

EESTI MAAVILJELUSE INSTITUUT  
EESTI MAAÜLIKOOL  
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut  
JÕGEVA SORDIARETUSE INSTITUUT

ESTONIAN RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE  
ESTONIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES  
Institute of Agricultural and Environmental Sciences  
JÕGEVA PLANT BREEDING INSTITUTE

**AGRONOOMIA 2010/2011**  
**AGRONOMY 2010/2011**

SAKU 2011

Toimetaja  
Editor

Jüri Kadaja

Kogumik ilmub teaduskonverentsiks Agronoomia 2010/2011.

The present book is published for the conference Agronomy 2010/2011.

Kogumiku toimetaja tänab artiklite retsensente nende suurepärase töö eest.

Editor of the book would like to thank all reviewers for their perfect work.

© 2011 Eesti Maaviljeluse Instituut / Estonian Research Institute of Agriculture  
Eesti Maaülikool / Estonian University of Life Sciences  
Jõgeva Sordiaretuse Instituut / Jõgeva Plant Breeding Institute

Trükitud Sakus trükikojas AS Rebellis  
Printed at Saku by AS Rebellis

**ISSN 1736-6275**

## SISUKORD

### Maaviljelus

<b>M. Alaru, R. Lauk, M. Noormets</b> – Reoveesette järelmõju odra saagile ja raskmetallide sisaldusele	9
<b>L. Edesi, M. Järvan, A. Adamson, M. Paivel</b> – Külvisenormi mõju teraviljade umbrohtumusele mahe- ja tavapõllumajanduslikus külvikorras	15
<b>A. Ingver, I. Tamm, Ü. Tamm</b> – Viljelusviisi mõju suviteraviljade saagi komponentide ja kõrre omadustele	23
<b>M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson</b> – Erinevate viljelusviiside mõju taimetoite-elementide sisalduse dünaamikale mullas	29
<b>R. Kõlli</b> – Euroopa huumusvormide klassifikatsiooni väljatöötamisest	37
<b>K. Sepp, J. Kanger, M. Särekanno</b> – Mullaviljakuse muutusest mahe- ja tavaviljelusel külvikordades	45
<b>L. Talgre, E. Lauringson, A. Makke, M. Lükko, L. Nurm</b> – Vahekuultuuride biomassi moodustumise ja toitainete sidumise võime	53

### Põllukultuurid

<b>A. Adamson, M. Järvan, L. Edesi</b> – Suvirapsi tootmiskatsete tulemustest	61
<b>V. Ereemeev, B. Tein, R. Šarin, M. Treimuth</b> – Ruponicsi mõju kartuli mugulate arvule ja mugula keskmisele massile 2010. aastal	67
<b>M. Haljak, Ü. Tamm</b> – Odra uue aretise ja standardsordi ‘Anni’ morfoloogilised tunnused aastatel 2008–2010	73
<b>M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson, M. Kuuskla</b> – Lehevätiste mõju talinisu saagikusele ja kvaliteedile	79
<b>J. Kadaja, T. Saue</b> – Ilmastikuressursid kartuli kasvatuseks kliimamuutuste tingimustes	87
<b>T. Kangor, A. Ingver, I. Tamm, M. Moks, Ü. Pöldur, Ü. Soorm, L. Iisak, J. Kukk</b> – Suvinisu agronoomilistest omadustest ja saagi kvaliteedist erinevates katsekohtades	95
<b>H. Rossner, T. Teesalu, A. Toomsoo, E. Leedu, A. Astover</b> – Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu mõju suviteraviljadele	101
<b>M. Särekanno, K. Kotkas</b> – Mereadrust üldiselt ja selle kasutamise võimalustest kartuli kasvatamisel	109
<b>B. Tein, V. Ereemeev</b> – Kartuli mahapanekueelse ettevalmistusviisi mõju hilise kartuli ‘Anti’ saagikusele	117
<b>T. Varul, I. Keres, M. Noormets, R. Viiralt, H. Raave, M. Nõges, J. Rebane</b> – Biosöe mõjust väetise efektiivsusele ja odra saagile	123

### Rohumaaviljelus

<b>H. Meripõld, P. Lättemäe, U. Tamm, S. Tamm</b> – Ida-kitseherne ja kõrreliste segukülvide saak ning saagi kvaliteet	129
--	-----

- U. Tamm, P. Lättemäe, S. Tamm** – Lutserni segukülvi botaanilise koosseisu mõju rohusööda kvaliteedile 133
- M. Tampere, K. Kauer, M. Noormets, A. Parol, H. Raave, A. Selge, R. Viiralt** – Väetamise mõju lämmastiku ja kaaliumi leostumisele rohumaal 139

### Taimekaitse

- E. Akk, E. Ilumäe, M. Järvan** – Fungitsiidide Folicur EW 250 ja Amistar Xtra SC mõju põldoa-šokolaadilaiksusele (*Botrytis fabae*) 149
- K. Hiisaar, A. Parm** – Naeri-hiilamardika *Meligethes aeneus* allajahtumisvõimet mõjutavad tegurid 153
- K. Jõgar, L. Metspalu, C. Ploomi, K. Hiisaar, I. Kivimägi, T. Tasa** – Väikekapsaliblika (*Pieris rapae* L.) arvukus erinevatel kultuuridel 161
- R. Kaasik, G. Kovács, A. Luik, E. Veromann** – Seltsilistaimede mõju entomofauna mitmekesisusele valgel peakapsal 165
- A. Koitsaar, H. Nurmekivi, M. Koppel** – Herbitsiidide mõju hariliku puju (*Artemisia vulgaris*) tõrjel 173
- L. Metspalu, E. Jakin, K. Jõgar, I. Kivimägi, A. Ploomi** – Kapsaöölase (*Mamestra brassicae* L.) arvukus erinevatel ristõielistel köögiviljakultuuridel 177
- R. Muljar, M. Mänd** – Meemesilase ja biofungitsiidi Prestop Mix kasutamine aedmaasika hahkhallituse tõrjes 183
- K. Nurk, E. Runno-Paurson, M. Toome, A. Astover** – Lämmastik- ja alternatiivväetiste mõju kõrreliste helelaiksuse ohtrusele nisul 187
- A. Ploomi, L. Metspalu, K. Jõgar, I. Kivimägi, E. Jakin** – Kapsakoi toidutaimede eelistused 193
- E. Runno-Paurson, A. Aav, A. Einola, V. Vaater** – Kartuli-lehemädaniku vaatluskatse tulemustest 2010 Einola talus 197
- K. Sildoja, P. Sooväli, M. Koppel** – Puhtimispreparaatide võrdluskatse tulemustest talinisul lumiseene rohkel 2010. aastal 203
- L. Tartlan, E. Nugis, K. Hamburg** – Brimstone kartuli hariliku kärna (*Streptomyces scabies*) tõrjes 209

### Mitmesugust

- E. Espenberg, H. Raave, M. Noormets, L. Oper** – Energiaheinana toodetava päideroo kasvatamise majanduslik tulem kattetulu meetodil 215
- E. Suuster, A. Astover, H. Roostalu, P. Penu** – Suuremõõtkavalisest mullastikukaardist maakasutuse otsusteni 223
- K. Tamm, R. Vettik** – Sõnniku liigiline jaotus Eestis ja selle toitainete rahaline väärtus 231
- E. Nugis, T. Tammets** – 100 aastat Heiki Tammetsa sünnist 237

## CONTENTS

### Soil management

<b>M. Alaru, R. Lauk, M. Noormets</b> – After-effect of waste water sludge on barley's grain yield and heavy metals content	9
<b>L. Edesi, M. Järvan, A. Adamson, M. Paivel</b> – The influence of seeding rates on cereal weediness in organic and conventional cropping systems	15
<b>A. Ingver, I. Tamm, Ü. Tamm</b> – Influence of cultivation type to yield components and straw characteristics of spring cereals	23
<b>M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson</b> – The influence of different cropping systems on plant nutrients dynamics in soil	29
<b>R. Kõlli</b> – About elaboration of European humus forms' classification	37
<b>K. Sepp, J. Kanger, M. Särekanno</b> – Changes in soil fertility in crop rotations of organic and conventional farming	45
<b>L. Talgre, E. Lauringson, A. Makke, M. Lükko, L. Nurm</b> – Biomass formation and nutrient amount returned to soil of various catch crops	53

### Field crops

<b>A. Adamson, M. Järvan, L. Edesi</b> – Results of production trials with spring oilseed rape ( <i>Brassica napus</i> L.)	61
<b>V. Ereemeev, B. Tein, R. Šarin, M. Treimuth</b> – The effect of Rupronics on the number of tubers per plant and on average tuber weight in 2010	67
<b>M. Haljak, Ü. Tamm</b> – The morphological characteristics of a new perspective breed of barley and standard variety Anni in 2008–2010	73
<b>M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson, M. Kuuskla</b> – The effect of foliar fertilizers on the yield and quality of winter wheat	79
<b>J. Kadaja, T. Saue</b> – Weather resources for potato production in climate changes conditions	87
<b>T. Kangor, A. Ingver, I. Tamm, M. Moks, Ü. Pöldur, Ü. Soorm, L. Iisak, J. Kukkk</b> – The agronomical and quality characteristics of spring wheat in different environmental conditions	95
<b>H. Rossner, T. Teesalu, A. Toomsoo, E. Leedu, A. Astover</b> – The effect of aspen pulp sludge mixture with clincer dust on spring cereals	101
<b>M. Särekanno, K. Kotkas</b> – Seaweed in general and utilization possibilities in growing potatoes	109
<b>B. Tein, V. Ereemeev</b> – The effect of pre-planting treatment of tubers on yield of late potato cultivar 'Anti'	117
<b>T. Varul, I. Keres, M. Noormets, R. Viiralt, H. Raave, M. Nõges, J. Rebane</b> – Biochar influence to fertilizers efficiency and barley yield	123

### Grassland management

<b>H. Meripõld, P. Lättemäe, U. Tamm, S. Tamm</b> – Yield and quality of different fodder galega grass-mixtures	129
---	-----

- U. Tamm, P. Lättemäe, S. Tamm** – The effect of botanical composition of lucerne-grass mixture on nutritive value of forage 133
- M. Tampere, K. Kauer, M. Noormets, A. Parol, H. Raave, A. Selge, R. Viiralt** – Effect of fertilization on nitrogen and potassium leaching in grassland 139

### Plant protection

- E. Akk, E. Ilumäe, M. Järvan** – The impact of the fungicides Folicur EW 250 and Amistar Xtra SC against chocolate spot on the faba bean 149
- K. Hiisaar, A. Parm** – The factors affecting the supercooling ability of *Meligethes aeneus* F. 153
- K. Jõgar, L. Metspalu, C. Ploomi, K. Hiisaar, I. Kivimägi, T. Tasa** – Host plant preference of Small White *Pieris rapae* L. on different food plants 161
- R. Kaasik, G. Kovács, A. Luik, E. Veromann** – Impact of companion plants on the diversity of entomofauna in white cabbage 165
- A. Koitsaar, H. Nurmekivi, M. Koppel** – Use of herbicides in control of mugwort (*Artemisia vulgaris*) 173
- L. Metspalu, E. Jakin, K. Jõgar, I. Kivimägi, A. Ploomi** – Host plant preference of Cabbage moth (*Mamestra brassicae* L.) on various cruciferous crops 177
- R. Muljar, M. Mänd** – Using honey bees to disseminate the biofungicide Prestop Mix to strawberries for *Botrytis cinerea* control 183
- K. Nurk, E. Runno-Paurson, M. Toome, A. Astover** – The impact of nitrogen and alternative fertilizers on the leaf blotch severity on spring wheat 187
- A. Ploomi, L. Metspalu, K. Jõgar, I. Kivimägi, E. Jakin** – Diamondback moth host plants preference 193
- E. Runno-Paurson, A. Aav, A. Einola, V. Vaater** – Results of potato late blight observation trial in 2010 at Einola Farm 197
- K. Sildoja, P. Sooväli, M. Koppel** – Effect of seed treatments on winter wheat on heavy pink snow mold infection in 2010 203
- L. Tartlan, E. Nugis, K. Hamburg** – Control of Common scab (*Streptomyces scabies*) of potato tubers 209

### Miscellaneous

- E. Espenberg, H. Raave, M. Noormets, L. Oper** – The economical outcome of the reed canary grass as energy hay using gross margin method 215
- E. Suuster, A. Astover, H. Roostalu, P. Penu** – Implementation of large-scale soil map for agricultural decision making 223
- K. Tamm, R. Vettik** – Allocation of different types of manure in Estonia and monetary value of manure nutrients 231
- E. Nugis, T. Tammets** – 100 years from the birth of Heiki Tammets 237

MAAVILJELUS  
SOIL MANAGEMENT





## REOVEESETTE JÄRELMÕJU ODRA SAAGILE JA RASKMETALLIDE SISALDUSELE

**Maarika Alaru, Ruth Lauk, Merrit Noormets**

Eesti Maaülikool

**Abstract.** *Alaru, M., Lauk, R., Noormets, M. 2011. After-effect of waste water sludge on barley's grain yield and heavy metals content. – Agronomy 2010/2011, 9–14.*

*To investigate the after-effect of waste water sludge and different energy plants (maize cv. 'Ainergy' and 'Crescendo', hemp cv. 'Chameleon' and 'Santhica' and sunflower cv. 'Wielkopolski') on the grain yield and heavy metals content of barley, a long-term field trial was established in 2008 at the Institute of Agricultural and Environmental Sciences of Estonian University of Life Sciences, near Tartu (58° 23' N, 26° 44' E), Estonia, on Stagnic Luvisol (WRB 1998 classification) soil (sandy loam surface texture, C 1.12%, and N 0.12%,  $pH_{KCl}$  5.6). Waste water sludge from Tartu (100 kg N ha<sup>-1</sup>) was applied to energy plants in 2009; barley cv. Leeni was sown in 2010.*

