) was found between the amount of apoptotic cells and expression of VEGF in the cow endometrium. PGP 9.5 was found in nerves of the walls of endometrial glands, under epithelium and in the walls of blood vessels. A mild positive correlation was found in the cow endometrium between PGP 9.5 and NGFR p75 expression from the first to the fifth week after parturition. In conclusion, the increase of NGFR p75, VEGF and TNF–α expression in the cow endometrium from the first up to the fifth week after parturition seems to correlate with the ischaemia of tissue increased by inflammatory action. The latter also seems to stimulate the apoptosis and proliferation of nerve fibres in the cow endometrium.

Keywords: *cow endometrium, post partum, vascular endothelial growth factor, nerve growth factor receptors p75, protein gene product 9.5, tumor necrosis factor–α*

Introduction

The optimum function of the reproductive system is essential for maximum productivity in dairy cows, because lactating occurs only after successful insemination, fertilization and gestation period. Remarkable morphological and physiological changes occur in the uterus tissue, blood vessels, and nerves during the reproductive cycle and gestation (Hickey, Fraser, 2003; Zoubina *et al*., 1998). All the time new methods and approaches are used for investigation of cow uterus morphology and physiology in post partum period.

Vascular endothelial growth factor (VEGF) is an important signalprotein, cytokine that is involved in the formation of embryonic, as well as in adult organism angiogenesis from the existing vascular tissues (Wei *et al*., 2004; Wang *et al*., 2003, Halder *et al*., 2000; Guidi *et al*., 1998). VEGF is a heparin binding protein, and it has many isoforms in the organism (Ribeiro *et al*., 2006; Halder *et al*., 2000). VEGF producers are mast cells, which produce also neutrophile and eosinophile haemotactic factors, as well as fibroblast growth factor. Activity of VEGF is mainly tended to the endothelial cells of blood vessels, and its influence on other types of cells like monocyte/macrophage stimulation is established. There is observed ability of VEGF to stimulate mitogenesis of endothelial cells, and migration of cells. It also enhances the microvascular permeability *in vitro* that is why VEGF is sometimes referred to as a vascular permeability factor (Halder *et al*., 2000).

Structurally VEGF belongs to a cysteine group containing growth factors like platelet–derived growth factor (PDGF) family. All VEGF members act on the surfaces of cells through two tyrosine kinase family receptors: VEGFR1 – tyrosine kinase (Flt-1) and VEGFR2 – kinase-insert domain-containing receptor (KDR/Flk-1) (Halder *et al*., 2000). VEGF production can be induced in the cells which have not received enough oxygen, and then these cells produce transcription factor, namely ~ hypoxia inducible factor (HIF). Among other functions (modulating of erythropoesis)

HIF stimulates VEGF production (Ankoma–Sey *et al*., 2000). VEGF is a potent angiogenetic factor implicated in many pathological processes. It is increasingly released after TNF–α irritation, and it is a response to inflammatory processes in tissue (Scott *et al*., 1998). It is proved that VEGF expression, localisation and intensity in endometrium depend on the phase of reproductive cycle in woman and the cow (Wijayagunawardane *et al*., 2005; Wei *et al*., 2004; Zhang *et al*., 1998). However, action of the VEGF in proliferation processes in endometrium and pathological process, for example adenomyoma, is not comprehended yet (Ota, Tanaka, 2003).

Peptides of the nerve growth factors (NGF) provide maintenance, survival and differentiation of the neurons in tissue. They prevent a retrograde degeneration of neurons and apoptotic processes in the damaged cholinergic neurons (Wilcox *et al*., 2004). NGF is implicated in neuroimmune reactions and inflammatory processes, as well as it is mentioned as one of the inductive factors in apoptotic processes (Vaidyanathan *et al*., 1998). NGF belongs to the family of neurotrophic factors, that connects to a low affinity nerve growth factor receptors (LNGFR), named also p75 neurotrophic receptor. Another known NGF receptor group is high affinity receptors, named also tirosinkinase A (Track–A). Proteins of both of these groups stimulate alimentation, survival and differentiation of the neurons (Wilcox *et al*., 2004; Davidson *et al*., 2003). An increased count of the histamine containing mast cells was established in inflammatory processes in the skin, as well as enhanced expression of NGFR (Liang *et al.*, 1998). Coexpression of NGF together with the molecules involved in angiogenetic processes, and protein tirosinkinase A (p-TrkA) expression in endothelial cells indicates to their proangiogenetic role in case of formation of ovarian cancer. In their turn p-85 polymerase of polyadenozin-di-phosphate-ribose (p85–PARP), like a marker of apoptosis, and p-TrkA expression in cytoplasm (probably representation of non-glycolisated receptors) determine a favourable outcome, while activation of p-TrkA correlates with an ill-affected prognosis in case of a progressive stage of serous carcinoma (Davidson *et al*., 2003).

Programmed cells death (PCD) is genetically determined, biochemically specific kind of cells death, that starts with specific signals and activation of nonlysosomal endogen endonucleases resulting in defragmentation of the cell DNS, thereby releasing an organism from olden, needless and damaged cells (Goyeneche, Telleria, 2005).

Protein gene product 9.5 constitutes 1–5% of the total soluble proteins in the vertebrate neurons and neuroendocrine cells (Piccinini *et al*., 1996). There were observed alteration of the nerve fibres displaying PGP 9.5 dependency on different biological processes in the uterus tissue (Tingaker *et al*., 2006).

Only a few investigations related to the cow uterus morphology were performed in Latvia (Антане, 1990; Емельянова, 1974). Not sufficient awareness still persists concerning endometrium changes, distribution of growth stimulating factors and apoptosis in the cow endometrium in post partum period.

The objective of the present study was to investigate vascular endothelial growth factor, nerve growth factor receptors p75, protein gene product 9.5, tumor necrosis factor α, and apoptosis in the cow endometrium in post partum period, as well as to find out interactions of the mentioned substances, receptors and processes.

Materials and methods

Biopsy samples from cows uterus were taken in winter 2004/2005 on the research and training farm "Vecauce", with original biopsy instrument (Denmark, „*Kruuse"*, kat. nr: 141700k).

Biopsy samples were taken from previosly gravid uterus corn, in which a calve was located, from ventrally side of the dorsal wall of the uterus, intercarruncular places. Each animal was prepared for the procedure of endometrium biopsy sampling by washing and disinfection (70^0 *spiritus aethylici*) of external part of genital organs. A catheter was inserted into the uterus through the vagina to remove the endometrium samples by gently grasp of tissue with forceps being careful not to crush it. Specimens were snipped free at the base. Endometrium samples were inserted in labelled containers with 10% formalin solution, pH 7.5 (Humason, 1967) and histological investigations were performed at the Institute of Anatomy and Anthropology of Riga Stradins University. Nine cows were biopsied twice – in the first and the fifth week of post partum period.

TUNEL method was used for detection of apoptosis in the cow endometrium in post partum period (Negoescu *et al*., 1998) and In Situ Cell Death Detection, POD., Roche Diagnostics and DAB substrate vector was used. Deparafinised tissue samples (xylol 2 x 4 min., 99^0 *spiritus aethylici* 2 x 2 min., 95^0 *spiritus aethylici* 2 x 2 min. and 70^0 *spiritus aethylici* 2 x 2 min.) were rinsed (with water 7–10 min.) and iserted in PBS (phosphat buffer) (pH7.5) for 10 min., then slides were inserted in 50 ml PBS solution with 500 ml of 30% hydrogen peroxide for 30 min. in vibrator, to blocate the endogen nucleasis. Then tissue samples were washed with PBS (3 x 5 min.), and inserted in 0.2 M boric acid (pH 7.0), and placed into microwave (700W) for 10 min.for fixation of antigen, cooled to room tempetarure, rinsed with PBS. After that the slides were kept in refrigerator in 0.1% BSA (bovine serum albumin) solution with PBS for 10 min., and then slides were incubated in TUNEL mix (Tdt – mix of T-end deoxynucleotidiltransferases and dioxygeninlabeled nucleotyds) for 1h at $+37^0$C . Then slides were rinsed with PBS 1:10, and then they were coloured 30 min. in $+37^0$C with POD (sheep antifluoriscence antibody with horseradish peroxydasis binded Fab fragment). Then the slides were washed with PBS and covered with DAB (diaminobenzidin hromogen) for 7 min., and rinsed with running water for 5 min.. Finally haematoxylin and eosin staining was performed for each endometrium sample, and

slides were processed with polystyrene and covered with a cover-slip.

Immunohistochemically detected substances: vascular endothelial growth factor (mouse monoclonal VEGF, clone VG1, code Nr. M 7273 working dilution 1:50, DakoCytomation, Denmark), nerve growth factor receptors p75 (mouse monoclonal NGFR p75, code Nr. M3507, working dilution 1:150, DakoCytomation, Denmark), protein gene product 9.5 (rabbit polyclonal PGP 9.5, code Nr.Z5116, working dilution 1:1600, DakoCytomation, Denmark), tumor necrosis factor alpha (rabbit polyclonal TNF-α, code Nr. Ab6671, working dilution, 1:100, Abcam, England; Hsu *et al*., 1981). All working dilutions were prepared in accordance with the instructions of producers from above mentioned reagents.

Sections were deparafinised in xylene, and kept in ethanol from 99.7% up to 100%, rinsed with PBS solution pH 7.4 (10 min.), and inserted 4% citrate buffer solution, and placed in microwave for 20 min. (microwaving in 4% hydrochloric acid buffersolution of natrium). After cooling and rinsing with PBS tissue samples were covered with 150 µl 3% hydrogen peroxide (10 min.). Rinsing with PBS and subjecting to primary antibody (30 µl) were carried out (exposition 2h), as well as LSAB + LINK (linked streptavidin antibody) (30 min.) and LSAB + KIT (streptavidin connected with enzyme peroxidase) for 25 min., and DAB for 10 min. Finally, hematoxilline staining was carried out (Aughey, Frye, 2001).

For the data statistical processing the following methods were used: Student's t-test, Wilkinson's test, and statistical correlation analyses (Arhipova, Bāliņa, 2003).

Results and discussion

The above mentioned biological substances, receptors and a number of apoptotic cells were observed in the cow endometrium in the first and the fifth week after parturition (table 1). VEGF expression in the cow endometrium was found only in the fifth week after parturition, it was localized in blood vessels and under epithelium. Post partum period is characterized by a tissue repairing processes in the uterus as a response to hypoxic stimuli during the wound healing. It is reported that then an enhanced production of angiogenic factors, such as VEGF take place (Ankoma–Sey *et al*., 2000). Moreover, in the first weeks after parturition resumption of ovarian cyclicity occurs, and VEGF dose-dependently stimulates the release of prostaglandin E2, prostaglandin F2α, and endothelin-1, and that correlates with ovarian function (Wijayagunawardane *et al*., 2005). A close statistically significant positive correlation ($r=0.72$; $p<0.001$) was found between VEGF and TNF–α, as well as VEGF and NGFr p75 ($r=0.64$; $p<0.05$) expression in the cow endometrium at that time of post partum period.

NGFR p75 were localized around the endometrial glands, blood vessels, and under epithelium. The amount of them was more expressed in the fifth week in comparison with the first week after parturition ($p<0.05$). It can be explained by the ability of NGF to be involved in neuroimmune interactions, tissue inflammation, and repairing processes (Vaidyanathan *et al*., 1998).

A mild positive correlation ($r=0.51$; $p<0.05$) was found between the expression of NGFR p75 and TNF–α, as well as a significant mild correlation between NGFR p75 and the amount of PGP 9.5 ($r=0.49$; $p<0.05$) in the cow endometrium in that period. NGFR p75 is reported as one of the inducer of apoptosis (Vaidyanathan et al., 1998), but PGP 9.5 is a highly expressed component in vertebrate neuronal system (Piccinini *et al*., 1996), that indicates to the possible amount of neuropeptides in the neuronal structures of endometrium in the investigated cows. Possibly both these substances are connected, but it is difficult to make a decision which of them has a primary role in stimulation.

The amount of cells expressed TNF–α in the cow endometrium was increased significantly from the first to the fifth week after parturition ($p<0.001$). There was a mild positive correlation between the amount of TNF–α, and the ($r=0.59$; $p<0.05$) number of apoptotic cells in the cow endometrium in post partum period. That could be explained by the fact that TNF–α is a physiological factor inducing apoptosis (Goyeneche, Telleria, 2005).

PGP 9.5 was found under epithelium of the endometrium, around walls of blood vessels, and around walls of endometrial glands. A mild positive correlation was found between PGP 9.5 and NGFR p75 expression in the cow endometrium from the first to the fifth week after parturition. PGP 9.5 is a cytosolic protein belonging to the ubiquitin C-terminal hydrolyses subclass, high pronounced in the neuronal structures (Piccinini *et al*., 1996). That is why alterations of it may occur in case of interactions in different biological processes, also in endometrium. Remarkable changes of the uterus: size, structure of tissue, innervation, number of glands and blood vessels, as well as amount and activity of immuncompetent cells occur depending on the reproductive cycle and physiological condition (Tingaker *et al*., 2006) that could also change the expression of PGP 9.5.

A significant increase of apoptotic cell number was observed in the cow endometrium from the first to the fifth week after parturition ($p<0.05$), as well as a mild positive correlation between the number of apoptotic cells and TNF–α ($r=0.59$; $p<0.05$) at that time. An interesting finding was a significant mild correlation between the expression of VEGF and the number of apoptotic cells ($r=0.59$; $p<0.05$). Possibly it is connected with more intensive metabolic processes relevant to postischaemic vascularisation of the structure of uterus tissue when regenerates the endometrium in post partum period, and cyclicity of ovarian function occurs.

Table 1.Vascular endothelial growth factor (VEGF), nerve growth factor receptors p75 (NGFR), protein gene product 9.5 (PGP 9.5), tumor necrosis factor α (TNF–α) and apoptosis in the cow endometrium in 1st and 5th week after parturition

Sample	Week	VEGF	NGFR p75	PGP 9.5	TNF-a	Apoptosis; %
Tapa/F2	1	–	–	++	–	34.5±3.20
Tapa/1	5	–	++	+++	+	28.8±6.15
Esma/F3	1	–	–	+	–	25.1±3.15
Esma/7	5	–	–	+	+	63.2±1.50
Dakota/F4	1	–	++	++	–	……..
Dakota/3	5	+	++	+	+++	…….
Tērvete/F5	1	–	+	–	–	30.2±5.50
Tērvete/2	5	–	+	+	++	12.8±0.85
Vaida/F6	1	–	+	+	–	14.0±0.3
Vaida/6	5	–	–	+	+	62.5±7.8
Okence/F7	1	–	–	+	++	……..
Okence/8	5	+	++	+	+++	74.0±14.35
Elba/F8	1	–	+	+	+	……..
Elba/9	5	+	+++	++	+++	……..
Akāce/F9	1	–	–	+	++	……..
Akāce/5	5	+	+++	+	+	……..
Loda/F10	1	–	–	+	–	21.6±28.85
Loda/4	5	–	+++	+	++	23.9±4.00

Legends: VEGF – vascular endothelial growth factor; NGFR p75 – receptor p75 of nerve growth factors; PGP 9.5 – protein gene product 9.5; TNF–α – tumor necrosis factor-α ;
– – lack of cells containing VEGF, NGFR p75, PGP 9.5, TNF–α,
+ – small number of cells containing VEGF , NGFR p75, PGP 9.5, TNF–α,
++ – moderate number of cells containing VEGF , NGFR p75, PGP 9.5, TNF–α ;
+++ – numerous cells containing VEGF , NGFR p75, PGP 9.5, TNF–α ;
++++ – significant number of cells containing VEGF , NGFR p75, PGP 9.5, TNF–α .

Conclusions

1. Increase of NGFR p75, VEGF and TNF–α expression in the cow endometrium from the first to the fifth week after parturition ($p<0.05$) seems to correlate to the ischaemia of tissue raised by inflammatory action. The last one event also seems to stimulate the apoptosis and proliferation of nerve fibers in the cow's endometrium.
2. A close positive correlation ($r=0.72$; $p<0.001$) was found between VEGF and TNF–α, as a possible reaction to ischaemia caused by inflammatory processes, as well as between VEGF and NGFR p75 ($r=0.64$; $p<0.05$) expression in the cow endometrium at the time of post partum period as evidence that the mentioned substances are implicated in the programmed cells death processes.
3. NGFR p75 were localized in the nerves around the endometrial glands, blood vessels and under epithelium. VEGF expression in the cow endometrium was found in the fifth week after parturition. A mild positive correlation ($r=0.51$; $p<0.05$) was found between the expression of NGFR p75 and TNF–α in that period, probably, caused by the stimulation of nerve fibers proliferation. A mild positive correlation ($p<0.05$; $r=0.49$) was found in the cow endometrium between PGP 9.5 and NGFR p75 expression from the first to the fifth week after parturition that show evidence of intensive stimulation of neuronal structures.

References

Ankoma–Sey V.M.D., Wang Y., Dai Z. 2000. Hypoxic stimulation of vascular endothelial growth factor expression in activated rat hepatic stellate cells. – Hepatology, 31 (1), 141–148.

Arhipova, I., Bāliņa S. 2003. Statistika Ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Mikrosoft Exel. Rīga: Datorzinību centrs. 352 pp.

Aughey, E., Frye F.L. 2001. Comparative veterinary histology with clinical correlates. Manson Pub.Ltd., London, 14–127.

Davidson B., Reich R., Lazarovici P., Nesland J.M., Skrede M., Risberg B., Tropé C.G., Florenes V.A. 2003. Expression and activation of the nerve growth factor receptor TrkA in serous ovarian carcinoma. – Clinical cancer research, 9, 2248–2259.

Goyeneche, A.A., Telleria, C. M. 2005. Exogenous estradiol enhances apoptosis in regressing post-partum rat corpora lutea possibly mediated by prolactin. – Reproductive Biology and Endocrinology, 3, 40.

Guidi A.J., Abu-Jawdeh G., Tognazzi K., Dvorak H.F., Brown L.F. 1998. Expression of vascular permeability factor (vascular endothelial growth factor) and its receptors in endometrial carcinoma. Cancer, 78 (3), 454–460.

Halder J.B., Zhao X., Soker S., Paria B.C., Kagsbrun M., Das S.K., Dey S.K. 2000. Differential expression of VEGF isoforms and $VEGF_{164}$–specific receptor neuropilin-1 in the mouse uterus suggests a role for $VEGF_{164}$ in vascular permeability and angiogenesis during implantation. – Genesis, 26 (3), 213–224.

Hickey M., Fraser I. 2003. Human uterine vascular structures in normal and diseased states. – Microscopy research and technique, 60 (4), 377–389.

Hsu, S.M, Raine, L. Fanger, H. 1981. The use of antiavidin antibody and biotin-streptavidin peroxydase complex in immunoperoksidase technics. – American journal of clinical pathology, 75, 816 pp.

Humason, G.L. 1967. Animal tissue techniques. Second edition. W.H.Freeman and Company, San Francisco and London, 569 pp.

Liang, Y., Marcusson, J. A., Jacobi, H.H., Haak-frendscho, M., Johansson, O. 1998. Histamine containing mast cells and their relationship to NGFr-immunoreactive nerves in prurigo nodularis: a reappraisal. – Journal of cutaneous pathology, 25 (4), 189

Negoescu, A., Guillermet, Ch., Lorimer, Ph., Robert, C., Lantuejoul, S., Brambilla, E., Labat-moleur, F. 1998. TUNEL apoptotic cell detection in archived paraffin-embledded tissues. – Biochemica, 3, 36–41.

Ota H., Tanaka T. 2003. Stromal vascularisation in the endometrium during adenomyosis. – Microscopy research and technique, 60 (4), 445–449.

Piccinini, M., Merighi, A., Bruno, R., Cascio, P., Curto, M., Mioletti, S. 1996. Affinity purification and characterization of protein gene product 9.5 (PGP 9.5) from retina. – Biochemestry Journal, 6, 318, 711.

Ribeiro L.A., Bacci M.L., Seren E., Tamanini C., Forni M. 2006. Characterization and differential expression of vascular endothelial growth factor isoforms and receptors in swine *corpus luteum* throughout estrus cycle. – Molecular reproduction and development, 74 (2), 163–171.

Scott P.A.E., Gleadle J.M., Bicknell R., Harris A.L. 1998. Role of the hypoxia sensing system, acidity and reproductive hormones in the variability of vascular endothelial growth factor induction in human breast carcinoma cell lines. – International journal of cancer, 75 (5), 706–712.

Tingaker, B.K., Johansson, O., Cluff, A.H., Ekman-Ordeberg, G. 2006. Unaltered innervation of the human cervix uteri in contrast to the corpus during pregnancy and labor as revealed by PGP 9.5 immunohistochemistry. – European Journal Obstetric Gynecology Reproduction Biology, 125 (1), 66–71.

Vaidyanathan S., Krishnan K.R., Mansour P., Soni B.M., McDicken I. 1998. p^{75} nerve growth factor receptor in the vesical urothelium of patients with neuropathic bladder: an immunohistochemical study. – Spinal cord, 36 (8), 541–547.

Wang H., Li Q., Lin H., Yu X., Qian D., Dai J., Duan E., Zhu C. 2003. Expression of vascular endothelial growth factor and its receptors in the rhesus monkey (*Macaca mulata*) endometrium and placenta during early pregnancy. – Molecular reproduction and development, 65 (2), 123–131.

Wei P., Chen X. Song X., Han C., Liu Y. 2004. VEGF, bFGF, and their receptors in the endometrium of rhesus monkey during menstrual cycle and early pregnancy. – Molecular reproduction and development, 68 (4), 456–462.

Wijayagunawardane M.P.B., Kodithuwakku S.P., Yamamoto D., Miamoto A. 2005. Vascular endothelial growth system in the cow oviduct: a possible involment in the regulation of oviductal motility and embryo transport. – *Molecular reproduction and developmen,* 72 (4), 511–520.

Wilcox B.J., Applegate M.D., Portera-Cailliau C., koliatsos V.E. 2004. Nerve growth factor prevents apoptotic cell death in injured central cholinergic neurons.– The journal of comparative neurology, 359 (4),573–585.

Zhang L., Scott P.A.E., Turley H., Leek R., Lewis C.E., Gatter K.C., Harris A.L., Mackenzie I.Z., Rees M.C. P., Bicknell R. 1998. Validation of anti-vascular endothelial growth factor (anti-VEGF) antibodies for immunohistochemical localization of VEGF in tissue sections: expression of VEGF in the human endometrium. – The journal of pathology, 185 (4), 402–408.

Zoubina, E.V., Fan, Q., Smith, P.G. 1998. Variations in uterine innervation during the estrus cycle in rat. – The Journal of Comparative Neurology, 397 (4), 561–571.

Антане, В.В. 1990. Зависимость суперовуляции и качества ембрионов коров-доноров от состояния их гормонального статуса, ендометрия и показателей обмена веществ. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук.* Елгава, 139 стр.

Емельянова, М. 1974. Гистоморфологические и гистохимические изменения основных структур эндометрия после отёла. *Диссертация на соискание ученои степени кандидата биологических наук.* Сигулда, 194 стр.

LÜPSILEHMADE SÖÖTMISE JA GRUPEERIMISE STRATEEGIATE VALIKUTEST VABAPIDAMISEGA FARMIDES

S. Tölp, E. Rihma, O. Kärt, H. Kalamees

Eesti Maaülikool

ABCTRACT*. *Feeding and grouping strategies of dairy cows on farms with loose housing system. *The study was aimed at finding the principles of grouping dairy cows in loose housing barns of different size, and comparing feed use efficiency in milk production. The investigation was carried out on two large-scale farms – F-1000 (~1000 dairy cows) and F-600 (~600 dairy cows), and on two small farms – F-350 (~350 dairy cows) and F-200 (~200 dairy cows). On all investigated farms feed consumption and milk production were monitored using the same methods. Feed samples collected from the farms were analysed at the chemistry laboratory of the feeding department of the IVMAS of the Estonian University of Life Sciences.*

The cows were fed total mixed rations (TMR). When using the TMR method of feeding cattle, grouping of cows plays an important role. On the above mentioned farms the feeding groups were formed according to the stage of lactation and milk production. Feeding schemes with different number of feeding groups and different concentration of nutritional factors were used. Grouping of cows was influenced by the herd size and homogeneity, and also by housing facilities.

For estimating the feed use efficiency, the data collected from three farms – F-1000, F-600 and F-200 – were analysed. The highest daily milk production per cow was recorded on F-1000. On that farm the use of many feeding groups enabled to meet the cows' nutritional requirements and due to that the use of metabolizable energy and concentrates for milk production was the lowest.

Generalising the research results and data found in the literature it can be claimed that on large-scale farms it is reasonable to form as many feeding groups as possible. In very homogenous herds the cows may be grouped into a few feeding groups only.

In order to give final recommendations for feeding management in loose-housing systems, it is intended to analyse the change of body condition scores through the lactation cycle, metabolic disorders in cows, fertility parameters as well as economic profitability of milk production.

Keywords: total mixed ration, feeding group, concentration of nutritional factors, metabolizable energy, feed use efficiency.

Sissejuhatus

Märkimisväärne osa meie lüpsikarjast asub kaasaegsetes vabapidamislautades, kus lisaks pidamistehnoloogiate muutustele on muutunud ka söötmise tehnoloogia. Pidamis- ja söötmistehnoloogia kaasajastamine on teinud võimalikuks lehmade tegeliku geneetilise potentsiaali avaldumise ja aidanud kaasa produktiivsuse kiirele kasvule. Koos lehmade toodanguvõime suurenemisega peab muutuma täpsemaks ka nende söötmine. Üha enam tuleb arvestada loomade erinevate toitefaktorite tarvet ja nende katmise võimalusi.

Kaasaegsetes veiste vabapidamisega farmides on lüpsilehmade söötmine täisratsioonilise segasöödaga (TRSS) muutunud valdavaks söötmisviisiks. Sellise söötmistehnoloogia kasutamisel ei ole võimalik loomi sööta individuaalsete tarbenormide järgi, vaid söötmise normeerimisel tuleb kasutada toitefaktorite kontsentratsioonimäärasid. TRSS-i kasutamisel on oluline lehmade grupeerimine, kus primaarseks on laktatsioonitsükli iseärasuste arvestamine. Tuleks arvestada ka lehmade piimatoodangut, karja suurust ning farmi ehituslikke ja tehnoloogilisi lahendusi.

Uurimistöö eesmärk oli selgitada lehmade grupeerimise põhimõtteid vabapidamisega farmides ja võrrelda sööda kasutuse efektiivsust erineva suurusega farmides. Antud uurimistöö jätkub ja avaldatud materjal on vaid üks osa põllumajandusministeeriumi poolt tellitud projektist.

Võtmesõnad: täisratsiooniline segasööt, söötmisgrupp, toitefaktorite kontsentratsioon, metaboliseeruv energia, sööda kasutuse efektiivsus.

Materjal ja metoodika

Uurimisalusteks farmideks olid kaks suurfarmi – F-1000 (~1000 lüpsilehma) ja F-600 (~600 lüpsilehma) ning kaks väiksemat farmi – F-350 (~350 lüpsilehma) ja F-200 (~200 lüpsilehma). Kõigis nendes farmides söödeti lehmi TRSS-ga. Lehmade söötmisgrupid moodustati laktatsioonitsükli alusel, arvestades ka piimatoodangut. Erinevatesse gruppidesse kuuluvaid lehmi söödeti söödaratsioonidega, mis erinesid üksteisest toitefaktorite kontsentratsioonimäärade poolest.

Olemasolevaid võimalusi ja tööjõukulu kasutamise otstarbekust arvestades oli igale farmile koostatud oma söötmisskeem. Uurimisalustes farmides peeti ühtse

metoodika järgi söödakulu arvestust. Igapäevaselt registreeriti lehmade arv grupis, gruppidele etteantava sööda kogus (kg), söödajäägid (%), ratsiooni muutmise kuupäev, grupi päevane piimatoodang ning piimatoodang lehma kohta (kg). Piimaproove võeti täiendavalt jõudluskontrolli proovidele ka farmi üldpiimast kaks korda kuus. Lehmade toitumust hinnati kolm korda laktatsiooniperioodi jooksul (kinnijäämisel, poegimisel ja esimese seemenduse ajal).

Regulaarselt võeti proove kõikidest söödapartiidest. Söödaproovid analüüsiti EMÜ VL instituudi söötmisosakonna keemialaboratooriumis. Söötade keemilisel analüüsil kasutati üldtuntud analüüsimeetodeid (AOAC, 2005).

Lehmade grupeerimine ja söötmine uurimisalustes farmides

TRSS-i valmistamisel lähtuti lehmade toitefaktorite vajadustest laktatsiooni erinevatel perioodidel. Ratsioonid koostati erinevatele söötmisrühmadele lähtuvalt farmide söödabaasist ning võimalusest hankida proteiinning vitamiin- ja mineraalsöötasid. Ülevaate uurimisalustes farmides kasutatud söötadest annab tabel 1.