*The effect of waste water sludge on soil bulk density was negative in 2009. The soil bulk density then increased 0.22–0.28 g cm<sup>-3</sup>, but in the next year, the waste water sludge after-effect on the soil bulk density was comparable to control treatment. Barley's grain yield increased by waste water sludge after-effect 1.5–2.1 times; energy plants after-effect was insignificant.*

*In comparison with control treatment the heavy metals content in barley's stems was smaller in treatments where waste water sludge was used in the last year. The heavy metals content in barley grain increased for Pb, Zn and Cu by waste water sludge after-effect, whereby Cu content by waste water sludge and sunflower concurrence exceeded the permitted norms 1.7 times.*

**Keywords:** *heavy metals, waste water sludge after-effect*

**Maarika Alaru, Ruth Lauk, Merrit Noormets,** *Institute of Agricultural and Environmental Sciences, I Kreutzwaldi St., 51014, Tartu, Estonia*

### Sissejuhatus

Reoveesete on küll väga rikas orgaanilise aine ja taimede vajalike toitainete lämmastiku, fosfori ja kaaliumi poolest, kuid tema kasutamist orgaanilise väetisena toidu- või söödavilja kasvatamisel piiravad temas sisalduvad saasteained, eelkõige raskmetallid. Palju uuringuid on tehtud reoveesete kui orgaanilise väetise otsuse kohta erinevate kultuuride kasvatamisel (Kauthale et al., 2005; Kosobucki et al., 2000; Sloan et al., 1998; Richards et al., 1998). Uurimustöodes on tõdetud, et reoveesete kasutamine orgaanilise väetisena suurendab taimede maapealset biomassi ja saagikust ning parandab mulla füüsikalisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi (Snyman et al., 1998; Aggelides ja Londra, 2000; Delgado et al., 2002). Delgado et al., (2002) kinnitab ka, et taimede raskmetallide sisaldus ei suurenenud reoveesete kasutamisel. Richards et al. (1998) kinnitab, et mineraalväetiste asemel saab kasutada reoveesetet kui taimedele väärtuslike toitainete allikat. Selle uurimustöö üks eesmärke oli uurida Tartu linna reoveesete esimese aasta järelmõju erinevate energiataimede (mais, kanep ja päevalill) järel kasvatatud odra saagile ja selle raskmetallide sisaldusele.

## **Metoodika**

Artiklis on kasutatud 2008.–2010. aastal Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Taimekasvatuse ja rohumaaviljeluse osakonnas läbiviidavast energiataimede katsest 2009. ja 2010. a saadud andmeid.

2009. a väetati üks osa katsealast kahe sordi maisi ja kanepi ning ühe sordi päevalille külvi eelselt Tartu linna reoveesetega, kusjuures N koguseks oli arvestatud 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Kontrolliks oli katseala, kus energiataimedele väetisi ei antud (N0 variant). Maisi sortidena olid kasutuses 'Ainergy' ja 'Crescendo', mis saadi firmast Older Group; kanepi sortidest 'Chameleon' ja 'Santhica', mis osteti firmast Perfectplant; päevalille sort oli 'Wielkopolski', saadi Poolast. Samale alale külvati 2010. a reoveesette järelmõju uurimiseks oder 'Leeni' (Jõgeva SAI) külvisenormiga 350 idanevat seemet m<sup>-2</sup>. Uuriti ka energiataimede järelmõju odra terasaagi umbrohtumusele.

Katselapi suurus oli 13 m<sup>2</sup>, katselapid olid kolmes korduses ja paiknesid randomiseeritult. Katseala muld oli Stagnic Luvisol WRB 1998. a klassifikatsiooni järgi, lõimise on liivsavi, pH<sub>KCl</sub> 5,6, C 1,2%, ja N 0,12%.

Katsealade (lämmastikväetiste otse- ja järelmõju) mullaproovid võeti kevadel 26. aprillil ja sügisel 27. augustil 2010. a. Sügisel võeti odra ja kanepi foonide mullast ka lasuvustiheduse proovid. Raskmetallide sisaldus 2010. a väetisena kasutatud reoveesettes, selle kasvufooni mullas ja taimedes on määratud OÜ Tartu Keskkonnauuringute laboris. Statistilises andmetöötluses on kasutatud korrelatsioon- ja deskriptiivset analüüsi (ANOVA).

## **Tulemused ja arutelu**

### ***Reoveesette 1. aasta järelmõju odra terasaagile***

Odra terasaak oli usutaval määral positiivselt mõjutatud reoveesette 1. aasta järelmõjust ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ), energiakultuuride järelmõju odrasaagile oli statistiliselt ebausutav (joonis 1). Üldine odra saagikus jäi väikseks, mis ilmselt oli osaliselt tingitud väiksest külvisenormist (350 idanevat seemet m<sup>-2</sup>) kui ka hilisest külvist (19. mail 2010 koos teiste kultuuridega). Kirjanduse andmetel peaks kanepi järel kasvatatud kultuuri saak olema umbrohupuhas (Small, Marcus, 2002). Meie katses oli reoveesetega väetatud variantidel umbrohtumus nii kanepi kui ka päevalille järel võrreldes maisiga statistiliselt usutaval määral väiksem (joonis 2).

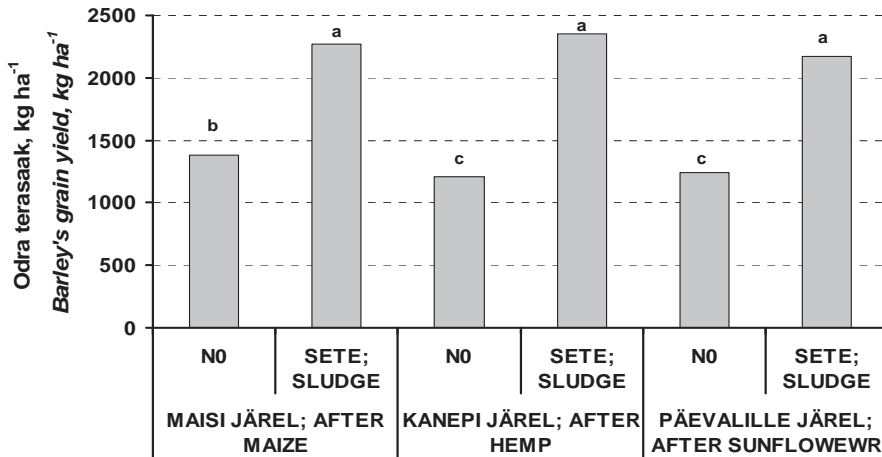
Reoveesette otsemõju tagajärjel, st reoveesette kasutusaastal, halvenes mulla lasuvustihedus statistiliselt usutaval määral, kusjuures setet saanud variantidel oli lasuvustihedus võrreldes N0 variandiga 0,22–0,28 g cm<sup>-3</sup> suurem (künnikihi keskmine 1,68 ± 0,03 g cm<sup>-3</sup>). Aasta hiljem pärast reoveesetega väetamist oli mulla künnikihi lasuvustihedus võrreldav N0 variandiga, st usutavaid erinevusi variantide vahel enam ei olnud (sette 1. aasta järelmõju tagajärjel oli mulla künnikihi keskmine lasuvustihedus 1,54 ± 0,06 ja kontrollvariandil vastavalt 1,59 ± 0,05 g cm<sup>-3</sup>).

### ***Reoveesette mõju odra varte ja terade raskmetallide sisaldusele***

2009. a kevadel väetati energiakultuure maisi, kanepit ja päevalille reoveesetega, millega viidi mulda ka raskmetalle (tabel 1). Reoveesette kuivainesisaldus oli 22,4%.

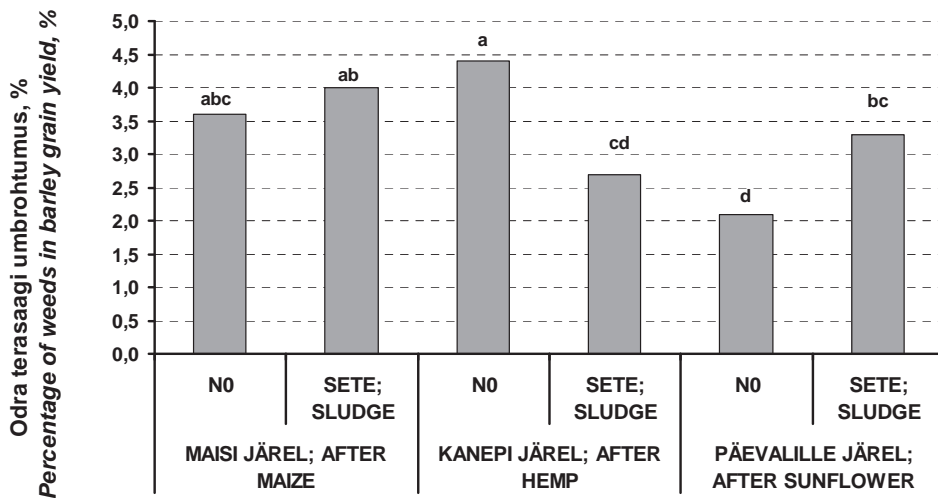
Katses kasutatud reoveesette raskmetallide kogused ei ületanud mitte ühegi määratud raskmetalli osas lubatud piirväärtusi. Selles artiklis me ei analüüsi lähemalt

mulla raskmetallide sisaldust pärast reoveesetega väetamist, vaid pöörame suuremat tähelepanu reoveesette järelmõjule odra varte ja terade raskmetallide sisaldusele. Lühidalt võib mulla kohta öelda, et ühegi raskmetalli kogus (mg) mulla kuivaine kg kohta ei ületanud lubatud piire.



**Joonis 1.** Erinevate kasvufoonide ja energiataimede järelmõju odra terasaagile (kg ha<sup>-1</sup>); erinevad tähed märgistavad usutavat erinevust

**Figure 1.** The after effect of different agrophons and energy plants on barley's grain yield (kg ha<sup>-1</sup>); different letters denote a statistically significant difference



**Joonis 2.** Erinevate kasvufoonide ja energiataimede järelmõju odra terasaagi umbrohtumusele (%); erinevad tähed märgistavad usutavat erinevust

**Figure 2.** The after effect of different agrophons and energy plants on the percentage of weeds in barley's grain yield; different letters denote a statistically significant difference

**Tabel 1.** Reoveesetega 2009. a mulda viidud raskmetallide kogused ja seadusega (RTL 2003, 5, 48) lubatud raskmetallide piirnormid

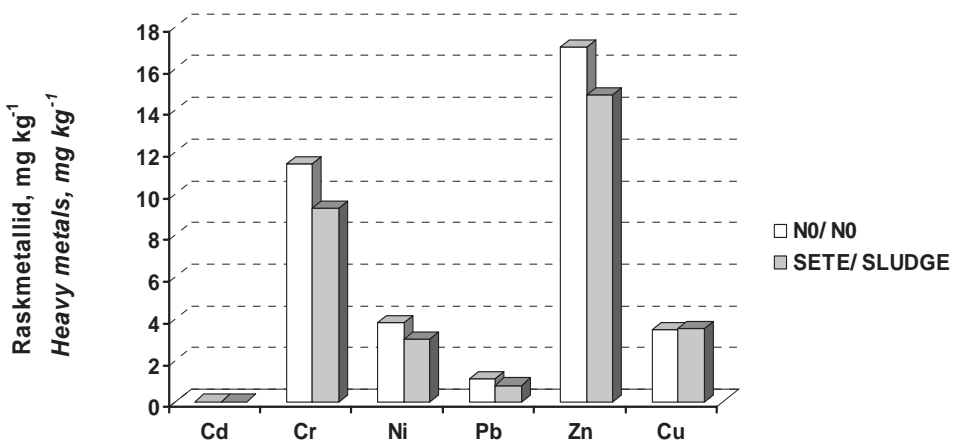
**Table 1.** The heavy metals amounts ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) applied with waste water sludge in 2009 and permitted norms

Element <i>Element</i>	Reoveesettes, $\text{mg kg}^{-1}$ <i>In sludge,</i> $\text{mg kg}^{-1}$	Lubatud piirväärtus, $\text{mg kg}^{-1}$ * <i>Permitted norms,</i> $\text{mg kg}^{-1}$	Reoveesetega viidi mulda, $\text{kg ha}^{-1}$ <i>Applied with sludge,</i> $\text{kg ha}^{-1}$
Cd	0,57	20	0,013
Cr	46	1000	1,03
Cu	150	1000	3,36
Ni	13	300	0,29
Pb	21	750	0,47
Zn	510	2500	11,42

\*Allikas: Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded, RTL 2003, 5, 48.

\*Source: Requirements on waste water sludge using in agriculture, RTL, 2003, 5, 48

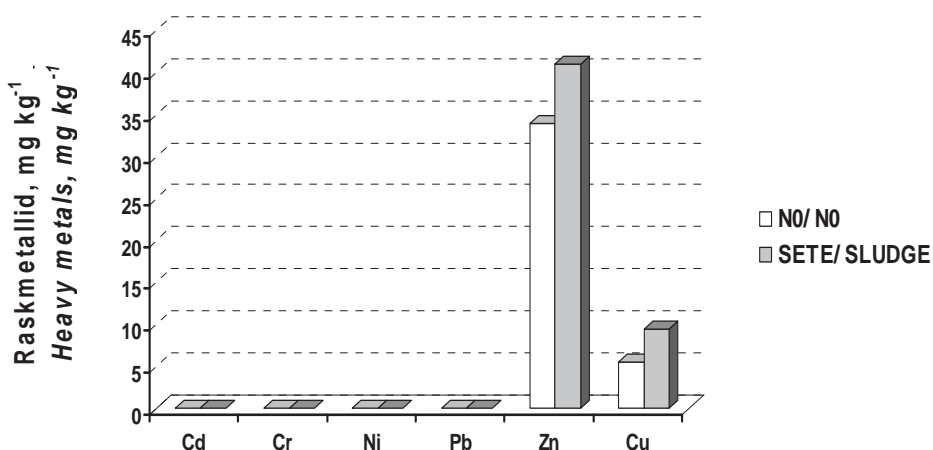
Väetamata variandiga võrreldes muutusid odra varte raskmetalli kogused reoveesette järelmõju tõttu vähe. Odra varte raskmetallide kogused reoveesette järelmõjul ning energiakultuuride (maisi, kanepi ja päevalille) järelmõju keskmisena üldtendentsina vähenesid (joonis 3).