Tabel 1. Uurimisalustes farmides kasutatavad söödad
Table 1. *Feeds used on the investigated farms*

Sööt / *Feed*	Farm			
	F-1000	F-600	F-350	F-200
Põhisöödad / *Basic feeds*				
Rohusilo / *Grass silage*	+	+	+	+
Maisisilo / *Maize silage*	–	+	–	–
Odravilis / *Whole-crop barley*	+	–	–	–
Hein, põhk / *Hay, straw*	+	+	+	+
Jõusöödad / *Concentrates*				
Teravilja jahu / *Grain meal*	+	+	–	+
Konservvili / *Conserved grain*	+	+	+	+
Proteiinsöödad / *Protein feeds*				
Rapsikook / *Rapeseed oil cake*	+	+	+	+
Sojasrott / *Soybean oil meal*	–	+	–	–
Õlleraba / *Brewer's waste*	–	+	–	–
Pärmseente eluskultuur / *Live yeast*	–	+	–	–
Lisasöödad / *Supplemental feeds*				
Kaitstud rasv / *Protected lipids*	+	+	+	+
Mineraalsöödad / *Mineral feeds*	+	+	+	+

Põhiliseks rohusöödaks oli kõigis farmides silo, vähesel määral kasutati ka heina ja põhku, seda vaid juhul, kui silo oli väikese kuivainesisaldusega või ratsioonis oli liiga vähe "efektiivset kiudu". Enamus silodest oli valmistatud kõrrelisterohkest rohust või kõrreliste ja liblikõieliste segust. Farm F-1000 kasutas lisaks rohusilole ka odra tervikkoristamisel valmistatud vilisesilo ning farm F-600 ka maisisilo. Jõusöödana kasutati farmides põhiliselt omakasvatatud teraviljast valmistatud jahu või konservvilja. Et lihtsustada erinevate teraviljajahude söötmist, valmistati suurfarmidele (F-1000 ja F-600) veskites eelnevalt teraviljasegud. Farmis F-1000 koosnes teraviljasegu odra- ja nisujahust, farmis F-600 lisati omakasvatatud teraviljale ka maisijahu, rapsikooki ja sojasrotti. Mõlemas nimetatud farmis lisati, TRSS-i valmistamise käigus, vajadusel veel maisijahu või rapsikooki. Ka farmis F-200 lisati TRSS-i maisijahu ja rapsikooki. Konservvilja söödeti kõikides farmides. Farm F-350 kasutas konservvilja söödaks kõige rohkem, kuna seal teraviljajahusid ei antud. Farmis F-600 lisati ratsiooni ka pärmseente eluskultuuri (*Yea Sacc TS 50 S*) ning vastavalt vajadusele õlleraba (kui ratsioonid muutusid väga kuivaks). Kaitstud söödarasva kasutati kõikides vaatlusalustes farmides.

Mineraalelementide tarbe rahuldamiseks said lehmad erineva kaltsiumi ja fosfori suhtega mineraalsöötasid. Anioonseid mineraalsoolasid lisati poegimiseelsesse ratsiooni kahes farmis – F-1000 ja F-200. Vastavalt vajadustele oli farmides kasutusel ka sool, lubjakivi ja sooda, reeglina oli lehmadel vaba juurdepääs ka lakukivile.

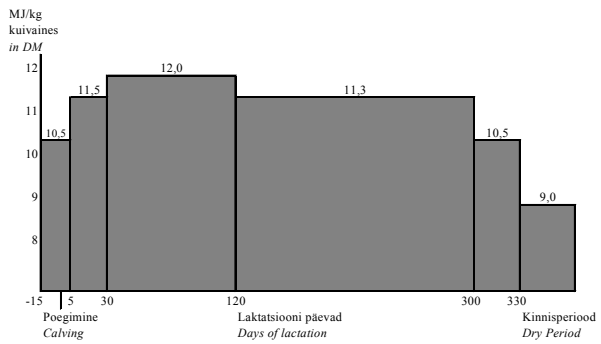
Farmis F-1000 oli katseperioodi algul ja on ka siiani lehmade söötmisel kasutusel kuus erinevat söötmisgruppi (joonis 1 ja 2). Tänu söötmisgruppide suurele arvule oli võimalik antud farmis lehmade toitefaktorite tarve laktatsiooni erinevatel perioodidel võrdlemisi täpselt katta. Enne poegimist ja esimestel laktatsioonipäevadel söödeti selles farmis lehmi TRSS-iga, mille kuivaine metaboliseeruva energia (ME) kontsentratsioon oli 10,5 MJ kg^{-1}. Piisav loomade arv võimaldas moodustada ka eraldi söötmisgrupid kuni 30 laktatsioonipäeva lüpsvatele ja laktatsiooni lõpetavatele (~30 laktatsiooni-

päeva enne kinnijäämist) lehmadele. Poegimisjärgse grupi söödaratsiooni ME kontsentratsioon oli veidi madalam kui laktatsiooni kõrgperioodil (vastavalt 11,5 ja 12,0 MJ kg^{-1} kuivaines). See oli vajalik selleks, et üleminek järgnevale perioodile toimuks sujuvalt. 120-ndast laktatsioonipäevast alates, kui piimatoodangu kõrgpunkt oli ületatud, said lehmad TRSS-i, mille ME sisaldus oli väiksem, 11,3 MJ kg^{-1} kuivaines. Et soodustada lehmade kinnijäämist, vähendati laktatsiooni lõpul söödaratsiooni ühe kilogrammi kuivaine energiasisaldust 11,3 MJ-lt 10,5 MJ-le. Kinnislehmadele söödeti TRSS-i, mille kuivaines oli ME 9,0 MJ kg^{-1}.

Alates 2007. aasta juulist tekkis vajadus farmis kasutatavat söötmisskeemi muuta, kuna maisi maailmaturu hind oli oluliselt tõusnud ja selle senine kasutamine oleks muutnud piimatootmise kallimaks. Eesmärgiks oli vähendada söödaratsiooni maksumust, ilma et toodang langeks. Uues söötmisskeemis (joonis 2) lühendati tippratsiooni söötmise aega seniselt 120 laktatsioonipäevalt 100 laktatsioonipäevani, ratsiooni energiasisaldus jäeti endiseks (12,0 MJ kg^{-1} kuivaines). Laktatsiooni teise poole (100–300 laktatsioonipäeva) ratsioonist jäeti maisijahu välja, samas suurendati sel perioodil kasutatava TRSS-i ME kontsentratsiooni seniselt 11,3 MJ-lt 11,7 MJ-ni. Teiste gruppide ratsioonides toitefaktorite kontsentratsioonimäärade osas muudatusi ei tehtud.

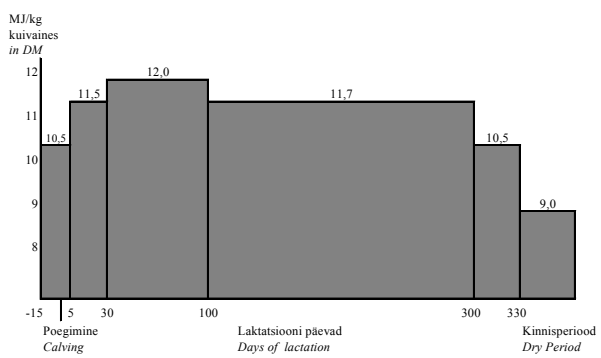
Farmis F-600 oli katse algul viis söötmisgruppi (joonis 3). Poegimisjärgses grupis hoiti lehmi kuni 45-nda laktatsioonipäevani ja ratsiooni kuivaine ME sisaldus söödaratsioonis oli sel perioodil veidi väiksem laktatsiooni kõrgperioodi omast (vastavalt 11,5 ja 11,8 MJ kg^{-1} kuivaines). Alates 200-ndast laktatsioonipäevast kuni laktatsiooni lõpuni said lehmad TRSS-i mille kuivaines oli ME 10,8 MJ kg^{-1}. Kinnislehmad said sama energiakontsentratsiooniga TRSS-i nagu farmis F-1000 (9,0 MJ kg^{-1} kuivaines). Ka poegimiseelse ja vahetult peale poegimist söödetava segasööda energiakontsentratsioon ei erinenud oluliselt farmi F-1000 omast (vastavalt 10,6 ja 10,5).

Alates perioodist, kui lehmade poegimise sesoonsus hakkas kaduma, tuli gruppide optimaalse suuruse tagamiseks lehmi pidada poegimisjärgses söötmisgrupis kuni 60. laktatsioonipäevani. Kuna ME kontsentratsioon selles grupis ei olnud nii suur, nagu laktatsiooni kõrgperioodil, hakkasid lehmad kasutama liigselt kehavarusid piima tootmiseks. Tõenäoliselt ei kasutatud ka lehmade toodangupotentsiaali siis täielikult ära. Lahenduseks otsustati 2007. a novembris poegimisjärgne söötmisgrupp ära kaotada ja lehmi hakati kohe pärast poegimist söötma tippratsiooniga (joonis 4), mille kuivaine ME sisalduseks oli 11,8 MJ kg^{-1}. Teistes söötmisgruppides ei olnud vaja muutusi teha.



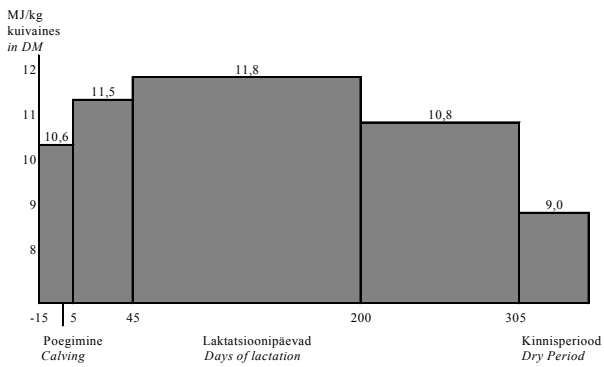
Joonis 1. Farmi F-1000 lehmade söötmise skeem katse algul

Figure 1. *Feeding scheme for cows used F-1000 farm at the beginning of the experiment*



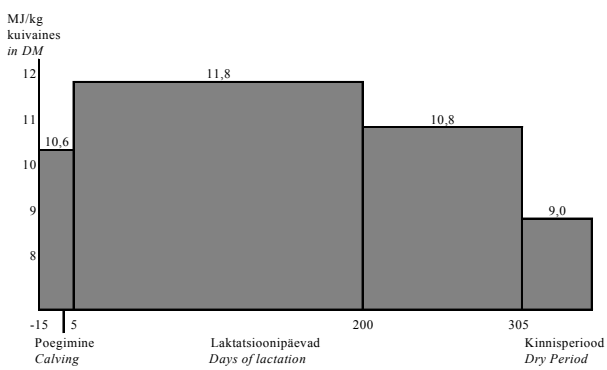
Joonis 2. Farmi F-1000 lehmade söötmisskeem alates 01.07.2007

Figure 2. *Feeding scheme for cows used on F-1000 farm from July 7, 2007*



Joonis 3. Farmi F-600 lehmade söötmisskeem katse algul

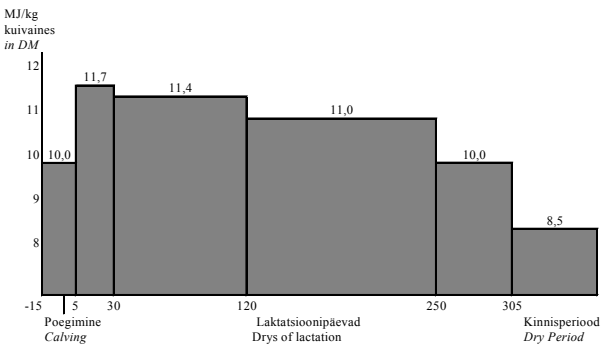
Figure 3. *Feeding scheme for cows used on F-600 farm at the beginning of the experiment*



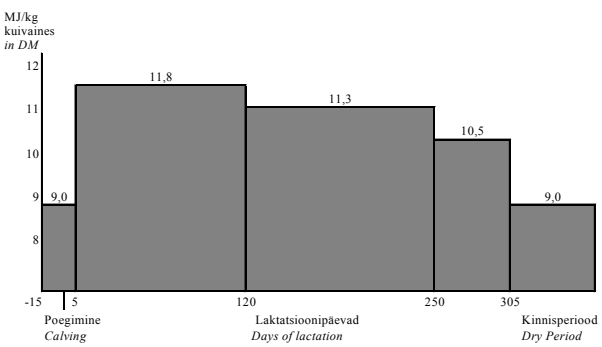
Joonis 4. Farmi F-600 lehmade söötmisskeem alates 15.11.2007

Figure 4. *Feeding scheme for cows used on F-600 farm from November 15, 2007*

Farmis F-350 söödeti lehmi katse algul kuue erineva söödaratsiooniga (joonis 5). Kohe pärast poegimist (kuni 30 laktatsioonipäeva) said lehmad TRSS-i mille kuivaine ME sisaldus oli 11,7 MJ kg^{-1}. Erinevalt farmi F-1000 ja F-600 söötmisstrateegiast oli farmis F-350 just selle grupi lehmadel söödaratsiooni energiakontsentratsioon kõige suurem. Alates teisest laktatsioonikuust hakati segasööda energiasisaldust järk-järgult vähendama (joonis 5). 30.–120. laktatsioonipäevani oli segasööda kuivaine energiakontsentratsiooniks 11,4 MJ kg^{-1}. Üle 120 laktatsioonipäeva lüpsvatele lehmadele antav TRSS sisaldas 11,0 MJ ja laktatsiooni lõpus (alates 250. laktatsioonipäevast kuni kinnijäämiseni) söödetav 10 MJ ME 1 kg-s kuivaines. Sama energiakontsentratsiooniga segasööta anti ka poegimiseelsel perioodil. Kinnislehmade sööda kuivaine energiakontsentratsioon oli 8,5 MJ kg^{-1}.



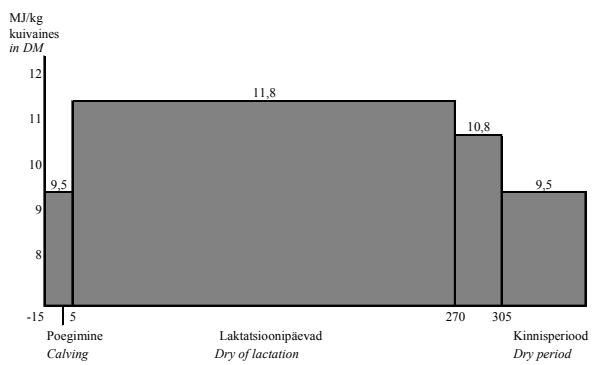
Joonis 5. Farmi F-350 lehmade söötmisskeem katse algul
Figure 5. *Feeding scheme for cows used on F-350 farm at the beginning of the experiment*



Joonis 6. Farmi F-350 lehmade söötmisskeem alates 26.09.2006
Figure 6. *Feeding scheme for cows used on F-350 farm from September 26, 2006*

Kuna farmi F-350 kari oli suhteliselt väikesearvuline ja erinevatele gruppidele väikestes kogustes TRSS-ide tegemine oli suhteliselt kulukas ning aeganõudev, otsustati juba katse algul (2006. a septembris) söötmisskeemi muuta (joonis 6). Ei olnud enam otstarbekas poegimisjärgset gruppi eraldi moodustada ning kahest laktatsiooni algusperioodi grupist tehti üks söötmisgrupp. Kohe pärast poegimist hakati lehmi söötma TRSS-ga, mille kuivaine ME kontsentratsioon oli 11,8 MJ kg^{-1}. Mõnevõrra suurendati ka teiste gruppide ratsiooni ME sisaldust. Laktatsiooni lõpetavate lehmade ratsiooni ühe kilogrammi kuivaine ME sisaldust suurendati 10,0 MJ-lt 10,5 MJ-le, eesmärgiga jätta lehmad kinni paremas toitumuses. Kuna loomade vähesuse tõttu, oli raske moodustada ka poegimiseelset gruppi, tõsteti kinnislehmade ratsiooni kuivaine ME sisaldust 8,5 MJ-lt 9,0 MJ-ni.

Farmis F-200 said lehmad nelja erinevat söödaratsiooni (joonis 7). Loomade vähesuse tõttu ei olnud otstarbekas lüpsvatest lehmadest üle kahe söötmisgrupi moodustada. Gruppide moodustamisel pöörati suurt tähelepanu ka lehmade toitumusele. Kui oli näha, et suurema energiakontsentratsiooniga segasööta saades lehmade toitumushinne liigselt suurenes, viidi nad üle madalama energiakontsentratsiooniga söötmisgruppi. Laktatsiooni kõrgperioodi TRSS-i kuivaine ME sisaldus hoiti 11,8 MJ/kg ja laktatsiooni teise poole oma 10,8 MJ kg^{-1}. Kinnislehmade ratsiooni energiasisaldus oli mõnevõrra suurem teiste farmidega võrreldes (9,5 MJ kg^{-1} kuivaines). Farmis F-200 ei ole siiani olnud vajalik söötmisskeeme muuta.

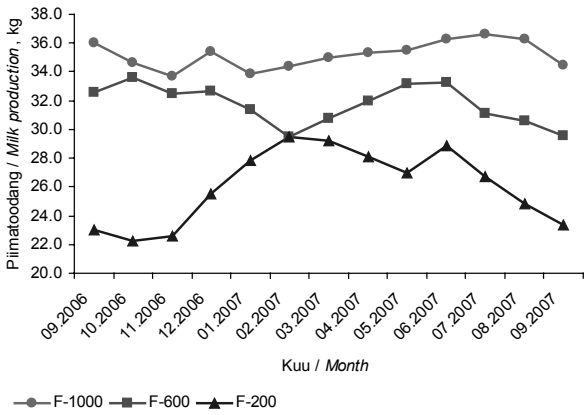


Joonis 7. Farmi F-200 lehmade söötmisskeem
Figure 7. *Feeding scheme for cows used on F-200 farm*

Tulemused

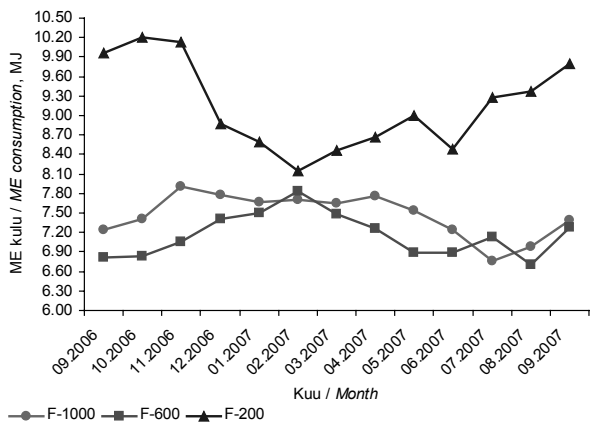
Söötade kasutuse efektiivsust hinnati ajavahemikul september 2006 kuni september 2007 kogutud andmete alusel. Võrreldi toodangunäitajaid ning ME ja jõusööda kulu piima tootmisel. Analüüsiti farmidest F-1000, F-600 ja F-200 saadud andmeid. Farmi F-350 andmeid ei kaasatud analüüsi, kuna sel perioodil ei olnud seal, personali vahetuse tõttu, katseandmete registreerimine küllaldane.

Piimatoodang uurimisalustes farmides. Ülevaate analüüsitud farmide keskmisest piimatoodangu tasemest annab joonis 8. Jooniselt on näha, et analüüsiperioodil oli piimatoodang lehma kohta kõige suurem farmis F-1000, kus lehmade keskmine päevane piimatoodang oli üle 33 kg. Suurim keskmine päevane väljalüps lehma kohta oli 2007. aasta juulis – 36,6 kg. Farmi F-600 lehmade keskmine piimatoodang oli natuke väiksem, olles siiski üle 30 kg ja seda peaaegu kogu vaatlusperioodi jooksul. Farmi F-200 lehmade piimatoodang oli mõjutatud sesoonsest poegimisest. Suurem keskmine piimatoodang oli 2007. a kevadel, kui enamik lehmi lüpsis laktatsiooni kõrgperioodil.



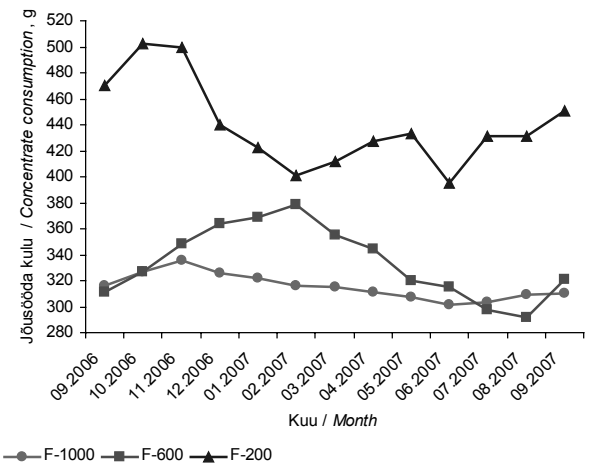
Joonis 8. Lehmade keskmine päevane piimatoodang vaatlusalustes farmides
Figure 8. *Average daily milk production of cows on the investigated farms*

Metaboliseeruva energia kulu piima tootmisel. Kahes suurfarmis – F-1000 ja F-600 kulutati keskmiselt 1 kg piima tootmiseks ME vähem kui farmis F-200 (joonis 9). Kahe suurfarmi (F-1000 ja F-600) näitajaid võrreldes võib öelda, et laktatsiooni kõrgperioodil kulutati farmis F-1000 ME piima tootmiseks vähem, laktatsiooni teisel poolel aga erilist vahet ei olnud (tabel 2). Farmis F-200 kulutasid lehmad piima tootmiseks, teiste farmidega võrreldes, rohkem energiat, nii laktatsiooni kõrgperioodil kui ka laktatsiooni teisel poolel. Kui laktatsiooni kõrgperioodil oli see vahe 1,3–1,5 MJ, siis laktatsiooni teisel poolel juba 4,4–4,5 MJ.



Joonis 9. ME kulu 1 kg piima tootmiseks vaatlusalustes farmides
Figure 9. *ME used for the production of 1 kg of milk on the investigated farms*

Jõusööda kulu piima tootmisel. Kõige väiksema jõusööda kuluga toodeti piima farmis F-1000, kus vaatlusperioodil kulutati keskmisena 1 kg piima tootmiseks 315 g jõusööta (tabel 3; joonis 10). Farmis F-600 oli keskmiseks jõusööda kuluks 334 g 1 kg piima kohta ja farmis F-200 440 g. Farmis F-1000 moodustas jõusööt kogu ratsiooni kuivainest keskmiselt 49,6%, farmis F-600 ja F-200 oli see näitaja 3–5% suurem. Jooniselt 10 on näha, et jõusööda kulu suurenes farmis F-600 märgatavalt 2007. aasta veebruaris. Sel perioodil püüti silo madalat energiasisaldust kompenseerida jõusööda osa suurendamisega ratsioonis. Nagu tulemustest selgus, langes sellele vaatamata piimatoodang ning suurenes energia kulu piima tootmisel.



Joonis 10. Jõusööda kulu piima tootmiseks uurimisalustes farmides
Figure 10. *Concentrate used for milk production on the investigated farms*

Suured erinevused jõusööda kasutuse efektiivsuses ilmnevad just siis, kui võrdleme jõusööda kulu eraldi laktatsiooni kõrgperioodil ja laktatsiooni teisel perioodil (tabel 4). Suure toodanguga F-1000 farm kulutas laktatsiooni kõrgperioodil alla 300 grammi jõusööta 1 kg piima kohta, samal ajal kui farm F-600 328 ja farm F-200 401 grammi. Laktatsiooni teisel poolel kulutati farmis F-1000 ja F-600 1 kg piima saamiseks alla 400 grammi jõusööta, farm F-200 pidi kulutama aga ligi 600 grammi jõusööta, et saada 1 kg piima.

Tabel 2. ME kulu piima tootmiseks laktatsiooni kõrgperioodil ja laktatsiooni II poolel (MJ)
Table 2. ME used for the production of milk at the peak of lactation and in the second half of lactation (MJ)

Kuu *Month*	Laktatsiooni kõrgperiood *The peak of lactation, MJ kg^{-1}*			Laktatsiooni II pool *The second half of lactation, MJ kg^{-1}*		
	F-1000	F-600	F-200	F-1000	F-600	F-200
09.2006	6,27	6,65	8,51	8,28	7,89	11,57
10.2006	6,52	6,50	8,68	8,48	8,10	12,53

Kuu *Month*	Laktatsiooni kõrgperiood *The peak of lactation, MJ kg^{-1}*			Laktatsiooni II pool *The second half of lactation, MJ kg^{-1}*		
	F-1000	F-600	F-200	F-1000	F-600	F-200
11.2006	7,04	6,77	8,84	9,21	8,19	12,65
12.2006	6,96	6,91	7,57	8,87	8,79	11,65
01.2007	6,76	7,05	7,68	8,58	8,84	12,10
02.2007	6,70	7,40	7,46	8,93	9,23	13,09
03 2007	6,69	6,99	7,62	8,90	8,98	14,55
04.2007	6,59	6,72	7,87	9,24	8,90	14,24
05 2007	6,42	6,52	8,15	9,04	8,07	14,47
06.2007	6,22	6,45	7,85	8,18	8,04	12,70
07.2007	6,03	6,72	8,58	7,02	8,22	12,67
08.2007	6,20	6,32	8,25	7,33	7,75	13,38
09.2007	6,56	6,72	8,67	7,70	8,83	13,28
$\bar{x}$	6,53	6,75	8,13	8,44	8,45	12,99
s	0,29	0,28	0,47	0,69	0,57	0,94

Tabel 3. Jõusööda kulu piima tootmisel (g kg^{-1}) ja jõusööda osatähtsus ratsiooni kuivaines (%)
Table 3. *Concentrate used for milk production (g kg^{-1}) and proportion of concentrate in the diet DM (%)*

Kuu	F-1000		F-600		F-200	
Month	g kg^{-1}	%	g kg^{-1}	%	g kg^{-1}	%
09.2006	316	50,6	311	51,7	470	52,9
10.2006	326	51,1	327	54,7	502	54,6
11.2006	336	49,5	349	56,4	500	54,9
12.2006	326	49,2	364	56,6	440	55,5
01.2007	322	49,1	369	56,6	422	56,2
02.2007	317	48,5	379	55,2	401	57,0
03 2007	315	48,5	355	54,5	412	56,6
04.2007	311	47,2	344	54,5	427	56,5
05.2007	307	48,0	320	53,4	433	56,1
06.2007	301	48,9	315	52,3	395	54,5
07.2007	304	52,9	298	47,6	431	54,3
08.2007	309	52,2	291	49,3	431	53,1
09.2007	310	49,7	321	49,8	451	52,9
$\bar{x}$	315	49,6	334	53,3	440	55,0
s	10,0	1,6	27,9	2,9	33,5	1,4

Tabel 4. Jõusööda kulu piima tootmiseks uurimisalustes farmides laktatsiooni kõrgperioodil ja laktatsiooni II poolel (g)
Table 4. *Concentrate used for milk production on the investigated farms at the peak of lactation and in the second half of lactation (g)*

Kuu *Month*	Laktatsiooni kõrgperiood *The peak of lactation, g kg^{-1}*			Laktatsiooni II pool *The second half of lactation, g kg^{-1}*		
	F-1000	F-600	F-200	F-1000	F-600	F-200
09.2006	296	321	420	365	336	525
10.2006	308	323	442	374	377	595
11.2006	314	343	452	403	407	595
12.2006	304	350	383	384	431	561
01.2007	305	358	378	355	431	591
02.2007	287	365	366	370	448	650
03.2007	287	334	371	369	436	709
04.2007	282	317	388	361	437	704
05.2007	282	307	397	358	381	668
06.2007	278	305	378	332	361	505

Kuu *Month*	Laktatsiooni kõrgperiood *The peak of lactation, g kg^{-1}*			Laktatsiooni II pool *The second half of lactation, g kg^{-1}*		
	F-1000	F-600	F-200	F-1000	F-600	F-200
07.2007	285	305	416	320	315	505
08.2007	290	309	401	328	294	536
09.2007	293	327	422	324	348	542
$\bar{x}$	293	328	401	357	385	591
s	11,4	20,6	27,4	24,9	51,3	71,7

Arutelu

Selleks, et kari oleks produktiivne, terve ning ilma sigimisprobleemideta tuleb söödaratsioonide koostamisel arvestada laktatsiooniperioodi jooksul kaasnevaid energiabilansi muutusi. On teada, et juba kaks-kolm nädalat enne poegimist hakkab lehm valmistuma uueks laktatsiooniks ja tema energiatarve on sel ajal suurem kui kinnisperioodil. *T*iinuse lõpul hakkab söömus aga märgatavalt vähenema. Seda kinnitavad Bertics jt (1992) poolt korraldatud katsed holsteini tõugu lehmadega, kus söömus vähenes 17 päeva enne poegimist 28% võrra. Kuna söömus väheneb ja energiatarve suureneb, tuleb sellel perioodil suurendada ratsiooni energiakontsentratsiooni. Grummer (1996) ja Burgemeister (2006) väidavad, et stimuleerides lehmadel kuivaine söömust poegimiseelsel perioodil, väärindavad loomad sööta paremini ka poegimisjärgsel perioodil. Goff (2001) ja Burgemeister (2006) leiavad, et jõusööta võiks hakata andma kaks nädalat enne loodetavat poegimist. Uurimisalustes suurfarmides (F-1000 ja F-600) ei erinenud lehmade söötmise põhimõtted kinnisperioodil märkimisväärselt. Mõlemas farmis hakati lehmadele kaks-kolm nädalat enne poegimist söötma TRSS-i, mis sisaldas lisaks koresöödale ka jõusööta. Farmis F-1000 anti põhisöödale lisaks, lehma kohta arvestatuna, 3 kg teraviljajahu ja 0,5 kg rapsikooki. Farmis F-600 söödeti kas 2 kg konservvilja või oma segatud jõusööta ja 1 kg rapsikooki, millele lisati ka pärmseente eluskultuuri.

Kahes väiksemas farmis, F-350 ja F-200, ei olnud poegimiseelsete lehmade söötmisgruppi. Kinnisperioodil ja poegimiseelsel perioodil said lehmad ühesuguse energiasisaldusega sööta (vastavalt 9,0 ja 9,5 MJ kg^{-1} kuivaines). Farmis F-350 söödeti lehmadele viis päeva enne poegimist ja vahetult peale poegimist jõusööta individuaalselt (3 kg konservvilja ja 1 kg rapsikooki lehma kohta). Kuna nimetatud farmis oli lehmade uueks laktatsiooniks ettevalmistamise periood lühike, tuleks selgitada, kas kinnislehmade söödaratsiooni energiakontsentratsioon oli optimaalne. Farmis F-200 said lõpptiined lehmad kaks kuni kolm nädalat enne loodetavat poegimist lisaks põhisöödale ka 1,0–1,5 kg odrajahu ja 1,0 kg rapsikooki.