**Joonis 3.** Reoveesette järelmõju odra varte raskmetallide sisaldusele energiataimede (mais, kanep, päevalill) järelmõju keskmisena

**Figure 3.** The waste water sludge after effect on barley's stems heavy metals content

Odra terade raskmetallide kogused reoveesette 1. aasta järelmõjul jäid võrdseks kontrollvariandiga Cd, Cr, ja Ni osas, kuid päevalille foonil reoveesetega väetamine suurendas Pb, Zn ja Cu koguseid vastavalt 0,3, 5 ja 11  $\text{mg kg}^{-1}$  võrra ning kanepi foonil Zn ja Cu kogused suurenesid vastavalt 12 ja 1,5  $\text{mg kg}^{-1}$  võrra (joonis 4).



**Joonis 4.** Reoveesette järelmõju odra terade raskmetallide sisaldusele energiataimede (mais, kanep, päevalill) järelmõju keskmisena

**Figure 4.** The waste water sludge after effect on barley's grains heavy metals content

„Toiduseaduses” (RTL 1999) toodud piirnormidest jäid valdav osa raskmetallide kogustest odra terades väiksemaks. Normi ületas ainult päevalille foonil ja reoveesetega väetatud alal kasvanud odra terade Cu sisaldus, mis oli 17,0 mg kg<sup>-1</sup>, aga piirnorm on 10,0 mg kg<sup>-1</sup>.

### Järeldused

Tartu linna reoveesette kui orgaanilise väetise 1. aasta järelmõju toimel mulla füüsikalised omadused olid statistiliselt võrreldavad kontrollvariandiga. Odra varte raskmetallide sisaldus reoveesette toimel ei suurenenud, küll aga suurenesid odra terade Pb, Zn ja Cu sisaldused, kusjuures Cu sisaldus päevalille foonil ületas isegi toiduseaduses esitatud piirnormi 1,7 korda. Edaspidi on kavas jätkata reoveesette otse- ja järelmõju uurimist mulla füüsikalistele omadustele, erinevate bioenergiaks kasvatatavate kultuuride maapealse biomassi kujunemisele ning teravilja kvaliteedile.

### Tänuavaldused

Uurimistööd toetab EV Põllumajandusministeerium (leping nr 3.4–23/22) ja EV Haridus- ja teadusministeerium (SF 0170052s08).

### Kasutatud kirjandus

- Aggelides, S.M. ja Londra, P.A. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of loam and clay soil. – *Bioresource Technology* **71**, 253–259.
- Delgado, M., Porcel, M., Miralles, R., Beltran, E., Beringola, L. ja Martin, J. 2002. Sewage sludge compose fertilizer effect on maise yield and soil heavy metals concentration. – *Rev. Int. Contam. Ambient* **18**, 147–150.
- Kauthale, V.K., Takawale, P.S., Kulkarni, P.K. ja Daniel, L.N. 2005. Influence of flyash and

- sewage sludge application on growth and yield of annual crops. – *International Journal of Tropical Agricultural* **23**, 49–54.
- Kosobucki, P., Chmarzyński, A. ja Buszewski, B. 2000. Sewage Sludge Composting. – *Polish Journal of Environmental Studies* **9**, 243–248.
- Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded, RTL 2003, 5, 48.
- Richards, B.K., Steenhuis, T.S., Pevverly, H.H. ja McBride, M.B. 1998. Metal mobility at an old, heavily loaded sludge application site. – *Env. Poll.* **89**, 363–377.
- Sloan, J.J., Dowdy, R.H. ja Dolan, M.S. 1998. Recovery of biosolids applied heavy metals 16 years after application. – *J. Environ. Qual.* **27**, 1312–1317.
- Small, E., Marcus, D. 2002. Hemp a new crop with new uses for North America.
- Snyman, H.G., Jong, J.M. ja Aveling, A.S. 1998. The stabilization of sewage sludge applied to agricultural land and the effects on maize seedlings. – *Water Science and Technology* **38**, 87–95.
- ”Toiduseaduse” (RTL 1999, 30, 415, 58, 608) määrus paragrahvi 19 lõike 3 alusel. Toidus lubatud saasteainete loetelu ja piirnormide toidugruppide kaupa kehtestamine. 12.01.2000 nr 14.

## **KÜLVISENORMI MÕJU TERA-VILJADE UMBROHTUMUSELE MAHE- JA TAVAPÖLLUMAJANDUSLIKUS KÜLVIKORRAS**

**Liina Edesi, Malle Järvan, Ando Adamson**  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Miralda Paivel**  
Olustvere Teenindus- ja Maamajanduskool

**Abstract.** *Edesi, L., Järvan M., Adamson A., Paivel, M. 2011. The influence of seeding rates on cereal weediness in organic and conventional cropping systems. Agronomy 2010/2011, 15–22.*

*Competition from weeds is known to reduce grain yields in both conventional and organic systems, but is often a particular challenge on organically managed lands due to the greater weed abundance and diversity. Organic producers employ a variety of methods to manage weeds, including increased seeding rates, mechanical weeding, and crop rotations that disrupt the growth habit of problem weeds, and selection of cultivars that are highly competitive against weeds.*

*The field trials were performed in Central-Estonia in Olustvere during years 2009-10. Since 2002, crops in the trial area have been grown according to the principles of organic farming. A five-field crop rotation began in 2007: the crops were clover, winter rye, potato, oats and barley with undersown clover. The size of each field was 1.2 ha, which was divided into three equal parts (4000 m<sup>2</sup> each) among the farming methods. Beginning in 2007, the following cultivation methods have been carried out: organic I – with green manure, organic II – with cattle- and green manure, and conventional III (manure, mineral fertilizer and pesticides were used). In each cereal crops the two seeding rates were compared: rye (450, 550), barley (300, 400) and oats (400, 600) seeds m<sup>-2</sup>.*

*The results of the two-year experiment showed that the seeding rate reduction was not justified, even in the conventional variant. Greater abundance of weeds and dry weight appeared in the variants where the lower seeding rate was used.*

**Key words :** *cereals, number and dry mass of weeds, organic and conventional cropping methods, seeding rate*

**L. Edesi, M. Järvan, A. Adamson** *Department of Plant Sciences, Estonian Research Institute of Agriculture, Teaduse St. 13, EE75501 Saku, Estonia*

**M. Paivel** *Olustvere School of Service and Rural Economics, Müüri St. 4, EE70401 Olustvere, Estonia*

### **Sissejuhatus**

Umbrohtude arvukas esinemine põldudel mõjutab oluliselt kultuuride saagikust. Umbrohud kasutavad rohkesti toitaineid ja levitavad taimehaigusi. Kui tavapõllumajanduslikus tootmises saab olukorra parandamiseks kasutada taimekaitsevahendeid, siis mahepõllumajanduslikus tootmises ei ole see lubatud, seega võib umbrohtumine osutada seal määrava tähtsusega probleemiks (Rasmussen, Ascard, 1995).

Maheviljeluses on taimedel kasutada vähem toitaineid kui tavaviljeluses ja seepärast kultuuride areng seal ka nõrgeneb, mis aga jätab rohkem võimalusi

umbrohtudele. Sellisel juhul nihkuvad paigast kultuuri ja umbrohtude vahelised konkurentsisuhted, samuti muutub ka konkurents umbrohuliikide vahel (Becker, Hurle, 1998).

Hädaolukordade ennetamiseks tuleb mahepõllumajanduslikus tootmises eriti hoolega jälgida, et kasutatavate meetodite tulemusel suureneks kultuurtaimede konkurentsivõime ja et suudetaks umbrohud kontrolli all hoida (Kropff et al., 2000; Rasmussen et al., 2000).

Üheks olulisemaks umbrohtude allasurumise abinõuks on ka optimaalse külvisenormi kasutamine. Kui tavaviljeluses on üldiselt tendents külvisenormide vähendamise suunas, siis maheviljeluses, vastupidi, on otstarbekas suurendada külvisenorme ~10% võrra. Kui kevadel külv viibib, on soovitatav külvisenormi veel täiendavalt suurendada. Optimaalsest hilisema külvi puhul peaks külvisenormi suurendama kuni 25% (Ilumäe et al., 2007). Samas aga võib mahetootjatele suunatud kirjandusest leida, et külvisenormi vähendamine 10–15% võrra õigustab end ka mahetootmises. Seda muidugi juhul, kui põld on hästi ette valmistatud ja kui kasutatakse täppiskülvikuid.

Paljudes suvi- ja taliteraviljadega läbiviidud katsetes on täheldatud, et külvisenormi suurenedes ei vähene niivõrd mitte umbrohtude arvukus pinnatühiku kohta, vaid just nende biomass (Andersson, 1986). Håkanssoni (2003) tähelepanekuil on selline olukord täiesti tüüpiline: kultuurtaimede kasvutiheduse (s.o. külvisenormi) suurenemisele reageerivad umbrohud palju sagedamini oma mõõtmete vähenemisega, mitte aga taime täieliku hävimise ehk suremisega.

Üldiselt arvatakse, et maheviljeluse tingimustes areneb välja liigirikkam umbrohukooslus. Kuid näiteks Saksamaal läbiviidud teadusuuringutes ei õnnestunud seda tõestada (Becker, Hurle, 1998).

Meie uuringute eesmärgiks oli välja selgitada, millist mõju omab teraviljade külvisenorm umbrohtude arvukusele ja kuivmassile ja kas külvisenormi vähendamine maheviljeluse tingimustes, põldude umbrohtumuse seisukohalt vaadatuna, on põhjendatud või mitte.

## **Materjal ja meetodika**

Uurimistöö viidi läbi 2009–2010 aastal Olustvere Teenindus- ja Maamajanduskooli õppetalu põllul, kus on alates 2002. aastast järgitud maheviljeluse printsiipe. Uurimistöös võrreldi rukki, kaera ja ristiku allakülviga odra umbrohtumust viieväljalises külvikorras kolme erineva viljelusviisi puhul. Kultuuride järjestus külvikorras oli kõigil viljelusviisidel sama: oder ristiku allakülviga, ristik (küntakse haljasväetisena mulda), rukis, kartul, kaer, erinevus oli vaid kasutatavates taimekaitsevahendites ja väetistes. 2007. aasta kevadel jagati ca 1,2 ha suurused pikad väljad kolme võrdsesse ossa, mis võimaldas võrdsetes tingimustes võrrelda kaht maheviljeluse viisi (I – haljasväetisega; II – haljasväetise ja sõnnikuga (kartuli alla anti veisesõnnikut normiga 60 t ha<sup>-1</sup>) ja tavaviljelust (III).

Rukis külvati 2008. ja 2009. aastal septembri keskel, normiga 450 ja 550 idanevat seemet ruutmeetrile (id.s m<sup>-2</sup>) ning samal ajal väetati ka rukki tavapõllumajanduslikku varianti NPK-kompleksväetisega (N 15 P 30 K 75 kg ha<sup>-1</sup>).

2009. ja 2010. aastal aprilli lõpus ja mai keskpaigas väetati rukki tavapõllumajanduslikku varianti mõlemal korral 100 kg ammoniumsalpeetriga (kokku



N 68 kg ha<sup>-1</sup>). 2009. ja 2010. aastal anti kaera tavapõllumajanduslikule variandile NPK-kompleksväetis (N 60 P 20 K 60 kg ha<sup>-1</sup>) koos kaera külviga. Kaer külvati aprilli lõpus normiga 400 ja 600 id.s m<sup>-2</sup>.

Oder külvati aprilli lõpus normiga 300 ja 400 id. s m<sup>-2</sup>, ristiku allakülv tehti mai lõpus. Odra tavavarianti väetati aprilli lõpus NPK-kompleksväetisega (N 48 P 12 K 24 kg ha<sup>-1</sup>). Mahepõllumajanduslikke variante ei väetatud.

Tavapõllumajanduslikus variandis kasutati rukki puhul mai keskpaigas ja kaera puhul mai lõpus kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks herbitsiidi Sekator. Kuna odral oli tehtud ristiku allakülv, kasutati mai lõpus tavapõllumajanduslikus variandis umbrohtõrjeks herbitsiidi MCPA. Kõik odra ja kaera katsevariandid äestati mai lõpus ökoäketega. Rukki puhul toimus äestamine aprilli lõpus.

Juuli alguses võeti rukki, kaera ja odra väljadelt erinevatelt katsevariantidelt 0,25 m<sup>2</sup> suuruselt pindadelt neljas korduses proovid umbrohtude arvukuse ja kuivmassi määramiseks.

Antud artiklis keskendutakse rohkem lühiealistele umbrohtudele, kuna pikaealisi umbrohtusid esines katsevariantides tagasihoidlikult ja samas ei olnud ka muutused nende arvukuses ja kuivmassis alati ühesuunalised.