Kohe peale poegimist ei ole lehmad veel suutelised tarbima sööta piisavas koguses, et katta piima tootmiseks vajalikku toitainete- ja energiatarvet. Puuduv energia kaetakse lehma enda kehavarudest, eelkõige rasvade arvelt (Gearhart *et al*., 1990; Chamberlain, Wilkinson, 1998). Õige söötmise korraldamise eesmärk on, et saada lehm võimalikult kiirest sööma juba laktatsiooni alguses. Mida kiiremini ta maksimaalse söömuseni jõuab, seda kiiremini väljub ta negatiivsest energiabilansist (Grant, Keown, 1993). Liigne kehavarude kasutamine võib põhjustada ketoosi ja sigimisprobleeme (Komaragiri *et al.,* 1998; Collard, 2000). Et vatsa epiteel ja mikrofloora ei ole kohe peale poegimist veel kohanenud suurte jõusöödakogustega, peaks sel perioodil ratsiooni energiasisaldus olema väiksem ja "efektiivse kiu" sisaldus suurem kui laktatsiooni kõrgperioodil. Jõusööda fermentatsioonil tekib vatsas palju propioon- ja võihapet ja nende imendumiseks on vaja suurt absorbtsioonipinda. Kuna kinnisperioodil lehmadele reeglina jõusööta ei söödeta, vatsahatud taandarenevad. Selleks, et taastada vatsahattude arv ja pikkus kulub hinnanguliselt 20–30 päeva. Kärdi (2006) soovitusel võiks poegimisjärgsel perioodil antavast teraviljajahust 50% moodustada maisijahu, kuna maisis on palju vatsas mittelõhustuvat tärklist ja selle söötmisel tekib vatsas vähem propioonhapet. Maisi lisamist ratsiooni saab õigustada veel sellega, et peensooles hüdrolüüsuv tärklis imendub otse glükoosina ning sellega saab vähendada maksa glükoneogeneesi koormust.

Et poegimisjärgsel perioodil katta võimalikult täpselt loomade toitefaktorite tarvet, tuleks moodustada sellel laktatsiooniperioodil olevatest lehmadest eraldi söötmisgrupp. Loomi ei tohiks aga selles grupis hoida liiga kaua, sest toodangu suurenedes suureneb ka energiatarve. Kärt (2006) peab optimaalseks lehmade poegimisjärgses grupis hoidmise ajaks kolm nädalat. **Sellist soovitust oli võimalik rakendada farmis F-1000, kus on piisaval arvul loomi ja poegimine aastaringselt ühtlane. Laudaehituslikult on farmis F-1000 võimalik lehmi paigutada 12 erinevasse sulgu nii, et poegimisjärgselt on ühes sulus kuni 30 päeva lüpsvad lehmad.** Ka farmis F-600 püüti järgida sama skeemi, kuid sellest tuli peagi loobuda. Seal on lehmi oluliselt vähem kui farmis F-1000 ja lauda 100%-lise täituvuse korral venis lehmade viibimine poegimisjärgses grupis pikemaks kui 45 päeva. Kuna selle söötmisgrupi ratsiooni kuivaines oli ka energiat vähem kui tippgrupis, kippusid lehmad liigselt lahjuma ning nende toodangupotentsiaal jäi kasutamata. Farmis F-200 oli lehmi veelgi vähem ja seal ei kavatsetudki juba katse planeerimisel poegimisjärgsete lehmade gruppi moodustada.

Laktatsiooni kõrgperioodil on oluline, et oleks tagatud maksimaalne kuivaine söömus (Cheeke, 2005). Põlula katselaudas läbiviidud uurimused näitasid, et eesti holsteini tõugu lehmad saavutavad maksimaalse

söömuse 95.–100. laktatsioonipäeval ja eesti punast tõugu lehmad pisut varem (Rihma, Kärt, 2006). Kuna energia "0" perioodil on põhiliste ainevahetushaiguste risk möödas ning vatsa mikrofloora on kohanenud fermenteerima suuri kergesti fermenteeruvate süsivesikute koguseid, söödeti kõikides farmides sellel perioodil kõige kontsentreeritumat ratsiooni, mille ME sisaldus oli 11,9–12,1 MJ kg^{-1} kuivaines. Sel perioodil ilmnesid uuritavate farmide vahel kõige suuremad erinevused piimatoodangus. Praktiliselt võrdse ratsiooni energiakontsentratsiooni korral lüpsid farmi F-1000 lehmad energia "0" bilansi perioodil 45–46 kg, farmi F-600 lehmad 36–37 kg ja farmi F-200 lehmad 29–30 kg piima päevas.

Positiivse energiabilansi perioodil hakkavad lehmad talletama kehasse varuenergiat ja valmistuma järgmiseks laktatsiooniks. Chamberlain ja Wilkinson (1998) leiavad, et laktatsiooni lõpetavate lehmade ratsioonis võiks olla ME 10,5–11,0 MJ kg^{-1} kuivaines. Kindlasti tuleb laktatsiooni lõpul vältida lehmade ülesöötmist, et ära hoida poegimisraskusi, ketoosi ja udara turse tekkimist (Wheeler, 1996). Madalama aretusväärtusega lehmadel on oht sellel perioodil liialt rasvuda, mis põhjustab probleeme järgmise laktatsiooni algul. Karjades, kus lehmi on mitmest erinevast tõust ja nad on erineva toodanguvõimega, peaks hoolikalt jälgima lehmade toitumust. Farmis F-1000, kus karja suhteline aretusväärtus on kõrgem kui farmis F-600, saab positiivsel energiabilansil olevaid lehmi sööta tugevamalt ilma probleemideta. Söötmisskeemi järgi said farmi F-1000 lehmad suhteliselt kõrge energiakontsentratsiooniga sööta kuni 300. laktatsioonipäevani. Farmis F-600 hakati juba 200-ndast laktatsioonipäevast lehmadele söötma madalama energiakontsentratsiooniga (kuivaines 10,8 MJ kg^{-1}) segasööta. Selles farmis teeb laktatsiooni lõpetavate lehmade söötmise keeruliseks asjaolu, et farmis on eri tõugudesse kuuluvaid lehmi, kes kasutavad sööta ja oma kehavarusid piima tootmiseks erinevalt.

Jurgens (1997) on öelnud, et lehmi, kes laktatsiooni algul lahjuvad liialt, tuleks sööta tugevamalt ning samas lehmad, kelle laktatsioonikõver pole püsiv ja langetavad kiiresti toodangut, vajavad vähem energiat. Lehmad, kelle kehamass suureneb liigselt, viiakse varem madalama energiakontsentratsiooniga TRSS-i saavate lehmade rühma. Väga homogeense karja puhul saab seega piirduda paari söötmisgrupiga. Viimast kinnitavad ka Soome teadlased Mäntysaari jt (2003), kes korraldasid huvitava katse, kus selgitasid koresööda ja jõusööda suhte mõju piimatoodangule ning sööda kasutuse efektiivsusele. Katses söödeti esimesel laktatsioonil lüpsvaid äärshiri tõugu lehmi kogu laktatsioonitsükli jooksul ratsiooniga, mis sisaldas 53% koresööta ja 47% jõusööta ning ka ratsiooniga, kus jõusööda osatähtsust muudeti iga 100 laktatsioonipäeva järel. Esimese 100 laktatsioonipäeva jooksul oli kore- ja jõusööda suhe 43:57, teise 100 laktatsioonipäeva jooksul 53:47 ja kolmandal vastavalt 63:37. Uurijad ei leidnud mingit erinevust lehmade piimatoodangu ega söötade kasutuse efektiivsuse vahel. Ka ei rasvunud lehmad liigselt rühmas, kus neid söödeti kogu laktatsioonitsükli jooksul sarnase ratsiooniga. Farmist F-200 saadud kogemuste põhjal võib öelda, et sellist söötmisskeemi sealse karja juures kasutada ei saa. Karjas on küllalt palju lehmi, kes laktatsiooni lõpus rasvuksid ja ei väärindaks söödaga saadud energiat piimaks.

Täiendavat analüüsi vajaks ilmselt farmi F-1000 laktatsiooni lõpetavate lehmade söötmine. Orienteeruvalt kuu aega enne kinnijätmist paigutatakse seal lehmad viimasesse söötmisgruppi, kus ratsiooni kuivaine ME sisaldus väheneb 11,7 MJ-lt 10,5 MJ-le. Ratsiooni energiasisalduse järsk muutus soodustab lehmade kinnijäämist, sest heas lüpsihoos lehmad vähendavad sellega oluliselt piimatoodangut. Samas hakkavad suuretoodangulised lehmad, vähemalt esialgu, kasutama kehavarusid piimatoodangu säilitamiseks. Nii võib kõrge aretusväärtusega lehmade toitumus laktatsiooni lõpus pigem langeda kui suureneda. Võimalik, et viimase söötmisgrupi (300–330 laktatsioonipäeva) lehmade sööda ratsiooni optimaalse energiasisalduse määramiseks tuleks hakata täiendavalt määrama lehmade toitumust ka sellesse gruppi tulekul. Kehtiva uurimisskeemi kohaselt määratakse toitumushinne sellest grupist lahkudes ehk kinnijäämisel.

Kokkuvõte ja järeldused

Kaasaegsetes vabapidamisega suurfarmides söödetakse lehmi täisratsioonilise segasöödaga (TRSS). Sellise söötmisviisi kasutamisel on oluline lehmade grupeerimine, kuna söötmise normeerimisel kasutatakse toitefaktorite kontsentratsioonimäärasid. Erinevate söötmisgruppide moodustamisel tuleb arvestada nii laktatsiooniperioodi iseärasusi kui ka piimatoodangut. Antud uurimistöö eesmärgiks oligi selgitada lehmade grupeerimise põhimõtteid erineva suurusega vabapidamislautades ning võrrelda söötade kasutamise efektiivsust piima tootmisel.

Farmis F-1000 oli loomade suure arvu juures, ka laudaehituslikke aspekte arvestades, võimalik moodustada optimaalne arv söötmisgruppe, et võimalikult hästi katta lehmade toitefaktorite tarve erinevatel laktatsiooniperioodidel.

Farmis F-600 ei võimaldanud väiksem loomade arv ja laudaehituslikud lahendused moodustada nii palju söötmisgruppe, kui farmis F-1000. Väiksemates farmides (F-350 ja F-200) avaldas söötmisgruppide moodustamisel olulist mõju väike loomade arv, karja homogeensuse tase ning sesoonne poegimine. Seega võib öelda, et lehmade grupeerimist farmides mõjutavad oluliselt karja suurus ja laudaehituslikud võimalused, oluline on ka karja homogeensus.

Analüüsides lehmade söödakasutuse efektiivsust ilmnes, et farmis F-1000 kasutati nii sööda metaboliseeruvat energiat kui ka jõusööta piima tootmiseks kõige efektiivsemalt. Seda mõjutas paljuski asjaolu, et selles farmis on kõrge aretusväärtusega eesti holsteini tõugu kari.

Üldistades antud uurimuses toodud andmeid ja kirjanduses leiduvat ei saa siiski välja pakkuda ühtset, universaalset lehmade grupeerimise ja söötmise strateegiat

kõikide farmide jaoks. Samas võib öelda, et mida rohkem söötmisgruppe on võimalik moodustada, seda täpsemini on võimalik katta lehmade toitefaktorite tarvet laktatsiooni erinevatel perioodidel. Näib, et suurfarmide jaoks sobib söötade ratsionaalse kasutuse seisukohalt võimalikult mitme söötmisgrupi moodustamine, väikefarmides ja väga homogeense karja puhul võib piirduda paari erineva söötmisgrupiga.

Selleks, et anda konkreetseid soovitusi söötmise korraldamiseks või ümberkorraldamiseks, ei piisa ainult piimatoodangu ja sööda kasutuse efektiivsuse hindamisest. Vajalik on analüüsida ka lehmade toitumushinnete muutusi laktatsiooniperioodi jooksul, samuti esinenud ainevahetushaigusi, viljakusnäitajaid ning piimatootmise majanduslikku tasuvust.

Kasutatud kirjandus / *References*

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 18th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg, MD, USA.

Bertics, S. J., Grummer, R. R., Cadorniga-Valino, C., Stoddard, E. E. 1992. Effect of Prepartum Dry Matter Intake on Liver Triglyceride Concentration and Early Lactation. – Journal of Dairy Science, 75, 1914–1922.

Burgemeister, M. 2006. Feeding Management from the late dry period to early lactation. – Thinking Cows Pty Ltd. Victorian Dairy Conference, Shepparton, 1–5.

Chamberlain, A. T., Wilkinson, J. M. 1998. Feeding the dairy cow. – UK, Chalcombe Publications. – 241 pp.

Cheeke, P. R. 2005. Applied animal nutrition. Feeds and feeding. Third Edition. – New Jersey, Pearsen Prentice Hall, 604 pp.

Collard, B. L., Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M., Petitclerc, D., Schaeffer, L. R. 2000. Relationships Between Energy Balance and Health Traits of Dairy Cattle in Early Lactation. – Journal of Dairy Science, 83, 2683–2690.

Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, C. J., Chase, L. E., Cooper, M. D. 1990. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. – Journal of Dairy Science, 73, 3132–3140.

Goff, J. P. 2001. Managing the transition/Fresh Cow. – Agricultural Research Service National Animal Disease Center, Ames. Las Vegas, Nevada, 99–106. [http://www.wdmc.org/2001/WDMC2001p099–106.pdf].

Grant, L. R., Keown, F. J. 1993. Feeding Dairy Cattle for Proper Body Condition Score. – University of Missouri Extension. [http://extension.missouri.edu/explore/agguides/dairy/g03170.htm].

Grummer, R. 1996. Close-up dry period: Feeding Management for a smooth transition. – University of Wisconsin-Madison, Department of Dairy Science. [http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/1996/ wcd96023.htm].

Jurgens, M. H. 1997. Animal Feeding & nutrition. Eight edition. – Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company, 585 pp.

Komaragiri, M. V. S., Casper, D. P., Erdman, R. A. 1998. Factors Affecting Body Tissue Mobilization in Early Lactation Dairy Cows. 2. Effect of Dietary Fat on Mobilization of Body Fat and Protein1. – Journal of Dairy Science, 81, 169–175.

Kärt, O. 2006. Täisratsioonilise segasööda söötmise põhimõtted laktatsioonitsükli erinevatel staadiumidel. – R: Eesti veisetõugude maksimaalse piimajõudluse väljaselgitamine, Projekti lõpparuanne. Tartu, 93–117.

Mäntysaari, P., Nousiainen, J., Huhtanen, P. 2003. The effect of constant or variable forage to concentrate ratio in total mixed ration on performance of primiparous dairy cows. – Livest. Prod. Science., 82, 27–37.

Rihma, E., Kärt, O. 2006. Kuivaine söömus laktatsiooniperioodi jooksul. – R: Eesti veisetõugude maksimaalse piimajõudluse väljaselgitamine. Tartu, 73–82.

Wheeler, B. 1996. Guidelines for Feeding Dairy Cows. – Factsheet ISSN 1198–712X. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. [http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/pub101.htm].

Feeding and grouping strategies of dairy cows on farms with loose housing system

S. Tölp, E. Rihma, O. Kärt, H. Kalamees

Summary

Approximately 50% of Estonian dairy herds are being housed in new or reconstructed loose housing facilities which probably have had the most significant effect on the rapid increase of dairy cattle productivity in recent years. Modernization of feeding and housing facilities has enabled cows to express their genetic potential. On large-scale farms with loose housing system the cows are fed total mixed rations (TMR). As this feeding type takes into account the nutrient concentrations, grouping of cows plays an important role.

The study was aimed at explaining the principles of grouping the cows in the loose housing barns of different sizes and comparing the efficiency of feed consumption for milk production.

Studies were conducted on two large-scale farms – F-1000 and F-600 (~1000 and ~600 dairy cows, respectively), and on two smaller farms – F-350 and F-200 (~350 and ~200 dairy cows, respectively). The cows were grouped according to the lactation cycle, taking into account milk production as well. On all farms feed consumption of each feeding group was recorded using the same methods. Different feed batches were regularly analysed and in case of need samples of mixed feeds were taken as well.

Furthermore, grouping of cows on farms is affected by herd size and homogeneity as well as by housing facilities.

Feed consumption was evaluated by analysing respective parameters of three farms. Evaluation period lasted from September 2006 to September 2007. The results revealed that the cows of the F-1000 farm consumed the nutritional factors of the diet most effectively for milk production. This was greatly due to the fact that these cows are Estonian Holsteins with a high breeding value. With such number of cows and considering the housing aspects of the farm, it is possible to form the optimum number of feeding groups in order to meet the nutrient requirements of the cows at different stages of lactation as well as possible.

The number of animals and animal housing facilities on farm F-600 did not enable to form as many feeding groups as on farm F-1000. Efficiency of feed consumption was also affected by using different breeds. On the farm F-200, grouping was remarkably influenced by a small number of animals, herd homogeneity and seasonal calving.

Consequently, from the aspect of efficient consumption of feeds, on large-scale farms it would be rational to form as many feeding groups as possible. Small farms with very homogenous herds can use only a couple of different feeding groups.

As the present study is only a part of a large-scale research conducted at the request of the Estonian Ministry of Agriculture, precise recommendations on feeding management of the farms with different size cannot be given yet.

For giving specific recommendations the following characteristics should be analysed: changes in nutritional condition during the lactation cycle, the incidence of metabolic disorders on the farm, fertility parameters, profitability.

KROONIKA

LEO NIGUL – *in memoriam*



28. augustil 2008. aastal lahkus manalateele üks Eesti suurimaid seakasvatusteadlasi, seakasvatajate poolt hinnatud nõuandja, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi liige, põllumajandusdoktor Leo Nigul.

Leo Nigul sündis 27. veebruaril 1928. aastal Järvamaal Väinjärve vallas (hilisem Koeru vald) talupidaja perekonnas.

Haridusteed alustas Leo Nigul 1936. aastal Väinjärve algkoolis, jätkas seda Pahkla algkoolis, Narva I algkoolis, Narva keskkoolis ja Rapla keskkoolis. 1948. aastal jätkusid õpingud Tartu Riikliku Ülikooli põllumajandusteaduskonna zootehnika osakonnas. Seoses ülikooli reorganiseerimisega 1951. aastal viidi Leo Nigul üle Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse zootehnika teaduskonda, mille lõpetas 1953. aastal õpetatud zootehniku kvalifikatsiooniga.

Pärast akadeemia lõpetamist suunati Leo Nigul 1953. aastal Viisu sovhoosi, kus töötas vanemzootehnikuna kaks aastat. Teadushimuline noormees asus 1955. aastal end täiendama sihtaspirandina Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituuti (ELVI). Kaitses 1959. aastal kandidaadiväitekirja, asus tööle ELVI-sse (alates 1994. aastast Eesti Põllumajandusülikooli loomakasvatusinstituut) nooremteadurina, kus töötas pensionile minekuni, jõudes vanemteaduri, juhtivteaduri ja sektorijuhataja ametikohani.

1961. aastast jätkusid teadusuuringud Kehtnas ELVI seakasvatuse osakonnas. Leo Niguli elutöö on olnud sigade söötmise, sigalate sisustamise, soojustamise ja zoohügieeni alal. Suuremahuliste loomkatsete materjalide põhjal valmis Leo Nigulil 1975. aastal doktoritöö, mille Nõukogude Liidu Kõrgem Atestatsioonikomisjon jättis kinnitamata. Sellest hoolimata jätkusid teadusuuringud ja tööd seafarmide rajamisest isoleeritud pidamise süsteemil, sigade söötmise ja söötmistehnoloogia uurimise ning seafarmide rajamise põhialuste väljatöötamise alal.

1966. aastal anti talle vanemteaduri kutse.

Eesti Vabariigi taasiseseisvumisel kaitses Leo Nigul 1994. aastal teist korda doktoritööd teemal "Uurimusi kasvavate sigade söödaratsioonide paremustamisest proteiinisöötade, tööstusjäätmete ja ergotroopsete ainete abil" ja talle anti põllumajandusdoktori kraad.

Leo Nigul oli väga viljakas kirjamees. Tema sulest on ilmunud ligi 350 mitmesugust tööd. Nende hulgas on 20 õpikut ja käsiraamatut (ka kaasautorina).

Hinnatud teadlasena oli Leo Nigul oodatud lektor ja nõuandja Eesti loomakasvatusspetsialistidele ja tippjuhtidele.

Ta on olnud Vabariikliku Söötmisalase Uurimistöö Koordineerimiskomisjoni liige, loomakasvatustehnikumide riigieksamikomisjoni esimees, ühingu Teadus lektor, sigade tõuaretusnõukogude, ENSV Agrotööstuskompleksi teaduslik-tehnilise nõukogu söötmisgrupi, ajakirja Sotsialistlik Põllumajandus toimetuse kolleegiumi, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi ja paljude teiste komisjonide liige.

Leo Nigul sai 1977. aastal Eesti NSV teenelise teadlase aunimetuse, 1989. aastast oli ta Eesti NSV Ministrite Nõukogu preemia laureaat. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium hindas Leo Niguli viljakat teadustööd tema 70. sünnipäeval 1998. aastal tänukirjaga ja mälestusmedaliga "Kalevipoeg kündmas".

Suur oli doktor Leo Niguli huvi ajaloo ja teiste maade eluolu vastu. Ta oli suur rännumees, talle meeldis käia nii turismireisidel kui ka töökomandeeringutel.

Meelisaladeks olid jahindus ja laulmine. Kirgliku jahimehe koduseintel on näha auhinnatud jahitrofeesid. Leo Nigul oli üks Kehtna segakoori asutajaliikmetest, ta laulis seal kuni surmani.

Leo oli inimene, kes oskas probleemidele läheneda sügavuti. Ta oli muhe, sõbralik ja särav vestluskaaslane, laia silmaringiga palju näinud ja kogenud inimene.

Leo Niguli surm oli valusaks löögiks tema sõpradele, kolleegidele, kõigile põllumajandusteadlastele. Leo Niguli surmaga kaotas seakasvatus tunnustatud teadlase ja erudeeritud isiksuse.

Helge mälestus doktor Leo Nigulist jääb kalliks kõigile tema lähedastele.

Aarne Põldvere
Kalju Eilart

ANTS ILUS – *in memoriam*



15. novembril 2008. aastal pärast pikka rasket haigust kustus professor Ants Ilusa eluküünal.

Ants Ilus sündis 16. mail 1926. aastal Tartus juristide perekonnas. Kooliteed alustas 1933. aastal Tartu pedagoogiumi algkoolis. 1937. aastal jätkusid õpingud Hugo Treffneri gümnaasiumis, mille lõpetas 1944. Sama aasta sügisest sai Ants Ilusast Tartu Riikliku Ülikooli põllumajandusteaduskonna üliõpilane.

Miks valis haritlaste perekonnast pärinev linnapoiss just põllumajanduse? Ants Ilusa vanematel oli kaks korralikku talukohta ning nende pärijana valiski ta põllumajanduse, lootuses saada kõrgharitud taluperemeheks. 1948. aastal, kui Ants Ilus lõpetas Tartu Riikliku Ülikooli õpetatud agronoomi kutsega, oli täiesti selge, et talupidamise lootused tuleb maha matta. Pärast lühiajalist õpetamist Jäneda põllumajandustehnikumis tegi ta valiku teadustöö kasuks ning astus 1949. aastal Eesti Teaduste Akadeemia loomakasvatuse ja veterinaaria instituudis aspirantuuri. Pärast aspirantuuri lõpetamist töötas ta alguses vanemteadurina, 1961. aastast veisekasvatuse osakonna juhatajana ja hiljem söötmise sektori juhatajana, aastatel 1976–1987 instituudi direktori asetäitjana teaduse alal.

1954. a kaitses Ants Ilus edukalt kandidaadidissertatsiooni "Eesti mustakirju karja piimarasvasuse tõstmine liin- ja perekonnaaretuse teel" ja 1976. a doktoridissertatsiooni "Kohalike söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse uurimine ning neil põhinevad piimalehmade ratsioonid Eesti NSV tingimustes".

1974. a anti talle Eesti NSV teenelise teadlase aunimetus, 1979. a sai professoriks ja 1994. a nimetati Eesti Põllumajandusülikooli emeriitprofessoriks.

Professor Ants Ilus oli erudeeritud teadlane, kellel oli autoriteet Eesti põllumajandusteadlaste ja põllumeeste hulgas. Tema sulest on ilmunud üle 200 erineva kirjatöö põhiliselt söötade ja veiste söötmise alalt. Ta oli kahekordne Eesti NSV teaduse preemia laureaat. Professori juhendamisel on kaitsnud 15 teadlast oma väitekirja.

Olles väga aktiivne ja mitmekülgne inimene, võttis ta osa mitme seltsi ja paljude erialanõukogude tööst. Suurt huvi tundis ta kunsti ja klassikalise muusika vastu, ta oli sage kontsertide kuulaja ja Tartu kõigi kunstinäituste külastaja.

Põlise tartlasena tundis ta sügavat huvi kodulinna arengu vastu. Ta oli valitud ka Tartu linna volikokku, kus osales haridus- ja kultuurikomisjoni töös aseesimehena. Hugo Treffneri gümnaasiumi vilistlasena seisis hea treffneristide traditsioonide eest. Jaani kiriku koguduse juhatuse esimehena tegeles kiriku taastamise küsimustega.

Ta oli suur loodusesõber ja temast jäi Saaremaale Torgu valda rajatud dendroloogiaaed ligi 600 erineva puu- ja põõsaliigiga.

Kolleegid ja õpilased jäävad professor Ants Ilusat mälestama isikupärase teadlase, hea sõbra ja kunstihuvilisena, kelle täpsus, ausus, pealehakkamine ning elujaatus olid paljudele eeskuju ja innustuse allikaks.

Helgi Kaldmäe

MÄLESTUSPÄEVAD

130
Carlos Woldemar Harald von Rathlef

125
Fedor Nenjukov
Julius Aamisep
Jaan Mägi

120
Peeter Kõpp
Nikolai Rootsi

110
Jaagup Loosalu
Elmar-Emil Leppik
Rudolf Tamm

105
Nikolai Ruubel
Eduard Viirsoo
Hendrik Selja

100
Edgar Keevallik
Albert Irs
Ilo Sibul
Albert Vohli
Jakob Palk
Arnold Kivimäe
Salme Rubel

95
Arnu Rivis
Arnold Tolk
Helmi Sooman
Paul Arandi
Vladimir Kosar

90
Tiit Kristal
Paul Saks
Leida Laanmäe
Leida Leivategija
Ilme Randalu
August Männik

85
Herbert Korjus
Ervin Talpsepp
Uno Kull
Harri Hindoalla
Ilmar Jõgiste
Karl Kaarli
Elmar Rätsep

80
Erich Mägi
Elmar-Ants Valdmann
Leo Nigul
Huno Toomiste
Jaan Lepajõe
Magnus Teder
Mart Sepp
Jüri Parre
Heino Kärblane
Arnold Sau
Endel Kitse
Hilda Tammsalu (Pruul)

75
August Lepist
Armand Sukamägi
Arvid Kaarma

70
Ants Liivakant
Enno Mõttus
Jüri Kulbin
Ausleete Juhkam

OLEV SAVELI 75

Senini eesti keeles avaldamata kõne emeriitprofessor Olev Savelist.

Allakirjutanu on kõne inglise keeles pidanud Euroopa Loomakasvatuse (EAAP) Kongressil Sloveenias Olev Savelile Euroopa Loomakasvatuse Assotsiatsiooni teenetemedali omistamisel.

Lugupeetud EAAP kongressi president, eesistuja ja saalisolijad kolleegid.
Alustamiseks selgitan miks mul tudengiaja helerohelist põllumehe värvi, endise Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA) tekkel peas on. Kakssada aastat tagasi, kui Gruusia ühines Venemaaga, oli ainsaks sooviks, et neil jäetaks tsaariarmees alles kaukaaslastele omane munder. Baltikumi okupeerimisel üle 60 aasta tagasi ei jäetud meile alles sedagi, rääkimata omandist. Ainus asi mida ei saanud ära võtta, oli meie kõrgkoolide traditsioonid ja teklid.

Seega seisan siin minagi oma päevinäinud teklis ja arvan, et sellesarnasega käis EPA koolis ka tänane asjaosane, kellest lubatagu mul ette kanda järgnevat.

Olev Saveli on kahtlemata Eesti loomakasvatuse aretusala autoriteet. Prof. Saveli, põllumajanduse teadusdoktorina (Dr.Sc.Agr.) omab talenti mitte üksnes oma erialal: tema kolleegid tunnevad teda kui põllumajandusloomade aretusala liidrit, üliõpilased hindavad teda, kui nõudlikku ja head lektorit ning viimaks ning mitte ka kõige lõpuks, daamid hindavad teda, kui pikima tangosammuga ekstsellentset tantsupartnerit. Tema sihvakas ja sirge hoiak tõmbab igal juhul tähelepanu.

Tema Eesti kolleegid kõnelevad naljatades, et vaid kahte tüüpi põllumajandusega seotud organisatsioone ja institutsioone on meil olemas- ühed prof. Saveliga ja teised – ilma temata, kuniks ta on olnud ja on paljudes liidrikohal.

Paljusid vaevab küsimus: kuidas ta kõike seda jõuab? Vastuse võib leida tema „sünni- põlvnemis-ja tõutunnistusest“, mis näitab, et ta sai kingiks hea põlvnemise. Tema mõlemad vanemad, isa Rudolf kui eesti mustakirjut karja kasvataja ja ema Lydia kui Tori hobuse aretaja olid väga tugevad isiksused.