## Tulemused ja arutelu

### *Umbrohtumus rukki väljal*

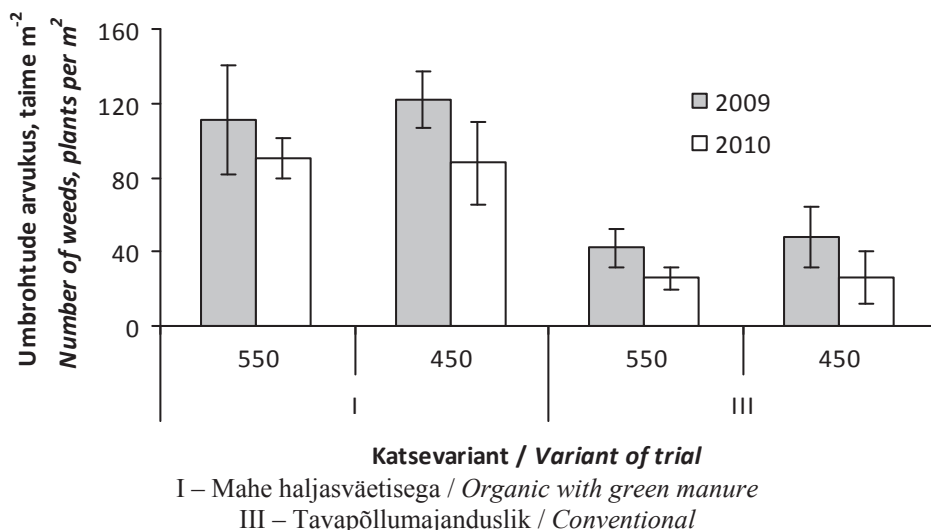
2009. aastal, võrreldes variante I ja III (varianti II veel ei ole, kuna sellele väljale ei ole veel sõnnikut antud). Lühiealiste umbrohtude arvukus ning kuivmass olid tavapõllumajanduslikus variandis III märksa väiksemad kui variandis I (joonised 1 ja 2). Suurema külvisenormi (550 id.s m<sup>-2</sup>) mõju lühiealiste umbrohtude arvukusele ja kuivmassile oli märgata mahepõllumajanduslikus variandis I. Suurema külvisenormi kasutamisel oli arvukus ja kuivmass väiksemad (111 tk m<sup>-2</sup>, 4,9 g m<sup>-2</sup>) kui väiksema külvinormi puhul (122 tk m<sup>-2</sup>, 16,2 g m<sup>-2</sup>).

2010. aastal oli katses samuti vaid kaks varianti (I ja III). Sellel aastal ei olnud külvisenormi otsest mõju lühiealiste umbrohtude arvukusele märgata. Erinevus aga ilmnes tavapõllumajanduslikus variandis kuivmassi osas. Väiksema külvisenormiga katsevariandis oli lühiealiste umbrohtude kuivmass isegi viis korda suurem (450 id.s m<sup>-2</sup> – 19,2 g m<sup>-2</sup> ja 550 id.s m<sup>-2</sup> – 2,6 g m<sup>-2</sup>).

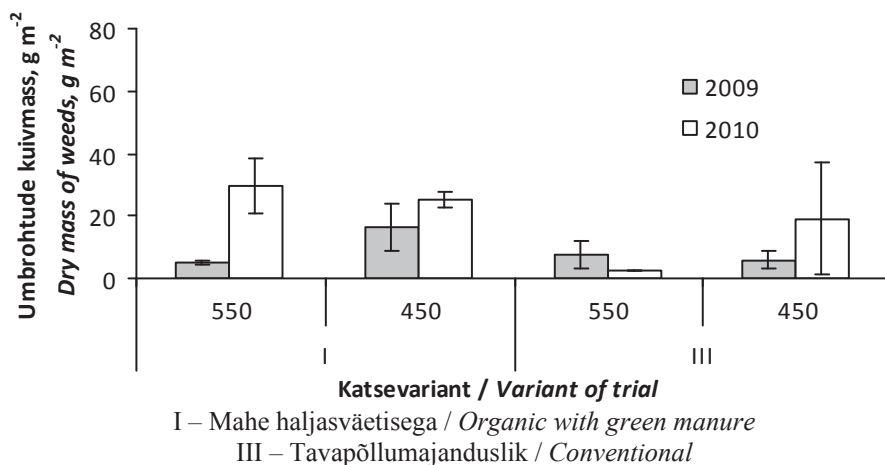
2009. aastal olid I ja II variandis peamisteks umbrohtudeks valge hanemalts ja vesihein. Mõlemal katseaastal esines rohkesti ka põldkannikest ja konnatatart. 2010. aastal olid veel arvukalt esindatud põld-lõosilm ja harilik hiirekõrv ning II variandi esines arvukalt ka kesalille.

### *Umbrohtumus kaera väljal*

2009. aasta katsetulemuste põhjal selgus, et kõige rohkem lühiealisi umbrohtusid (252 tk m<sup>-2</sup>, 21,8 g m<sup>-2</sup>) esines mahepõllumajanduslikus I variandis, külvisenormi 400 id.s juures (joonis 3 ja 4). Samas variandis 600 id.s juures oli aga nii lühiealiste umbrohtude arvukus kui ka kuivmass juba umbes kaks korda väiksemad (126 tk m<sup>-2</sup>, 8,0 g m<sup>-2</sup>). Erinevust külvisenormide vahel esines ka variandi II lühiealiste umbrohtude arvukuses (400 id.s – 180 tk m<sup>-2</sup>, 600 id.s – 120 tk m<sup>-2</sup>) ja kuivmassis (400 id.s – 12,9 g m<sup>-2</sup>, 600 id.s – 8,2 g m<sup>-2</sup>). Samasuunalised erinevused olid ka variandi III lühiealiste umbrohtude arvukuses (400 id.s – 62 tk m<sup>-2</sup>, 600 id.s – 36 tk m<sup>-2</sup>).

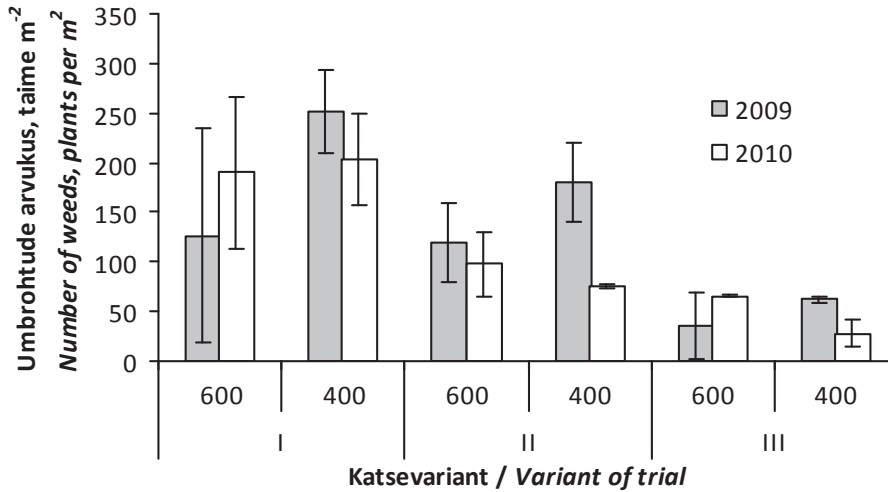


**Joonis 1.** Lühiealiste umbrohtude arvukus rukki väljal (taime m<sup>-2</sup>) 2009. ja 2010. aastal, (keskmine ± SE) külvisenormide 450 ja 550 id.s m<sup>-2</sup> juures  
**Figure 1.** Number of annual weeds in rye field (plants per m<sup>2</sup>) in 2009 and 2010 (mean ± SE), seeding rates 450 and 550 germinating seeds per m<sup>2</sup>



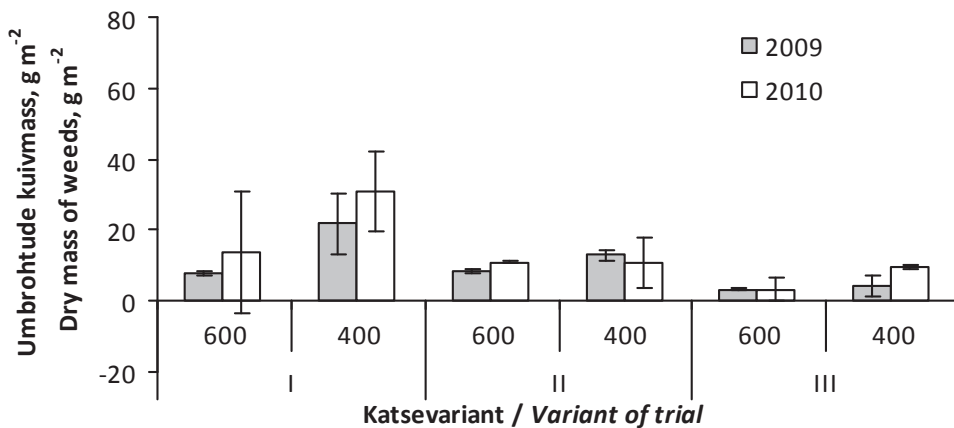
**Joonis 2.** Lühiealiste umbrohtude kuivmass rukki väljal (g m<sup>-2</sup>) 2009. ja 2010. aastal, (keskmine ± SE) külvisenormide 450 ja 550 id.s m<sup>-2</sup> juures  
**Figure 2.** Dry mass of annual weeds in rye field (g m<sup>-2</sup>) in 2009 and 2010 (mean ± SE), seeding rates 450 and 550 germinating seeds per m<sup>2</sup>

2010. aasta ei toonud välja nii suuri erinevusi külvisenormi mõjus lühiealiste umbrohtude arvukusele. Variandil I oli lühiealiste umbrohtude arvukus erinevate külvisenormide puhul sarnane, kuid erinevus esines kuivmassi osas, kuna suurema külvisenormi puhul oli umbrohtude kuivmass märgatavalt väiksem (400 id.s m<sup>2</sup> I – 30,7, III – 9,7 g m<sup>-2</sup> ja 600 id.s m<sup>2</sup> I – 13,8, III – 3,3 g m<sup>-2</sup>).



I – Mahe haljasväetisega / Organic with green manure  
 II – Mahe veisesõnniku ja haljasväetisega / Organic with cattle- and green manure  
 III – Tavapõllumajanduslik / Conventional

**Joonis 3.** Lühiealiste umbrohtude arvukus kaera väljal (taime m<sup>-2</sup>) 2009. ja 2010. aastal, (keskmine ± SE) külvisenormide 600 ja 400 id.s m<sup>-2</sup> juures  
**Figure 3.** Number of annual weeds in oats field (plants per m<sup>2</sup>) in 2009 and 2010 (mean ± SE), seeding rates 600 and 400 germinating seeds per m<sup>2</sup>



I – Mahe haljasväetisega / Organic with green manure  
 II – Mahe veisesõnniku ja haljasväetisega / Organic with cattle- and green manure  
 III – Tavapõllumajanduslik / Conventional

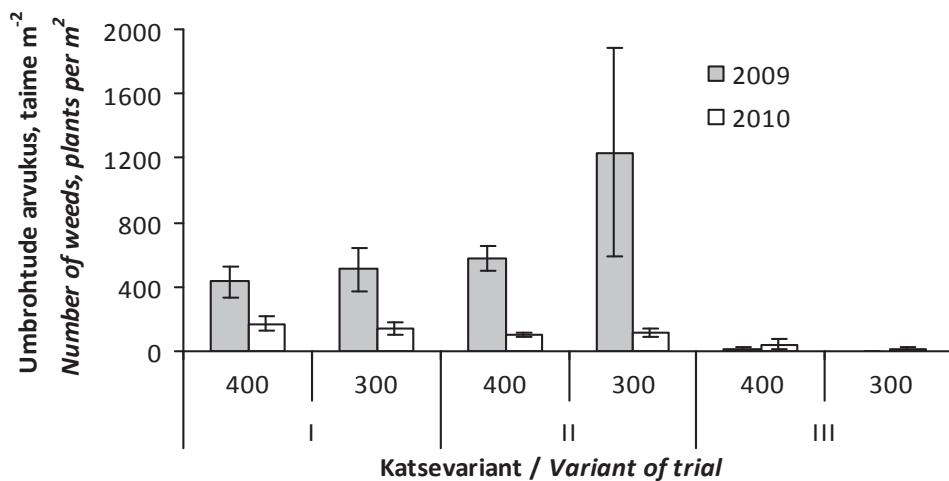
**Joonis 4.** Lühiealiste umbrohtude kuivmass kaera väljal (g m<sup>-2</sup>) 2009. ja 2010. aastal, (keskmine ± SE) külvisenormide 600 ja 400 id.s m<sup>-2</sup> juures  
**Figure 4.** Dry mass of annual weeds in oats field (g m<sup>-2</sup>) in 2009 and 2010 (mean ± SE), seeding rates 600 and 400 germinating seeds per m<sup>2</sup>

Nii 2009. kui ka 2010. aastal oli umbrohukooslus kaera välja variantides I ja II sarnane, enamlevinudateks umbrohtudeks valge hanemalts, põld-litterhein, verev iminõges, vesihein harilik orashein ja põld-piimohakas. Domineerivate liikide hulka 2010 aastal kuulus veel ka harilik nälghein.

### **Umbrohtumus odra väljal**

2009. aastal kasvas oder väljal, kus 2007. aastal kasvas kartul, mis oli väga tugevasti umbrohtunud lühiealiste umbrohtudega. Kuna 2007. aastal ei õnnestunud harimisega umbrohtusid õigeaegselt hävitada, siis oli selle negatiivset mõju märgata ka paar aastat hiljem ning seda just mahepõllumajanduslikes variantides I ja II, milles ei teostatud keemilist umbrohtutõrjet (joonised 5 ja 6). Kõige suurem probleem oli lühiealiste umbrohtudega variandis II, kuna selles variandis kasutati 2007. aastal sõnnikut, mis lõi umbrohtude arenguks võrreldes variandiga I soodsamad tingimused. Samas võib ka oletada, et paljud umbrohuseemned võisid sattuda sinna sõnnikuga. Kuigi kasutatud sõnnik oli käärinud, ei hävi umbrohuseemned selles kunagi täielikult. Mahepõllumajanduslikus variandis II oli selgelt märgata suurema külvisenormi allasuruvat mõju lühiealiste umbrohtude arvukusele. Lühiealisi umbrohtusid oli külvisenormi 400 id.s m<sup>-2</sup> juures ca 2 korda vähem (582 tk m<sup>-2</sup>) kui külvisenormi 300 id.s m<sup>2</sup> (1234 tk m<sup>-2</sup>) puhul.