Olev Saveli on sündinud Loode-Eestis, Raplamaal, 26.novembril 1938.a. oma vanemate eeskujulikus talus esimese lapsena. Isa võeti II Maailmasõtta viieks aastaks, ema Lydia aga kandis hoolt kahe talu ja 3-aastase poja Olevi eest. Ema eeskujul viis Olev läbi oma esimese loomakasvatusliku „eksperimendi“ 14-aastaselt veel enne erialakooli, kui ta vanemate äraolekul, vankrikastis seistes seemendas edukalt ühe tori tõugu mära.

Pärast Türi loomakasvatusliku tehnikumi lõpetamist asus ta 1957 a. Eesti Põllumajanduse Akadeemias õppima zootehnikat. Ka selles koolis oli ta kursusevanem, kes aktiivselt osales veel teisteski ühiskondlikes ametites, eriti aga võistlustantsu treeningutes. Kaks nädalat enne Akadeemia cum laude lõpetamist abiellus ta oma tantsupartnerist väljavalitu Miinaga. Neil on tütar Sigrid, poeg Tarmo ja 4 lapselast.

Pärast EPA lõpetamist alustas Olev Saveli oma karjääri Tori Kunstliku Seemenduse Jaama direktorina. Sel ajal otsustas ta jätkata õpingutega EPA zootehnikateaduskonna aretusõpetuse kateedris aspirandina. Olev Saveli kaitses edukalt põllumajandusteaduste kandidaaditöö akadeemik Aarne Punga juhendamisel 1968 a. Olev ise peab seda 3-aastast aspirantuuriaega oma elu kõige õnnelikumaks ajaks.

Järgmised 11 aastat oma elust juhib ta ELVTUI Sigimisbioloogia Kesklaboratooriumi. EPA zooinseneri aretusõpetuse kateedri juhataja tooli võtab ta üle oma õpetajalt 1979 a. Teadusdoktori kaitseb O. Saveli tollases Puŝkinos 1986 a., samast aastast on ta professor ja lahkub Tallinna, kus ta on ATK- esimehe asetäitja teadus-ja välissuhete alal. Samuti jätkab ta osaajalise õppejõuna EPA-s.

„Laulva revolutsiooni“ aasta suvel (1988) valitakse Olev Saveli EPA (hilisema EPMÜ) rektoriks. Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatusinstituudi aretusosakonna juhatajana töötas ta seejärel 1994 a. kuni 2004.a. septembrini.

Prof. O. Saveli on olnud mitmetes ühiskondlikes ametites, liikmena: Eesti Mustakirju Karja Tõuaretuse Nõukogu (a. 1962); Eesti Geneetikute ja Selektsionääride Selts (1968) ELVS- (1972); Üleliidulise Mustakirju Karja Aretuse Nõuk (1979); Eesti Mustakirju Karja Tõuaretuse Nõukogu esim. (1984); EPMÜ põllum-ja maj.-teaduste doktorikraadide nõukogu esim. (1991–2005) ja magistritööde kaitsmiskomisjoni liige (1994–2004), EPMÜ Loomakasvatusinstituudi Teadusnõukogu liige (1994–2004). Eesti Teadusfondi Nõukogu liige (1990–1993 ja 2000–2003) jpm.

Prof. Saveli on tuntud ka väljaspool Eesti Maaülikooli. Ta oli Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi president 1989–2001, pärast seda aupresident, poliitilise partei Maaliit üheks kolmeks esimeheks 1989–1992. Aastatel 1995–1997 oli ta Eesti Ühistegeliku Liidu nõukogu liige ja 1996–2000. Eesti Põllumajandus Kaubanduskoja (EPKK) Nõukogu aseesimees. Alates 1993 kuni tänaseni on ta Eesti koordinaator „Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde“ ja Euroopa Loomakasvatusassotsiatsioonis. Kõige enam aega kindlasti kulub tal Eesti Tõuloomakasvatuse Liidu (ETLL)-i presidendina alates 1993 kuni tänaseni.

Olev Saveli publikatsioonide arv on muljetavaldav. Järgides saksakeelset motot: „Wer schreibt, der bleibt“ – on ta olnud viljakas oma 250 teadusliku ja 500 populaarteadusliku artikliga.

Aastatel 1994–1997 toimetas Olev Saveli „Tõuinfot“, alates 1998 on ta ajakirja „Tõuloomakasvatus“ peatoimetaja. Aastatel 1990–2004 oli ta ka ajakirja „Agraarteadus“ kolleegiumi liige.

Põllumehed teavad Olev Savelit rohkete intervjuude põhjal televisiooni ja raadio kaudu. Veelgi enam on ta tuntud loomanäituste hea organiseerijana.

Olev Saveli kannab hoolt pere eest, on hea vanaisa neljale lapselapsele ja selle kõrval jõuab tegelda oma peamiste hobide- võrkpalli ja peotantsuga. Kolm korda nädalas kestvad võrkpallitreeningud on kandnud vilja –

Olevi võrkpallimeeskond tuli 2004 a. veteranide Maailmavõistlustel Soomes kolmandale kohale.

Prof. Saveli on olnud koos abikaasa Miinaga aktiivne tantsuvõistlustel osaleja. Nad on tulnud Eestis esikohale seenioride võistlustantsus. Veelgi enam, Olev oli aastatel 1991 kuni 1994 Eesti Võistlustantsu Liidu president.

Olev Savelit on autasustatud Eesti Vabariigi Valgetähe 3-nda klassi risti jt. medalite ning auaadressitega.

Siinjuures lubatagu mul lisada juubilarile antud kirjatükile juurde Olev Saveli viimase olümpiatsükli – 4 aasta saavutused: juhendatud kandidaadi, doktori ja teadusmagistrite arv on tõusnud 18-neni, lisandunud 20 teadus- ja 26 populaarteaduslikku artiklit, ajakirja „Tõuloomakasvatuse“ 10nes Juubel ja Eesti Tõuloomakasvatuse Liidu 15. Juubel. Juba mainitud EAAP teenetemedal (2004), Põllumajandusministeeriumi hõbedane teenetemärk (2007), Tartu maavanema tänukiri (2007).

Soovime ka edaspidiseks teravat sulge ja lööki võrkpallis ning pikka paarissammu tantsuplatsil.

Kolleegide nimel
APSi liige,
EMÜ VLI dots. Heldur Peterson
NJFi rahvuslik koordinaator Eestis

Siinjuures lubatagu mul lisada antud kirjatükile juurde juubilarist Olev Saveli viimase olümpiatsükli – 4 aasta saavutused: juhendatud kandidaadi, doktori ja teadusmagistrite arv on tõusnud 18-neni, lisandunud 20 teadus- ja 26 populaarteaduslikku artiklit, ajakirja "Tõuloomakasvatuse" 10nes Juubel ja Eesti Tõuloomakasvatuse Liidu 15. Juubel.

Tänuga,
Heli

AGRONOOM HEINRICH VIPPER 80

Aimur Joandi

Ajal nobedad jalad. Aega ei saa raha eest osta. Aega ei saa seisma panna. Neid vanasõnu on järginud oma elus täpne ja ajast alati kinnipidav mees - maaviljelusteadlane, emeriitprofessor, agronoom Heinrich Vipper.

Heinrich sündis mõni päev enne jõule, 20. detsembril 1928. aastal Endla asundustalu peres, ema Elise ja isa Johannese esimese pojana. Endla talu asus Visusti külas Kaarepere, nüüd Palamuse vallas. Ilmale tuli laps Jõgeva linnas. Neli aastat hiljem sündinud vend Martin elas 76 aastat vanaks, ta oli pikki aastaid Jõgeva Keskoolis õpetaja, andis töö- ja tootmisõpetustunde.

Heinrich õppis Kaarepere kuueklassilises algkoolis 1937–1943.

Siiani on meeles tugev sõjakõmin, kui vene väed jõudsid Mõisamaa alla välja ja tulistasid elumaju. Endla talust umbes 5 kilomeetri kaugusel. Mullavere jaamas tulid Soome poisid rongilt maha kohe lahingusse ning lõid nad Tartu alla tagasi. Ega see ei aidanud. 17. septembril 1944 algas punaarmee suur rünnak. Läksime sõjapakku kahe hobuse ja lehmaga, vankril, jõudsime üle 100 kilomeetri eemale, Annale. Kui rinne möödus, tulime tagasi. Meie kodu oli õnneks alles.

Endla naabertalu peremees Johannes Sikkar põgenes Rootsi, sealt edasi Kanadasse. Ta oli hulk aastaid Eesti peaministri kohusetäitja eksiilis.

Algkooli järel, aastatel 1943–1946, saatsid isa ja ema Heinrichi edasi õppima raamatupidamist, Tartu Majandustehnikumi, enne sõda oli see Tartu Kommertskool. Vanemad arvasid sel ajal, et rohkem nad ei jõua poisile haridust anda, peaasi, et omandab kiiresti elukutse. Raamatupidaja ja üldse kontoritöö aga ei meeldinud mitte üks raas ja Heinrich tuli koolist ära, astudes 1946. aastal üheksandasse klassi Tartu I Keskkooli, mille ta lõpetas 1948. Samal aastal asus õppima Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonnas kuni 1951, mil loodi Eesti Põllumajanduse Akademia (EPA), mille ta lõpetas 1953 kiitusega, omandades agronoomi kutse.

Tööle suunati selleaegse Eesti NSV Teaduste Akadeemia Polli filiaali nooremteaduri ja tootmismajandi juhataja ühitatud töökohale. Alates 1956 võeti tööle eraldi agronoom ja kuni 1966. aastani töötas Heinrich Vipper nooremteadurina Pollis. Seejärel viidi ta üle Kuusiku Katsebaasi vanemteaduri töökohale, kus töötas kuni 1972. aastani. Alates 1972. kuni 1978. aastani täitis Kuusiku katsebaadi juhataja ülesandeid ning 1979. aastast siirdus tööle, tollleaegse agronoomia teaduskonna dekaani Paul Kuldkepi erilisel veenmisel ja professor Elmar Halleri (1907 – 1985) kutsel EPA maaviljeluse kateedri vanemõpetaja töökohale. Alates 1980 – 1992 sama kateedri juhataja, lugedes maaviljeluse kursust agronoomia ja maaparanduse erialadel, andnud sõnalist õpetust kokku enam kui tuhandele üliõpilasele. On juhendanud 75 agronoomide diplomitööd, ühte põllumajanudusdoktori ning nelja -kandidaadi ja -magistritööd.

Üliõpilaste suhtes oli Heinrich Vipper heasoovlik:

Kord Eerikal III kursuse agronoomide kontrolltöö ajal oli mul vaja auditooriumist välja minna, mõtlesin mis teha, nagunii hakkavad maha kirjutama, nagu isegi kooliajal oleks teinud. Tagasi minnes enne koputasin uksele ja ootasin mõne sekundi. Kui sisse astusin, hakkasid üliõpilased suure häälega naerma.

1980. aastal omistati Heinrich Vipperile vanemteaduri ja 1983. aastal dotsendi kutse. Aastatel 1993 – 1994 töötas EPA-st reorganiseeritud Eesti Põllumajandusülikooli (EPMÜ) taimesaaduste tehnoloogia instituudi juhatajana, 1992 – 1994 professorina ja 1994. aasta lõpust emeriitprofessorina.

Heinrich Vipper on trükis avaldanud raamatud *Üheaastased lupiinid 1962*, ja *Maaviljeluse praktikum 1989*. Ta on *Maaviljeluse käsitaamatu 1978 kaasautor*, milles kirjutas mullaharimise osa ning Hindrek Olderi koostatud *Teraviljakasvatuse käsiraamatu 1999* kaasautor, milles ta käsitab külvikordi. On avaldanud üldse 140 teadustrükist kogumahuga 125 trükipoognat.

Heinrich Vipper oli Teadusnõukogude liige EPA-s ja hiljem EPMÜ-s ning Eesti Maaviljelusinstituudi juures Sakus. Ajakirja *Sotsialislik Põllumajandus* toimetuskollegiumi liige, *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi* auliige 2006 jm.

Tööperioodil Polli Katsebaasis 1952–1966 uuris Heinrich Vipper valge mesika, maisi, üheaastase lupiini ja teraviljade agrotehnikat. 1966 kaitses väitekirja teemal *Üheaastased lupiinid (Lupinus sp.), nende introduktsiooni võimalused ja agrotehnika Eesti NSV-s.*

Maisikampaania ajal umbes 1954 käis Pollis sageli akadeemik Johan Eichfeld (1893–1989), kes tõi sinna hulk maisisorte, et võrrelda neid katsetes nii haljasmassi, kui ka terasaagi, ehk seemnekasvatuse seisukohalt. Neil Eichfeldiga oli hea läbisaamine.

Samal ajal Polli filiaalis töötades kuulus Heinrich Vipper teadusliku uurimistöö valdkonnas Kuusiku filiaalis paikneva agrotehnika laboratooriumi koosseisu, mille juhatajaks oli hilisem professor Elmar Haller (1907–1985), kes saigi tema teadusliku uurimistöö esimeseks suunajaks ja juhendajaks. Haller jättis kohe algusest peale heatahtliku ja asjaliku mulje, mistõttu koostöö kulges ladusalt.

1955. aastal tegi Haller ettepaneku Heinrich Vipperile rajada Pollis spetsiaalsed täppiskatsed, et võrrelda aluselises ja happelises keskkonnas idanenud valge mesika seemnete mõju mesikataimede edasisele kasvule ja arengule. Katsetulemused olid üllatavad.

Väga selgelt ilmnes, et valge mesika seemnete eelidandamine karbonaatses mullas tagas mesikataimede peaaegu sama normaalse kasvu ja arengu kui seemnete külv hästilubjatud mulda. See andis Elmar Hallerile otsustava tõuke ja usu, et idanemiskeskkonna mõnede komponentide mõju võib olla isegi määrava tähtsusega mitmete kultuuride edasisele kasvule ja arengule. Ning 1960. aastatel alustas professor Haller idanemiskeskkonna mõju uurimist põllukultuuride mõningatele füsioloogilis- biokeemilistele protsessidele*, *töötades välja kultuurtaimede idanemiskeskkonna teooria (1967).

Viimasega saavutas Elmar Haller rahvusvahelise tunnustuse (1983).

Kuusikul töötas Heinrich Vipper koos dr. Arnold Piho (29.01.1924 Koiola vald – 8.12.1978 Kuusiku), vanemteadurite Lembit Kõrgase ja Peeter Viiliga. Siin kujunes tema peamiseks valdkonnaks mullaharimise aluste uurimine, mille juures ta pööras erilist tähelepanu mullaharimise diferentseerimise teoreetiliste aluste ja praktiliste võtete väljatöötamisele Eestis. Seoses sellega aastatel 1970–85 tegeles ta aktiivselt künnivõistluste propageerimisega ja oli korduvalt vabariiklike künnivõistluste peakohtunik.

EPA-s uuris ja võrdles Heinrich Vipper kuueteistkümne aasta kestel, 1981–1997, koos vanemõpetaja Toivo Kuill'i (1932–2002) ja Enn Lauringsoni ning Jaan Kuhtiga erinevate maaviljelussüsteemide sobivust Eesti oludes.