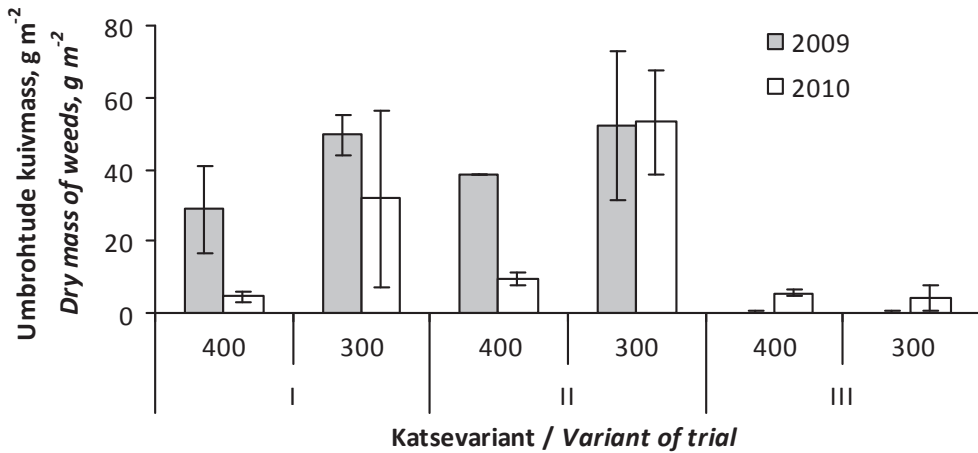
2010. aastal külvisenormi mõju ei olnud lühiealiste umbrohtude arvukusele ühesuunaline. Selgelt oli aga märgatav külvisenormi mõju lühiealiste umbrohtude kuivmassile ja seda just mahepõllumajanduslikes katsevariantides (400 id.s I – 4,5, II – 9,5 g m<sup>-2</sup> ja 300 id.s. I – 31,8, II – 53,2 g m<sup>-2</sup>).



I – Mahe haljasväetisega / *Organic with green manure*  
 II – Mahe veisesõnniku ja haljasväetisega / *Organic with cattle- and green manure*  
 III – Tavapõllumajanduslik / *Conventional*

**Joonis 5.** Lühiealiste umbrohtude arvukus odra väljal (taime m<sup>-2</sup>) 2009. ja 2010. aastal, (keskmine ± SE), külvisenormide 400 ja 300 id.s m<sup>-2</sup> juures

**Figure 5.** Number of annual weeds in barley field (plants per m<sup>2</sup>) in 2009 and 2010 (mean ± SE), seeding rates 400 and 300 germinating seeds per m<sup>2</sup>



I – Mahe haljasväetisega / Organic with green manure  
 II – Mahe veisesõnniku ja haljasväetisega / Organic with cattle- and green manure  
 III – Tavapõllumajanduslik / Conventional

**Joonis 6.** Lühiealiste umbrohtude kuivmass odra väljal ( $\text{g m}^{-2}$ ) 2009. ja 2010. aastal, (keskmine  $\pm$  SE) külvisenormide 400 ja 300 id.s  $\text{m}^{-2}$  juures.

**Figure 6.** Dry mass of annual weeds in barley field ( $\text{g m}^{-2}$ ) in 2009 and 2010 (mean  $\pm$  SE), seeding rates 400 and 600 germinating seeds per  $\text{m}^{-2}$

Tavapõllumajanduslikus variandis külvisenorm ei avaldanud erilist mõju lühiealiste umbrohtude arvukusele ja kuivmassile.

Peamised umbrohud 2009. aastal odra välja I ja II variandis olid konnatatar, harilik nälghein, verev iminõges ja valge hanemalts. 2009. aastal esines 2007. aastal sõnnikut saanud mahepõllumajanduslikus variandis II ka arvukalt harilikku kirburohtu. Seega võib oletada, et antud liik oli tõenäoliselt sisse toodud sõnnikuga, kuna variandis I see liik puudus. 2010. aastal esines I ja II variandis arvukamalt põldohakat, põldpiimohakat, verevat iminõgest, valget hanemaltsa ja vesiheina.

## Järeldused

Kahe katseaasta tulemuste põhjal oli näha, et külvisenormi vähendamine suurendas enamasti kõigis katsevariantides lühiealiste umbrohtude arvukust. Eriti selgelt tuli see mõju esile kuivmassi juures. 2010. aastal oli kaera mahepõllumajanduslikus II ja tavapõllumajanduslikus variandis suurema külvisenormi korral umbrohtude arvukus mõnevõrra suurem, kuid nende kuivmass oli märgatavalt väiksem, kui sama katsevariandi väiksema külvisenormi puhul. See on tingitud kultuurtaimede suuremast konkurentsivõimest tihedama külvi korral, mille puhul saavad umbrohtudele limiteerivateks teguriteks valguse ja toitainete kättesaadavus.

Kuigi katsealal teostati vajalikud harimised õigeaegselt ning kasutatud seemnematerjal oli kvaliteetne ja umbrohuvaba võib kahe aasta andmete põhjal teha järelduse, et antud katsetingimustes nii mahepõllumajanduslikes ja isegi ka tavapõllumajanduslikus variandis ei olnud külvisenormi vähendamine õigustatud.

## **Tänuavaldused**

Uurimistöö toimus Eesti Vabariigi Põllumajandusministeeriumi poolt tellitud rakendusuuringute projekti raames.

## **Kasutatud kirjandus**

- Andersson B. 1986. Influence of crop density and spacing on weed competition and grain yield in wheat and barley. – *Proceedings of the European Weed Research Society Symposium 1986. Economic Weed Control*, 121–128.
- Becker B., Hurler K. 1998. Unkrautflora auf Feldern mit unterschiedlich langer ökologischer Bewirtschaftung. – *Zeitschrift Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz*, Sonderheft XVI, 155–161.
- Håkansson, S. 2003. Weeds and weed management on arable land: an ecological approach. – CABI Publishing, UK, Cambridge. 274 pp
- Ilumäe E., Hansson, A., Akk E. 2007. Umbrohtõrje maheviljeluses. – *Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele*. Saku, AS Rebellis, lk 76–80.
- Kropff M.J., Baumann D.T., Bastiaans L. 2000. Dealing with weeds in organic agriculture – challenge and cutting edge in weed management. – In: *Proceedings 13th IFOAM 2000 Scientific Conference*, Basel, Switzerland, 175–177.
- Rasmussen J., Ascard J. 1995. Weed control in organic farming systems. – In: *Ecology and Integrated Farming Systems* (eds DM Glen, MP Greaves & HM Anderson), 49–67.
- Rasmussen I. A., Melander B., Rasmussen K. et al. 2000. Recent advances in weed management in cereals in Denmark. In: *Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference: IFOAM 2000: The World Grows Organic*, Basel, Switzerland, 178.

## VILJELUSVIISI MÕJU SUVITERAVILJADE SAAGI KOMPONENTIDE JA KÕRRE OMADUSTELE

Anne Ingver, Ilmar Tamm, Ülle Tamm  
Jõgeva Sordiaretuse Instituut

**Abstract.** Ingver, A., Tamm, I., Tamm, Ü., 2011. Influence of cultivation type to yield components and straw characteristics of spring cereals. – Agronomy 2010/2011, 23–28.

*The aim of the research was determination of the influence of yield components of spring cereals depending on organic and conventional cultivation. Two spring wheat, oat and barley varieties were used for plant analysis. In the Jõgeva Plant Breeding Institute (2006–09) the following estimations were carried out: plant height, head (panicle) length, number and weight of kernels per head, stem diameter and number of productive tillers per plant. Average data of four years were expanded upon in this article.*

*The majority of the investigated plant characteristics decreased in organic cultivation. The barley varieties' reaction to the organic regime was the lowest. Oat produced the highest plants, the biggest stem diameter, number and mass of kernels per head (panicle) and the longest panicle. Spring wheat reaction to different management systems was the most sensitive, and all the characteristics decreased most in organic management.*

*Correlation analysis was performed using the statistical package of Agrobases to determine the relationship between yield components and cultivation type. Significance of differences between the means was estimated using two-way ANOVA.*

**Keywords:** spring cereals, organic, conventional, yield component, straw characteristics

Anne Ingver, Ilmar Tamm, Ülle Tamm, Jõgeva Plant Breeding Institute, 1 Aamisepa St., 48309 Jõgeva, Estonia

### Sissejuhatus

Taimede struktuurianalüüsiga on viimastel aastatel vähem tegeldud. Kasutusele on aga võetud uued saagikad sordid ja kasvatuse tehnoloogiad. Eestis laieneb maheviljeluse tingimustes teravilja kasvatamine. Ka tavaviljeluses on säästliku põllumajanduse tingimustes oluline valida sorte, mis võimaldavad vähendada kemikaalide kasutamist (Mäkelä *et al.*, 2008). Kasutuselevõetud ideotüübi (ideaalse välimusega taime) mõiste kirjeldab konkreetse kultuuri mudeltaime antud keskkonnas. Põhjamaade tingimustes on svine päeva pikkus ja kogu vegetatsiooniperioodi pikkus erinev. Seega võib kasvatatava kultuuri maksimaalset saaki tootev taim oluliselt erineda muudes piirkondades kasvatatavate taimede ideaalsest mudelist.

Antud uurimuse eesmärgiks oli kasvatuse režiimi mõju uurimine suviteraviljade ideotüübile, saagi komponentidele, kõrre omadustele ja nende vahelistele seostel.

### Materjal ja meetodika

Katsed viidi läbi Jõgeva Sordiaretuse Instituudis aastatel 2006–2009. Hinnati kahe suvinisu, kaera- ja odrasordi omadusi nii mahe- kui ka tavatootmise tingimustes. Suviniisu sortidest olid katses 'Manu' (Soome) ja 'Monsum' (Saksamaa), kaerasordid 'Jaak' ja 'Villu' (Eesti) ning odrasordid 'Anni' (Eesti) ja 'Inari' (Soome). Katsetulemused on esitatud aastate keskmistena. Tavavariandis anti teraviljadele

külvieelselt liitvætist normiga N90 P20 K38 (nisu ja oder) ning N70 P16 K29 (kaer). Sordid külvati 4 korduses 5 m<sup>2</sup> lappidele.

Taimede struktuurianalüüsi kaudu hinnati saaki mõjutavate komponentide osatähtsust ja mõju saagile. Saagiga seotud korrelatsioonide leidmiseks kasutati uuritud sortide katselappide terasaake käsitletud aastatel. Struktuurianalüüsiks võeti vahetult enne koristust taimed (10 taime igast sordist kahest kordusest) koos juurtega üles. Uuriti järgmisi näitajaid: taime pikkus ja kõrre jämedus (esimese kõrresõlme alt), pea (pöörise) pikkus, terade arv ja kaal pea kohta ning produktiivvõrsete arv taime kohta.

Andmete statistilisel analüüsil kasutati programme Agrobases ja Microsoft Office Excel. Katsevariantide võrdluses kasutati kahefaktorilist ANOVA-t ja LSD testi. Statistiliste testide eksimistõenäosus oli väiksem kui 0,05%. Leiti korrelatiivsed seosed saagi komponentide ja viljelusviiside vahel.

Uuritud aastate ilmastik oli erinev. 2006. ja 2007. aastat iseloomustas vähene sademete hulk vegetatsiooni jooksul. 2006. a olid taimede seisukohast väga olulised mai lõpus ja juuni alguses sadanud vihmad, mis koos kaasnenud jahedate ilmadega soodustasid juurte arengut ja aitasid kaasa taimede parema vastupanuvõime kujunemisele hilisemate põuaperioodide ajal. Seevastu 2007. a algas kuiv periood varakult, sest põuaseks kujunes just juuni, mil moodustuvad saagikust määravad struktuurielemendid (tera algete arv, pähikute arv peas jt). 2008. a oli põuase taimede kasvuperioodi algusega, edasi järgnes jahe, vihmane ja tuuline suvi. 2009. a oli samuti jahe, niiske ning päikesevaene.

## **Tulemused ja arutelu**

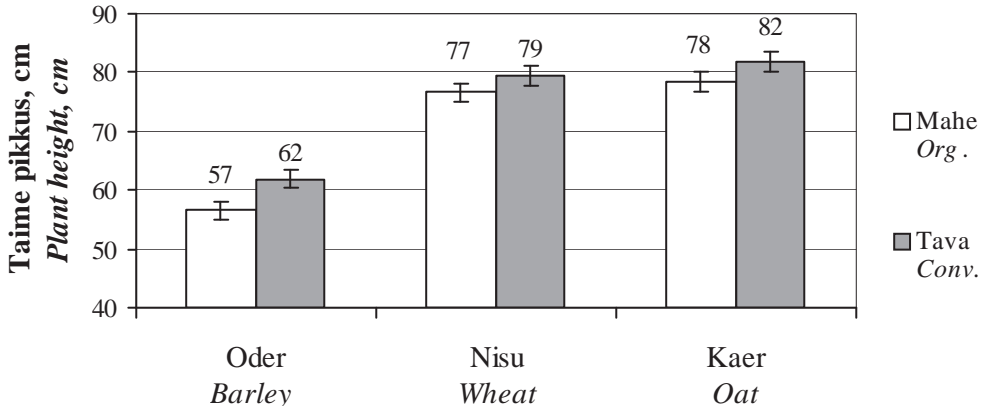
Saagi komponentide osakaal lõppsaagis määratakse kasvuperioodi erinevatel aegadel. Külvatud seemnete arv ja taime kohta moodustunud võrsete arv seab ülemise piiri sellele, kui suureks võib kujuneda antud kultuuri potentsiaalne saak. Edasine saagi realiseerumine sõltub ilmastikust ja toitainetega varustatusest.

Antud uurimuses avaldas aasta ilmastik olulist mõju uuritud näitajatele. Madalamad tulemused saadi enamuse näitajate osas põuastel aastatel. Viljelusviis mõjutas enam suvinisu taime struktuuri elemente. Kõige väiksemad erinevused olid odral, millel on tänu suuremale võrsumisele parem kompenseerimisvõime.

**Taime pikkus.** Kogu maailmas on tendents, et pikemakõrreliste kultuuride kaera ja nisu uuemad sordid on kasvult lühemad. Neid kutsutakse poolkääbus-sortideks. Need sordid on vähem tundlikud keskkonna negatiivsetele mõjudele ja omavad seetõttu paremat saagi stabiilsust (Peltonen-Sainio, Järvinen, 1995). Leiti, et kuigi pikakasvulistel kaera- ja nisusortidel on kõrred raskemad, on neil tera täitumise perioodil väiksem süsivesikute säilitamise ja ümberpaigutamise võime (Peltonen-Sainio, Järvinen, 1995).

Kõigil kultuuridel jäid mahetingimustes taimed lühemaks võrreldes tavatingimustes kasvanud taimedega (oder 5, nisu 2, kaer 3 cm). Nisu ja kaera taime pikkuste erinevused olid siiski väikesed ja statistiliselt mitteusutavad. Odra taimed jäid mõlemas viljelusviisis lühemaks kui nisul ja kaeral (joonis 1). Juunikuise põua tingimustes kasvasid kõige lühemad taimed 2007. a ja pikemad 2009. a, mil suvi oli jahe ja niiske. Sortide valiku tõttu olid vahed nisu ja kaera taimedel suhteliselt väikesed.

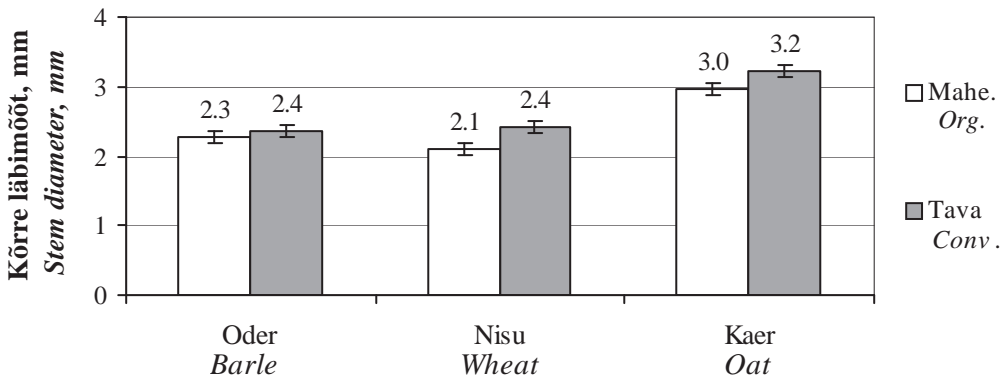




**Joonis 1.** Suviteraviljade taime pikkus (cm) mahe- ja tavaviljeluses 2006.–2009. a keskmisena. I – piirdiferents ( $P < 0,05$ )

**Figure 1.** Plant height (cm) of spring cereals in organic and conventional trial as average of 2006–09. I –Least significant difference ( $P < 0,05$ )

**Kõrre läbimõõt.** Nisul ja kaeral oli kõrre läbimõõt mahekatses statistiliselt usutavalt väiksem kui tavakatses. Odral ei sõltunud kõrre diameeter oluliselt viljelusviisist. Kõige jämedam kõrs oli mõlemas viljelusviisis kaeral (joonis 2). Tavatingimustes oli odra ja nisu kõrre läbimõõt võrdne. Mahetingimustes jäi nisu kõrs mõnevõrra peenemaks kui odral.

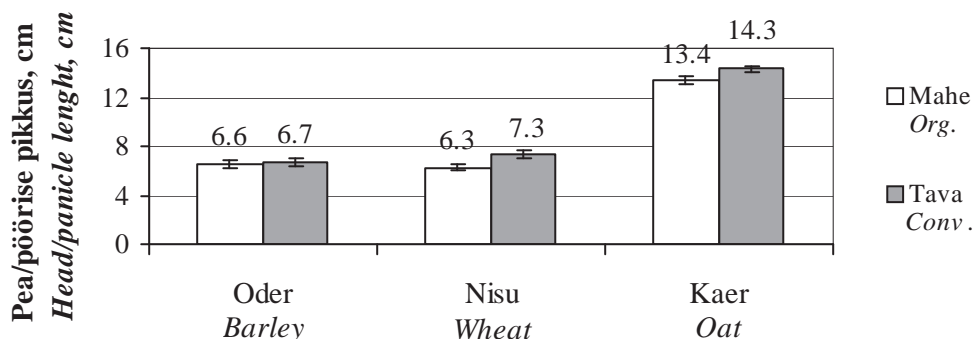


**Joonis 2.** Suviteraviljade kõrre diameeter (mm) mahe- ja tavaviljeluses 2006.–2009. a keskmisena. I – piirdiferents ( $P < 0,05$ )

**Figure 2.** Stem diameter (mm) of spring cereals in organic and conventional trial as average of 2006–09. I –Least significant difference ( $P < 0,05$ )

**Pea (pöörise) pikkus.** Nisu pea ja kaera pöörise pikkused jäid mahetingimustes usutavalt lühemaks kui tavatingimustes. Odra pea pikkused olid mõlemas viljelusviisis samal tasemel. Kaera pöörise oli teistest suviteraviljadest keskmiselt poole pikem (joonis 3). Nisu ja odra pead on oluliselt tihedamad kui kaera hõre pöörise. Odra pea

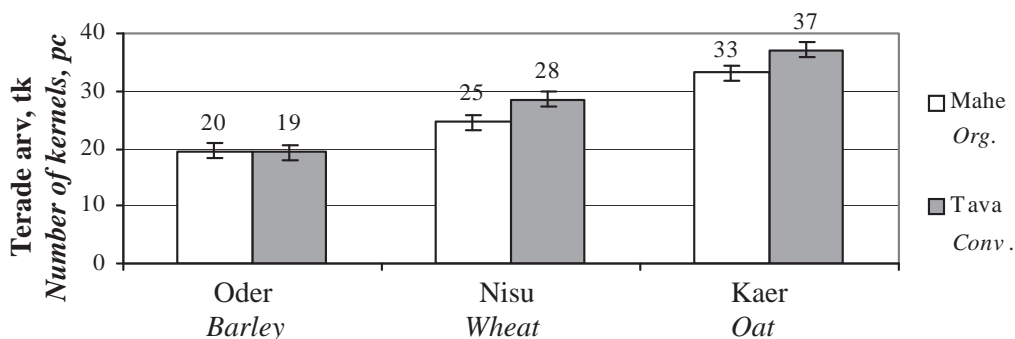
pikkused olid mahe- ja tavatingimustes samal tasemel, nisu pead jäid mahekatses lühemaks kui tavakatses. Oder on madalamale mullaviljakusele vastupidavam kui nisu.



**Joonis 3.** Suviteraviljade pea/pöörise pikkus (cm) mahe- ja tavaviljeluses 2006.–2009. a keskmisena. I – piirdiferents ( $P < 0,05$ )

**Figure 3.** Head/panicle length (cm) of spring cereals in organic and conventional trial as average of 2006–09. I –Least significant difference ( $P < 0,05$ )

**Terade arv peas (pöörises).** Kaeral ja nisul oli mahetingimustes terade arv peas väiksem kui tavatingimustes, odral viljelusviis terade arvu ei mõjutanud (joonis 4). Kõige rohkem teri võrse kohta oli mõlemas viljelusviisis kaeral ja kõige vähem odral. Terade arv peas oli suviteraviljadel kõige väiksem varajase põuaga aastal (2007) ja suurim jahedal ja vihmasel, pika tera täitumise perioodiga aastal (2009). Hea agrofooni korra on hiliste odrasortide peades keskmiselt 16–22 arenenud tera (Pöiklik, 1977).

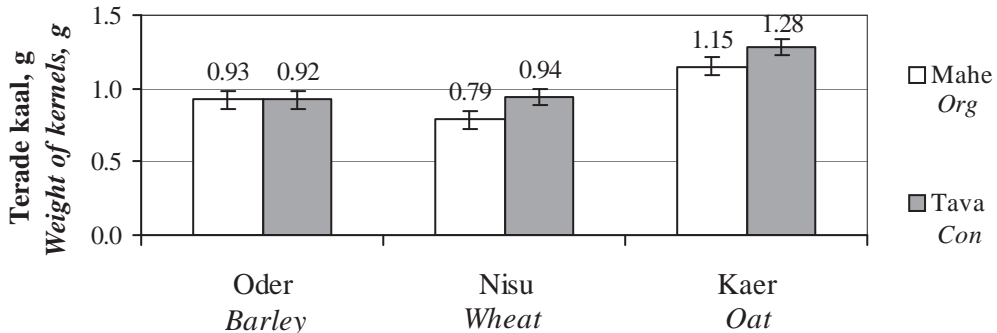


**Joonis 4.** Terade arv pea/pöörise kohta (tk) mahe- ja tavaviljeluses 2006.–2009.a keskmisena. I – piirdiferents ( $P < 0,05$ )

**Figure 4.** Number of kernels (pc) per head/panicle of spring cereals in organic and conventional trial as average of 2006–09. I –Least significant difference ( $P < 0,05$ )

**Terade kaal pea (pöörise) kohta** oli mõlemas viljelusviisis suurim kaeral (joonis 5). Nii nisul kui ka kaeral oli mahetingimustes väiksem terade kaal kui tavatingimustes. Odra terade kaalu kasvatusrežiim oluliselt ei mõjutanud. Selle näitaja osas on näha eelvilja mõju. Kaera- ja odra terad kasvasid mahetingimustes tuumakamateks kui eelvili jättis mulda enam toitaineid (ristik 2006. a). Kui mahekatses jäi saak

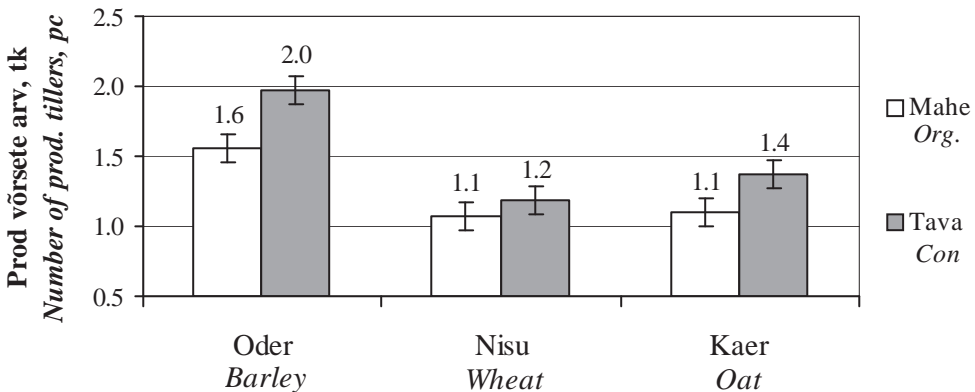
tavakatsega võrreldes oluliselt madalamaks, n ebasobiva eelvilja korral (tatar 2009. a), siis oli ka pea terade kaal väiksem.



**Joonis 5.** Terade kaal pea/pöörise kohta (g) mahe- ja tavaviljeluses 2006.–2009.a keskmisena. I – piirdiferents ( $P < 0,05$ )

**Figure 5.** Weight of kernels (g) per head/panicle of spring cereals in organic and conventional trial as average of 2006–09. I –Least significant difference ( $P < 0,05$ )

**Produktiivvõrsete arv** taime kohta oli odral ja kaeral mahetingimustes madalam kui tavatingimustes, nisul jäi erinevus katsevea piiridesse (joonis 6). Odral oli võrseid mõlemas viljelusviisis taime kohta kõige rohkem, nisul kõige vähem. Oluline oli ka aasta ilmastiku mõju. Niisked ja jahedad ilmad suurendasid võrsumist märgatavalt, eriti odral. Tavatingimustes kasvanud odra võrsete arv oli 2008. aastal enam kui kaks korda suurem võrreldes kahe eelnenud põuaastaga.



**Joonis 6.** Produktiivvõrsete arv taime kohta (tk) mahe- ja tavaviljeluses 2006.–2009. a keskmisena. I – piirdiferents ( $P < 0,05$ )

**Figure 6.** Number of productive tillers (pc) of spring cereals in organic and conventional trial as average of 2006–09. I –Least significant difference ( $P < 0,05$ )

Odral on tähtis, et võrsumissõlm asuks niiskes mullakihis, sest siis saavad areneda lisajuured, mis määravad võrsumise intensiivsuse. Võrsumissõlme sügavamal asetsemist loetakse positiivseks omaduseks. Selle sügavus oleneb nii valgustatusest kui

ka temperatuurist. Jahe ilm võrsumise alguses soodustab võrsumissõlmede moodustumist sügavamal (Kodanev, 1964). Suurt mõju avaldab ka mullaviljakus. Väheviljakatel muldadel võrsuub oder vähe. Meie katses oli minimaalne 1,1 võrset (mahekatses 2007. a) ja maksimaalne 3,3 võrset taime kohta (tavakatses 2008. a).

**Taimede struktuurielementide vahelised korrelatiivsed seosed** näitasid, et seosed erinevate kultuuride taimede omaduste vahel olid üldjoontes sarnased. Pikemate taimede korral olid kõigil kultuuridel pead (pöörised) pikemad (kaer, nisu:  $r = 0,4^{***}$ ; oder:  $r = 0,3^{***}$ ). Nisul oli pikemate peade ja kaeral pööriste korral terade arv suurem (nisu:  $r = 0,7^{***}$ ; kaer:  $r = 0,5^{***}$ ), odral oli nimetatud seos nõrk ( $r = 0,12^*$ ). Suurema terade arvuga peadel oli suurem ka terade kaal (kaer:  $r = 0,9^{***}$ , oder ja nisu:  $r = 0,8^{***}$ ). Positiivne korrelatiivne seos oli kõigil suviteraviljadel taime pikkuse ja kõrre jämeduse vahel (kaer:  $r = 0,3^{***}$ ; oder ja nisu:  $r = 0,5^{***}$ ).