Eristatakse kolme peamist maaviljelussüsteemi. Esimene neist on *intensiivne maaviljelussüsteem*, mida iseloomustab eesmärk saada põhikultuuride maksimumsaake intensiivistamise tippтegurite (mineraalväetised, pestitsiidid jt.) kõrgtasemel rakendamise teel, mis aga läheb varem või hiljem teravasse vastuollu looduskeskkonna ja toodangu kvaliteediga. Uurimise tulemustest selgus, et seda süsteemi võiks kasutada Eestis teatud aega mõistlikkuse piires.

Teine on *tasakaalustatud ehk integreeritud maaviljelussüsteem*, mida iseloomustab ühelt poolt püüd majandada säästlikult ja vältida või oluliselt vähendada negatiivset mõju keskkonnale ning toodangu kvaliteedile, vältides neid maheda maaviljeluse võtteid, mis põhjustavad suure saagi languse. Erinevalt mahedast maaviljelusest on lubatav mineraaalväetiste ja pestitsiidide mõõdukas kasutamine, mis ei avalda olulist negatiivset mõju looduskeskkonnale ja toodangu kvaliteedile. See süsteem sobib Eestis kasutamiseks valdaval osal haritavast maast.

Kolmas on *mahe maaviljeluse süsteem*, vastand *intensiivsele maaviljelussüsteemile* ja seda iseloomustab tootmise kõige väiksem intensiivsus, kuid samal ajal kõige suurem keskkonna sõbralikkus. Näiteks erinevalt teistest maaviljelussüsteemidest välistab see peaaegu täielikult kaasaegsete mineraalväetiste ja pestitsiidide kasutamise. *Mahedal maaviljeluse süsteemil* on tänapäeval neli tähtsamat allsüsteemi: *orgaaniline, bioloogiline, orgaanilis-bioloogiline ja biodünaamiline.*

Heinrich Vipper rõhutab:

Praegu peaks järgima teist maaviljelussüsteemi, muidu teeme mullale liiga, taimed on üleväetatud, mis pole inim-, ega ka loomatoidule hea. Mahedal tootmisel on omad piirid, kuna toode on kallim, ostjaid vähem, lähevad pankrotti, selle pindala võiks haarata reaalselt 6–8% Eesti haritavast põllumaast.

Põhihobiks on olnud juubilarile harrastusspordina kergejõustik. Üheks huvialaks oli teivashüpe ning suusatamine ja suusahüpped. Huvi oli nii suur, et ehitasid 1960nda paiku kahekesi tuntud suusataja Lembit Viita´ga hüppemäe Karksi-Nuia mägedesse. Rajatis võimaldas ohutult hüpata 30 meetri kaugusele. Siiamaale on Heinrichil meeles, kuidas nad kahekesi Lembituga kallakut labidatega süvendasid, käte jõul jämedad postid püsti ajasid jne. Hüppemägi oli kasutatav oma paarkümmend aastat, kuni puit mädanes ja see lagunes. Tartus olles osales Heinrich Vipper ülikooli võrkpalli kolmandas meeskonnas ja harrastas muid spordialasid. Kuusikule tööle asudes rajati just Vipperi ajal sinna korralik võrk- ja korvpalliväljak, kohalik rahvas kutsub seda tänaseni „Heinrichväljakuks".

Abikaasa Irene, neiuna Kleinberg, lõpetas Türi Aiandustehnikumi ja pühendus ehisaiandusele. Heinrich Vipper meenutab:

Irenega tutvusin Jõgeval sorditunnustajate kursustel, olime seal pidevalt ninapidi koos. Irene juba töötas sel ajal, Viljandi põllumajandusvalitsuses nooremagronoomina. Abiellusime 31. detsembril 1952, registreerisime Tartu perekonnabüroos, olin siis veel tudeng. Selle kuu viimasel päeval möödub meie abielu algusest 56 aastat.



Tütardega 1958
vasakult Kaja ja Tiiu

Peres on kaks last. Kaja sündis 1954 ja omandas proviisori kutse Tartu Ülikoolis. Tema mees Ants lõpetas Tartu Ülikooli arstiteaduskonna. Praegu viibib Kaja koos mehega Brüsselis tööl, Eesti riigi huvides. Nende poeg, samuti Ants lõpetas aga Tartus sõjakooli (Kaitseväe Ühendatud Õppeasutused), tema on käinud rahuvalve missioonil Kossovos ja Afganistanis. Tütrepojal Antsul on omakorda kümneaastane Ants-Kristoffer ning aasta ja kuu vanune Meribel. Kaja tütrel Kerttul on 9 aastane poeg Akko-Sten. Tütar Tiiu sündis 1957 ja on tegev raamatukogunduse alal. Vanavanaisa Heinrich meenutab:

Irene süstis minusse ka ilu ja aiandushuvi, üle 20 aasta olen seda teinud Peedu suvekodus, mille isa ja ema ostsid 1970. aastal, kuna Endla talus polnud enam võimalik elada – kohalik majand ehitas talu vahetusse lähedusse ühele poole karja- ja teisele poole sealauda. Peedul seevastu on väga hea ja rahulik. Seal on meil nüüd 0,3 ha maad, mida ise suviti harime ja korrastame, muru niidame jm. Peedul on meil üle 200 roosisordi, kõik avamaal. Roosiistikud saame nii, et silmame kibuvitsa alusele – see on päris täppistöö, kui valesti teed, ei tule midagi välja. Peedul on meil ilusa kallaku peal kiviktaimla ca 120 liigiga, tööd suvel jätkub...

Abikaasa Irene: ***Kodus on ta täpne.***

Heinrich: ***Kella ma tunnen****.*

Emeriitprofessor arvab:

Eesti Maaülikooli nimetus õigustab end täiesti, sest seal valmistatakse ette noori spetsialiste, kõrgtasemel asjatundjaid maaelu erinevate alade jaoks. Kuigi vahepeal, 10–15 aastat tagasi, kaldus üldsuund minema üsna kreeni, kiputi teelt ära libisema, on nüüd rektor Mait Klaasseni juhtimisel näha maaaülikooli head tulevikku.

Kauaegne kaastöötja Kuusiku päevilt, paar aastat vanem mees, Lembit Kõrgas:

Ma ütleks nii, et Vipper on üks täpne ja asjalik mees, vähemalt teadustöös, ka ühiskondlikus töös tegutsemisvalmis mees. Juhatajana kaunis asjalik. Ta ei olnud mees, kes noriks, ta oli niisugune ideeline mees, omavahel öeldes...

1982. omistati Heinrich Vipperile teenelise teadlase aunimetus.

Palju õnne!

* * *

Allikad:

Juubilar Heinrich Vipperilt küsitlusandmed, 4. detsembril 2008, AnnelinnasTartus.

Lembit Kõrgaselt küsitlusandmed telefoni teel 8. detsembril 2008.

Joandi, Aimur. Professor Elmar Halleri elu ja töö. Tartu 2007, 232 lk.

Jänesmäel, 05. detsembril 2008,
kirjutatud kella 5–21.30-ni,
materjali saamine eelmisel,
järelviimistlus komel järgmisel,
kokku viis kõva päeva.

JUUBELID 2008

95
Aksel Mark

85
Helmi Ereb
Endel Kala
Valve Smoljakova (Pärnaste)
Valter Pilv

80
Evald Reimets
Heino Kees
Nikolai Koslov
Kalju Ojaveski
Herbert Pajupuu
Varri Soo
Arnold Rüütel
Elli Kuum
Neeme Russi
Rein Kask
Jaan Liiv
Nikolai Männik
Heiti Haldre
Heinrich Vipper
Alexander Aštaškin
Helmo Niine
Kaljo Reidla

75
Kalju Barkala
Allan Metsa
Enn Soovik
Ilmar Karjane
Vello Raagmets
Jaan Kivistik
Heino Kask
Valter Pakk
Aigar Suurmaa
Hans Kavak
Valjo Masso
Leonhard Linnas
Leonhard Kevvai
Kalju Kannel
Huno Eller

70
Vello Malken
Taavet Valgus
Jaan Praks
Luule Tartlan
Herma Olak
Valdek Loko
Ilme Nõmmisto
Tiina Tiidt
Hindrek Older
Mart Vaus
Antu Rohtla
Arvi Sepp
Edvin Nugis
Mare Puhk
Anne-Liis Sõmermaa
Olev Saveli
Uno Tamm
Tõnu Keskküla

60
Olav Kärt
Saima Kalev
Rein Muoni
Kalju Paalman
Anne Lüpsik
Silvi Tölp

50
Kadri Karp
Andres Hellenurme
Raul Kirsel
Peep Piirsalu
Alar Karis
Marje Särekanno
Riho Gross
Toomas Laidna

Eesti Maaülikoolis 2008. a. kaitstud doktoritööd

Helen Agasild – The role of zooplankton grazing in shallow eutrophic lake ecosystems (Zooplanktoni toitumise mõju madalate eutroofsete järvede ökosüsteemile). Juhendaja: vanemteadur Tiina Nõges, PhD (Eesti Maaülikool). Oponent: Lázló G.-Tóth, Dr Sci (Balatoni Limnoloogiainatituut, Ungari Teaduste Akadeemia).

Raul Rosenvald – Biota and persistence of retention trees in relation to the characteristics of the trees and cut areas (Säilikpuude elustiku ja säilivuse seosed raiesmiku ja puu omadustega). Juhendajad: prof. Hardi Tullus, knd (biol; Eesti Maaülikool), vanemteadur Asko Lõhmus, PhD (Ökoloogia ja maateaduse instituut, Tartu Ülikool). Oponent: dots. Matts Lindblach, PhD (Lõuna-Rootsi Metsauurimiskeksus, Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikool).

Mati Roasto – *Campylobakter* spp. in poultry and raw poultry meat products in Estonia with special reference to subtyping and antimicrobial susceptibility (Kampülobakterite esinemine Eestis kodulindudel ja tooretes linnulihatoodetes, tüvede tüpiseerimine ja antibiootikumidele tundlikkuse määramine). Juhendajad: prof. Marja-Liisa Hänninen, DVM, PhD (Toidu- ja keskkonnahügieeni osakond, Loomaarstiteaduskond, Helsingi Ülikool), Eesti Maaülikooli külalisprof. Ari Härman, DVM, PhD (Euroopa Komisjon, Tervise ja tarbijakaitse talituse direktor), dots. Priit Elias, knd (tehn; Eesti Maaülikool). Oponent: prof. Eva Olsson, DVM, PhD (Biomeditsiini ja veterinaarrahvatervishoiu osakond, Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikool, Euroopa Liidu termofiilsete kampülobakterite kontrolliüksuse juhataja, Rootsi Veterinaarinstituut).

Ruth Lauk – Kaun- ja teraviljade segukülvide kasvatamise teoreetilisi ja praktilisi aspekte (Theoretical and practical aspects of growing legume-cereal mixes). Juhendaja: prof. Ervi Lauk, Dr. Sci. (Eesti Maaülikool). Oponent: Mati Koppel, PhD (Direktor, Jõgeva Sordiaretuse Instituut).

Anu Kisand – Sediment phosphorus forms and their role in lake ecosystems (Settefosfori vormid ning nende mõju järvede ökosüsteemidele). Juhendaja: Vanemteadur Tiina Nõges, PhD (Eesti Maaülikool). Oponent: teadur Thomas Gonsiorczyk, PhD (Limnoloogia ja kihistunud järvede osakond, Leibnizi-nimeline mageveeökoloogia ja sisevete kalanduse instituut).

Marek Metslaid – Growth of advance regeneration of Norway spruce after clearcut. Hariliku kuuse eeluuenduse kasv lageraie järgselt. Juhendajad: vanemteadur Kalev Jõgiste, PhD (Eesti Maaülikool), prof. Eero Nikinmaa, PhD (Metsaökoloogia osakond, Helsingi Ülikool). Oponent: prof. Urban Nilsson, PhD (Lõuna-Rootsi Metsauurimiskeskus, Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikool).

Ivi Jõudu – Effect of milk protein composition and genetic polymorphism on milk rennet coagulation properties (Piima valgulise koostise ja geneetilise polümorfismi mõju piima laapumisomadustele). Juhendajad: prof. Olav Kärt dr (põllumajandus; Eesti Maaülikool), prof. emer. Olev Saveli, dr (põllumajandus; Eesti Maaülikool); konsultant: teadur Merike Henno, PhD (Eesti Maaülikool). Oponent: Toomas Allmere, PhD (Arendusjuht, Milko, Rootsi).

2008. a. ilmunud põllumajanduslikud raamatud



Loide. V. 2008. Magneesium taimes, mullas dolokivis. Kuusiku, Rebellis, 62 lk



Loide, V. (koostaja). 2008. Mulla happesus ja selle neutraliseerimine, Kuusiku, Rebellis, 23 lk



Lõiveke, H. 2008. Teraviljade fusarioosid Eestis. Saku, Rebellis, 77 lk



Paul Lättemäe. 2008. Silo. Saku, Rebellis, 72 lk



Meripõld, H. (koostaja). 2008. Liblikõieliste seemnekasvatus. Saku, Rebellis, 67 lk



Põllukultuuride uuemad sordid, nende omadused ja kasvatamise eripära. 2008. Jõgeva Sordiaretuse Instituut, Vali Press OÜ, 95 lk.

Roostalu, H. 2008. Agromajanduslikud riskid taimekasvatuses ja nende leevendamise võimalused. Tartu Põllumeeste Liit, Tartumaa Trükikoda, 112 lk.



Saron T., Henno, M., Jõudu, I., Kärt, O., Sikk, V. 2008. Piima kvaliteedist. OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskus, Print Media OÜ.



Tikk, H., Tikk, V., Piirsalu, M. 2008. Linnukasvatus II. Eestis vähelevinud põllumajanduslinnud. Tartumaa Põllumeeste Liit, Eesti Maaülikool, 183 lk.

Vabar, M. 2008. Mesiniku Magus Elu, ehk, Harrastusmesila rajamine ja rentaabel majandmaine. Saku, Aabitsakukk, 250 lk.

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

Aadress

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 terminate puhul kasutada *kursiivi* (*t*-test, $n = 193$, $P > 0.05$). Kasutada ülamärkidena '….', 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 **Ariel** 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 viidatakse rohkem kui ühele publikatsioonile, siis: 1. viitamine toimub vastavalt ilmumisaastale (suurenev), 2. kui ilmumisaasta 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 ´. ´ (mitte ´ , ´): 0.6 ± 0.2

Kasutada koma tuhandete märkimiseks - 1,230.4 (üks tuhat kakssada kolmkümmend koma neli)

Ilma vaheta: 5^0C, 5% (mitte 5 ^{0}C, 5 %)

Kasuta ´–´ (mitte ´-´) 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 ± 0.2

Kasuta ´kg ha^{-1} ´ (mitte ´kg/ha´)

Kasuta ´ ^{0} ´: 5^0C (mitte ´5^{o}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., Olff, H. 1999. Herbivore diversity and plant dynamics: compensatory and additive effects. – In Olff, H., Brown, V.K., Drent, R.H. (eds): *Herbivores between plants and predators. The 38th 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^{-1}' (not 'kg/ha')
Use ' ° ' : 5°C (not 5°C)