### **Kokkuvõte**

Enamus saagikust mõjutavaid taime struktuurielemente vähenes mõõdukalt maheviljeluse tingimustes kasvatades võrreldes tavaviljelusega. Odrasortide reaktsioon mahetingimustele oli kõige väiksem. Kaerasortide taimed kasvasid mõlemas viljelusviisis kõige pikemaks, neil olid ka kõige jämedamad kõrred ning pikemad pead (pöörised). Kaer ületas nisu ja otra ka terade arvult ja kaalult taime kohta. Suvinisu sordid olid mahetingimustes kasvatamisele kõige tundlikumad ja kõigi uuritud näitajate tasemed vähenesid. Odra parem vastupanuvõime mullaviljakuse langusele oli seotud suurema võrsumisvõimega, mis võimaldas paremini reageerida kasvuoludele taimesiseseid reserve vastavalt vajadusele ümber paigutades.

Struktuurielementide vahelised korrelatiivsed seosed olid nii kultuuride kui ka viljelusviiside vahel enamasti sarnased. Pikemate taimede korral olid ka pead (pöörised) pikemad, ja kõrred jämedamad. Tugev positiivne korrelatsioon oli terade arvu ja kaalu vahel.

### **Kasutatud kirjandus**

- Kodanev, I. M. 1964. Odra bioloogilised iseärasused. – Oder. “Kolos”. Moskva, lk 40–46 (vene keeles).
- Mäkelä, P., Muurinen, S., Peltonen-Sainio, P. 2008. Spring cereals: from dynamic ideotypes to cultivars in Northern latitudes. – *Agricultural and Food Science* **17**, 289–306
- Peltonen-Sainio, P., Järvinen, P. 1995. Effects of seeding rate on growth duration and accumulation and partitioning of dry matter in oats. – *Agricultural and Food Science* **173**, 145–159.
- Põiklik, K. 1977. Teravili ja ilm. – Põld, ilm ja saak. Tallinn, lk 7–35.

## **ERINEVATE VILJELUSVIISIDE MÕJU TAIMETOITEELEMENTIDE SISALDUSE DÜNAMIKALE MULLAS**

**Malle Järvan, Liina Edesi, Ando Adamson**  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Merrit Noormets**  
Eesti Maaülikool

**Miralda Paivel**  
Olustvere Teenindus- ja Maamajanduskool

**Abstract.** *Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A., Noormets, M., Paivel, M. 2011. The influence of different cropping systems on plant nutrients dynamics in soil. – Agronomy 2010/2011, 29–36.*

*The purpose of this work was to study the influence of organic farming on soil macro- and micronutrient dynamics as compared to conventional. The field trials were performed in Central-Estonia in Olustvere on loamy sod-podzolic soil during 2007–10. In the trial area the field crops have been grown according to organic farming principles since 2002. A five-field crop rotation of clover, winter rye, potato, oats and barley with undersown clover was begun in 2007. The size of each field was 1.2 ha, divided into three equal parts between farming methods. The following cultivation methods were carried out: organic I – with green manure, organic II – with solid cattle manure and green manure, and conventional (III) – manure, mineral fertilizers and pesticides were used.*

*The investigation period was too short to make significant conclusions. However, some tendencies could already be observed. The four-year experiment showed that, in the different cultivation practices, manganese, magnesium and copper content in the soil decreased quite synchronously. The antagonistic relationships between potassium and magnesium content were observed: when the concentration of one was decreased then the content of the second was increased. The phosphorus content in the Olustvere soil is high and remained higher in organic farming variant I, which was not fertilized with manure.*

**Key words:** *macro- and micronutrients, organic and conventional cropping methods*

**M. Järvan, L. Edesi and A. Adamson** *Department of Plant Sciences, Estonian Research Institute of Agriculture, Teaduse St. 13, EE75501 Saku, Estonia*

**M. Noormets** *Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi St. 64, 51014 Tartu, Estonia*

**M. Paivel** *Olustvere School of Service and Rural Economics, Müüri St. 4, EE70401 Olustvere, Estonia*

### **Sissejuhatus**

Maheviljelus on tootjate seas muutunud aasta-aastalt populaarsemaks. Kui 1999. aastal oli mahetootjate arv 89 ja mahepõllumajandusliku maa pindala 4000 ha, siis 2009. aastal oli mahepõllumajanduse registrisse kantud juba 1270 ettevõtet ja mahepõllumajandusliku maa pindala oli 102 767 ha. Mahepõllumajandusliku loomakasvatusega tegeles 2009. aastal aga vaid kaks kolmandikku mahetootjatest (Vetemaa, Mikk, 2010). Nendes ettevõtetes, kus loomakasvatust ei ole, kasutatakse

mullaviljakuse säilitamiseks libliköielisi taimi sisaldavat külvikorda; mõnel juhul ehk ka orgaanilisest materjalist valmistatud komposte. Kuigi mahepõllumajanduses on lubatud kasutada ka teatud liiki väetisi, on nende tegelik kasutamine küllaltki tagasihoidlik, seda peamiselt nende kõrge turuhinna pärast.

Mahetootmine lähtub eesmärgist, et tootmise käigus säiliks bioloogiline mitmekesisus, mullaelustik ja looduslik mullaviljakus.

Tuginedes Euroopa riikide kogemustele, kus maheviljelust on teadlikult rakendatud ja uuritud pikemat aega kui seda on tehtud Eestis, võib karta, et tulevikus võib saagikust limiteerivaks toiteelemendiks, milleks seni oli lämmastik, saada hoopis fosfor ja kaalium. Ja seda isegi nendes ettevõtetes, kus seni on peetud loomi ja kasutatud väetamiseks sõnnikut. Põhjuseks see, et mahedalt kasvatatavate loomade söödas, ja seega ka neilt saadavas sõnnikus, on tendents nende elementide sisalduse vähenemisele (Edesi, Järvan, 2009).

Saksamaal läbi viidud uuringutes (Gruber, Thamm, 2004) on tuvastatud, et kui mahepõllumajanduslikes ettevõtetes peetakse loomi ja kasutatakse sõnnikut, siis on makrotoitainete sisaldused mullas jäänud umbes samale tasemele kui tavaviljeluse puhul. Puht taimekasvatusega mahetaludes aga langes suur koormus mullavarude ammendamisele. Ka maheviljeluse pikaajaliste traditsioonidega Šveitsis ollakse mullaviljakuse pärast veidi mures, sest tendents on loomakasvatusest või vähesel loomade arvuga mahetalude osatähtsuse suurenemisele. Kui mahekülvikorras kasvatatakse ka suure toitainendusega kultuure – nagu kartul, köögiviljad, nisu jt –, siis vähenevad mitmete taimetoitainete varud mullas üsna jõudsalt (Fliessbach et al., 2000; Mäder et al., 2002; Dubois et al., 2003).

Kuigi libliköieliste ja haljasväetiste ning mitmesuguste kohalike väetiste (kompostid, sõnnik, läga jt) kasutamine aitavad mullas toitainete defitsiiti vähendada ja kultuuride saagikust suurendada, ei suudeta paljudes orgaaniliselt majandavates süsteemides katta saagiga äraviidava fosfori koguseid ning fosfor jääb paratamatult tähtsaimaks saagikust limiteerivaks elemendiks (Malhi et al., 2008).

Meie uuringute eesmärgiks oli välja selgitada, millised muutused toimuvad erinevate viljelusviiside puhul mulla makro- ja mikroelementide sisalduse dünaamikas. Meie algne hüpotees oli, et sellises mahepõllumajanduslikus külvikorras, kus ainukeseks väetusaineks on haljasväetisena sisse küntav ristik, on omastatavate taimetoitainete varude väljakurnamine mullas vältimatu. Püütakse leida vastus küsimusele, kas sõnniku kasutamine maheviljeluslikus külvikorras võimaldab säilitada mulla toitainetesaldust endisel tasemel. Samaaegselt võrreldakse ka mulla toitainetesalduse dünaamikat kahes eelmainitud maheviljeluse variandis nende dünaamikaga keskkonnasõbralikult tootvas tavaviljeluses. Kuigi vaatlusalune periood on veel liiga lühike põhjalike järelduste tegemiseks, võib siiski juba täheldada mõningaid tendentse.

## **Materjal ja meetodika**

Uurimistöö viidi läbi aastail 2007–2010 Olustvere Teenindus- ja Maamajanduskooli õppetalu põllul, kus on alates 2002. aastast järgitud maheviljeluse printsiipe. Kuue hektari suurusel põllul on valdavaks mullaerimiks kahkjass muld (LP), kohati gleistumistunnustega (LPg), ka leostunud gleimulda (G<sub>0</sub>) esineb vähesel määral (Kõlli, Lemetti, 1999). Põllul on viieväljaline külvikord: oder ristiku allakülviga, ristik

(küntakse haljasväetisena mulda), rukis, kartul, kaer. 2007. aasta kevadel jagati ca 1,2 ha suurused pikad väljad kolme võrdseks ossa, mis võimaldab võrdsetes tingimustes võrrelda kaht maheväljaluse viisi (I – haljasväetisega, II – haljasväetise ja sõnnikuga, kusjuures sõnnik normiga  $60 \text{ t ha}^{-1}$  antakse kartuli alla) ja tavaväljalust (III). Tavaväljaluse variandis kasutatakse pestitsiide ja mõõdukas koguses mineraalväetisi, kartul saab ka sõnnikut.

Tabelis 1 on ära toodud külvikorra keskmisena aastas antavad taimetoitelementide kogused.

**Tabel 1.** Aastas antavad taimetoitelementide kogused  $\text{kg ha}^{-1}$

**Table 1.** Plant nutrients annual input  $\text{kg ha}^{-1}$

Variant <i>Variant</i>	Sõnnik <i>Manure</i>							Mineraalväetised <i>Mineral fertilizers</i>		
	N	P	K	Mg	Cu	Mn	B	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	69,6	14,4	33,0	12,1	0,035	0,225	0,036	-	-	-
III	69,6	14,4	33,0	12,1	0,035	0,225	0,036	50,2	26,4	54,6

*I* – Mahepõllumajanduslik haljasväetisega / *Organic with green manure*

*II* – Mahepõllumajanduslik haljasväetise ja sõnnikuga / *Organic with green and cattle manure*

*III* – Tavapõllumajanduslik / *Conventional*

Proovid toitainete sisalduse määramiseks võeti mullast 0–20 cm sügavuselt 2007. ja 2008. aastal aprillis, kuid alates 2008. aasta sügisest võeti mullaproovid ainult septembris. Igal aastal määratakse tähtsamate makro- ja mikroelementide sisaldus ka kasutatavas sõnnikus. Mulla ja sõnniku proovid analüüsiti Põllumajandusuuringute Keskuse agrokeemia laboratooriumis. Fosfor, kaalium, magneesium, vask ja mangaan määrati Mehlich–III meetodil, boor – Bergeri ja Truogi meetodil.

Sõnnikust määrati kogulämmastik Kjeldahli meetodil, kogufosfor ja kogukaalium ning kaltsium, magneesium, vask, mangaan ja boor märgtuhastamise + ICP/OES<sup>6</sup> meetodil.

## Tulemused ja arutelu

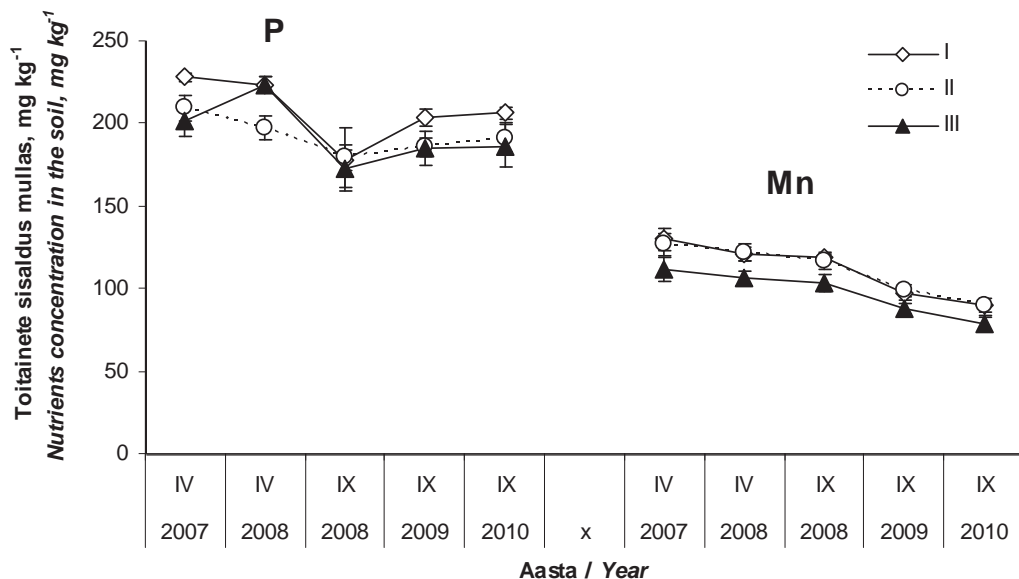
Fosfor on taimede toitumisel üks kolmest tähtsamast makroelemendist, eriti oluline on ta juurte arengu jaoks. Loomsetes orgaanilistes väetistes – nagu sõnnik ja läga – on 60–80% kogu fosforist anorgaanilisel kujul. Mullas käitub selline fosfor niisamuti nagu mineraalväetiste fosfor. Sõnnikus orgaaniliste ühenditena olev fosfor peab kõigepealt mineraliseeruma ja muutuma anorgaaniliseks fosfaadiks, et olla taimede omastatav (Johnston, 1998).

Mullapõhine fosfor on peaaegu eranditult ortofosfaatidena ja on seotud mulla orgaanilise ainega taimedele mitteomastataval kujul. Mullas allub fosfor mitmesugustele mõjudele, tema vormid muutuvad pidevalt keemiliste ja mikrobioloogiliste protsesside tagajärjel (Mengel, Kirkby, 1987). Mulla orgaanilise aine mineraliseerumisel raskesti lahustuvatest ühenditest osa fosforist vabaneb ja muutub taimede omastatavaks, aga need kogused on suhteliselt väikesed ja tavaliselt ei suuda taimede fosforivajadust katta.



Olustvere katse muldade analüüsimisel neljal aastal saadud tulemused esitatakse käesoleva artikli joonistel viie külvikorralvälja keskmistena, kusjuures võrreldakse neid näitajaid eri viljelusviiside puhul. Teatud ebakorrapärasused ja elementide sisalduste suuremad kõikumised kahel esimesel mullaproovide võtmise ajal (IV 2007 ja IV 2008 joonistel 1–3) võisid olla tingitud mitmest põhjusest. Esiteks, need mullaproovid võeti kevadel, vahetult pärast mulla sulamist; edaspidi tehakse analüüsid vaid sügisel, pärast saagi koristamist võetud mullaproovidest. Teiseks, katseperioodi algaastail vajasis katsealal rakendatud eri viljelusviisid ja kultuuride järjestus ehk veidi kohanemise aega. Kolmandaks, loodetavasti ei sõltunud tolle perioodi mullaanalüüside tulemused uute analüüsimetoodikate juurutamisest.

Omastatava fosfori sisaldus Olustvere muldades on kõrge, küündides  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  piirimaile (joonis 1). Võrreldes 2008. aasta sügisel valitsenud olukorraga oli mulla fosforisisaldus 2009. aasta sügiseks veidi (keskmiselt  $14,8 \text{ mg kg}^{-1}$  võrra) tõusnud. Seejuures oli tõus kõige suurem mahevilljeluse I (sõnnikuta) variandis. Tasub aga silmas pidada, et selle variandi mullas oli fosforisisaldus teistest kõrgem juba katsete algul ja ka saakidega viidi sealt fosforit ära tõenäoliselt vähem, sest selle variandi saagid olid kõige väiksemad. 2010. aasta sügisel oli muldade fosforisisaldus üldiselt samal tasemel kui aasta tagasi.



*I* – Mahepõllumajanduslik haljasväetisega / *Organic with green manure*  
*II* – Mahepõllumajanduslik haljasväetise ja sõnnikuga / *Organic with green and cattle manure*  
*III* – Tavapõllumajanduslik / *Conventional*

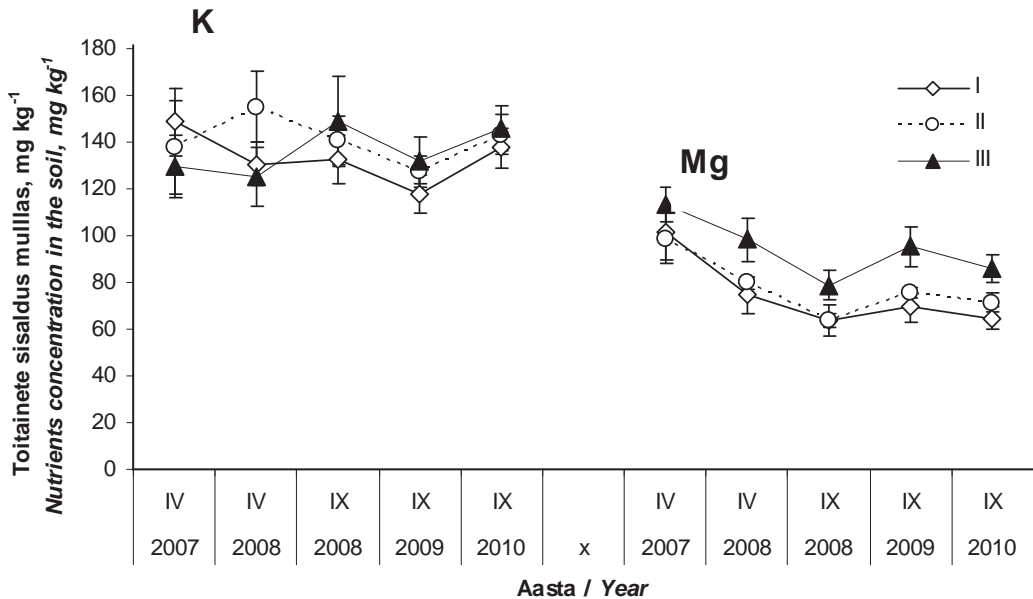
**Joonis 1.** Fosfori (P) ja mangaani (Mn) sisaldus muldades (keskmine ± SE) aastatel 2007–2010

**Figure 1.** Phosphorus (P) and manganese (Mn) concentration in soils (mean ± SE) in 2007–10



Kaaliumi (K) sisaldus maakooses on keskmiselt 2,3%, savikates muldades võib sisaldus ulatuda isegi 4%-ni (Mengel, Kirkby, 1987). Kui muld on raske lõimisega, siis kaaliumi reservid mullas on üldjuhul taimekasvatuseks piisavad, ilma et oleks vaja täiendavalt väetada kaaliumväetistega. Kergema lõimisega muldades aga on kaaliumisisaldus tihti peale madal (Goulding, Loveland, 1986). Enamikus orgaanilistes väetistes on kaalium veeslahustuvas vormis ja seega taimedele hästi omastatav (Johnston, 1998).

Olustvere muldade kaaliumisisaldus on üldiselt keskmisel tasemel. Katse algul oli kaaliumisisaldus kõige kõrgem väetamata ehk mahe I variandis, kuid juba 2008. aastal hakkas see langema, langus jätkus järgnevalgi aastal (joonis 2). Tavapõllumajanduslikus variandis III on aga toimunud kaaliumi sisalduse järkjärguline tõus ja 2010. aastal oli algselt kõige madalama kaaliumi sisaldusega III variandi kaaliumi sisaldus juba kõige kõrgem.



*I – Mahepõllumajanduslik haljasväetisega / Organic with green manure*  
*II – Mahepõllumajanduslik haljasväetise ja sõnnikuga / Organic with green and cattle manure*  
*III – Tavapõllumajanduslik / Conventional*

**Joonis 2.** Kaaliumi (K) ja magneesiumi (Mg) sisaldus (keskmine ± SE) muldades 2007–2010

**Figure 2.** Potassium (K) and magnesium (Mg) concentration in soils (mean ± SE) in 2007–10

Mangaani sisaldus on tavaliselt väike liivmuldades, kuid raskema lõimisega muldades on üldjuhul tema sisaldus taimede normaalseks kasvuks piisav. Mangaani puudus kultuurtaimedel ei ole tingitud mitte tema raskesti omastatavusest, vaid pigem tema puudusest mullas. Teatud tingimustes võib taimedel ilmuda raskusi mangaani

omastamises. Need on kõrge pH, suur orgaanilise aine sisaldus, halvasti arenenud juurekava, ebapiisav juurte kontakt mullaga (liiga kohev muld), madal mulla temperatuur ja samuti ka liigne sademete hulk (Sinclair, Edwards, 2008).

Meie katses on muldade mangaanisaldus aasta-aastalt vähenenud, seda kõikide viljelusviiside puhul ja üsna sünkroonselt (joonis 1).

Magneesiumi omastamine taimede poolt sõltub suuresti tema kontsentratsioonist ja aktiivsusest mullalahuses. Niiskemates piirkondades ja seal, kus väetamiseks kasutatakse suuri lämmastikukoguseid, on ilmnenud suured magneesiumikaod leostumise läbi. Palju on uuritud ka kaaliumi ja magneesiumi vahelisi antagonistlikke suhteid.

Teatud määral võib kaaliumi ja magneesiumi antagonistlikku mõju märgata ka meie katsete tulemustes joonisel 2. Kui 2008. aastal kaaliumi sisaldus kõikides variantides tõusis, siis magneesiumi sisaldus samal ajal langes. Sama mõju on näha ka järgmisel, 2009. aastal, kuid siis juba vastupidiselt. 2009. aastal kaaliumi sisaldus kõikides variantides langes, kuid samas magneesiumi sisaldus tõusis. Üldiselt näitab mulla magneesiumisisaldus langemise tendentsi. Kõige kiiremini on see aga toimunud väetamata (mahe I) variandis.

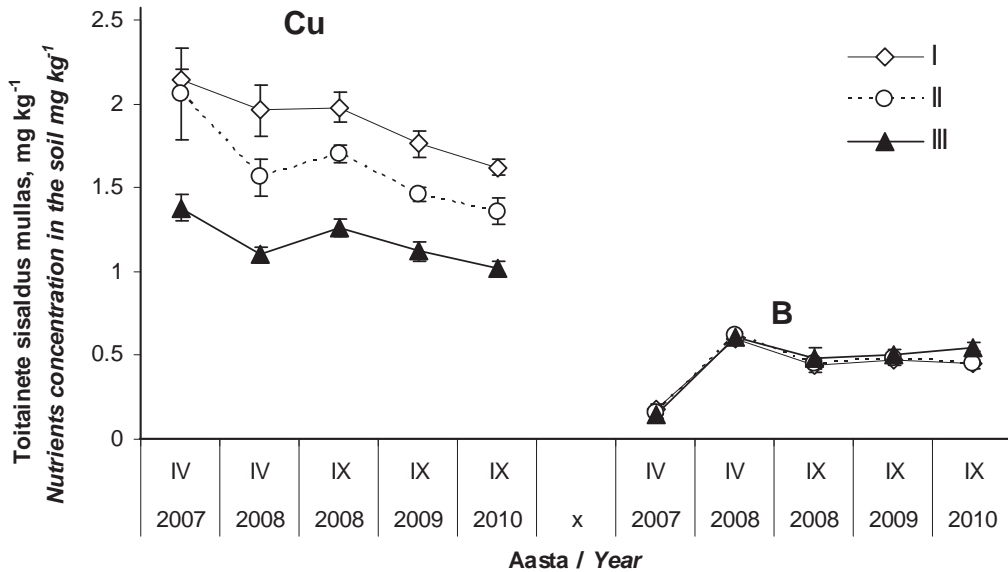
Vase (Cu) normaalne sisaldus liivmuldadel on 1–15 mg kg<sup>-1</sup>, liivsavi ja savimuldadel 25–60 mg kg<sup>-1</sup> (Sinclair, Edwards, 2008). Vaske leidub mulla primaarsete ja sekundaarsete mineraalide koosseisus, samuti orgaaniliste ühenditena, kusjuures mulla orgaanilises aines on vask seotud märksa tugevamini kui teised mikroelemendid. Mullalahuses esineb vask üldiselt väga madalas kontsentratsioonis. Vase, ja ka paljude teiste mikroelementide, puuduse üheks sagedasemaks põhjuseks on mulla kõrge pH, mille tulemusena on nende omastatavus madal. Taimedele raskesti kättesaadav on vask ka huumusrikkastel muldadel (Mengel, Kirkby, 1987).

Sõnniku kasutamisel viiakse mulda oluliselt suurem kogus mikroelemente kui neid eemaldatakse järgneva kultuuri saagiga. Kuna sõnnikus on mikroelemendid tugevasti seotud ja vabanevad aegamööda alles orgaanilise aine mineraliseerumisel, siis ei uhuta neid kergesti välja ja neil on pikaajaline järelmõju (Kalmet, 1992). Seega võib arvata, et sõnnikuga mahekülvikorras on mikroelementide vajadus paremini kaetud kui sõnnikuta mahekülvikorras ja tavaviljeluses.

Benke jt (2008) katsetes selgus, et sõnnikuga väetamine suurendas mullas oluliselt vase sisaldust, kuid ei mõjutanud boori sisaldust.

Meie katseala muld on taimedele omastatava vase poolest madala sisaldusega. Alates 2008. aasta sügisest toimus mulla vasesisalduse vähenemine kõikides katsevariantides (joonis 3), kusjuures maheviljeluse variantides oli see langus mõnevõrra järsem kui tavaviljeluse variandis. Kõikide katsevariantide puhul on tegemist üsna suure vasepuudusega.

Taimedele omastatava boori sisaldus, mida määratakse vee väljatõmbest, mullas oli katseperioodi algul 2007. aasta varakevadel peaaegu nullilähedane. Kuna mullaproovid võeti seekord kohe pärast lume sulamist, siis tõenäoliselt oli veeslahustuv boor pindmisest mullakihist talviste sademetega välja leostunud. Kehtivate hinnanguastmete järgi on Olustvere katsemuldade boorisaldus väga madal. Senine lühike vaatlusperiood ei võimalda mulla boorisalduse dünaamika kohta veel järeldusi teha.



*I* – Mahepõllumajanduslik haljasväetisega / *Organic with green manure*

*II* – Mahepõllumajanduslik haljasväetise ja sõnnikuga / *Organic with green and cattle manure*

*III* – Tavapõllumajanduslik / *Conventional*

**Joonis 3.** Vase (Cu) ja boori (B) sisaldus muldades (keskmine ± SE) 2007–2010  
**Figure 3** Copper (Cu) and boron (B) concentration in soils (mean ± SE) in 2007–10

### Järeldused

Mulla toitainetesalduse dünaamikat eri viljelusviiside puhul uuriti aastail 2007–2010. Tegelikult on see periood veel liiga lühike oluliste järelduste tegemiseks. Siiski võis mõningaid tendentse juba täheldada. Algtasemega võrreldes oli Olustvere külvikorrakatse muldades nelja aasta jooksul kõige rohkem vähenenud mangaani, magneesiumi ja vase sisaldus, seejuures eri viljelusviiside puhul üsnagi sünkroonselt. Taimedele omastatava kaaliumi ja magneesiumi sisalduste osas võis täheldada antagonistlike suhteid: kui neist ühe sisaldus langes, siis teise sisaldus tõusis. Olustvere muldade fosforisisaldus on kõrge ja kõige kõrgemana püsis see maheviljeluse I ehk sõnnikuta variandis.

### Tänuavaldused

Uurimistöö toimus Eesti Vabariigi Põllumajandusministeeriumi poolt tellitud rakendusauuringute projekti raames.

### Kasutatud kirjandus

Benke, M.B., Indraratne, S.P., Hao, X., Chang, C. 2008. Trace Element Changes in Soil after Long-Term Cattle Manure Applications. – *Journal Environment Quality* 37, 798–807.

- Dubois, D., Mäder, P., Fliessbach, A., Strasser, F. 2003. Auswirkungen reduzierter Hofdüngergaben im Bioackerbau. – *Bio Aktuell*, 9, 6–7.
- Edesi, L., Järvan, M. 2009. Maheviljeluse alustöed. – *Maamajandus*, 4, 7–9.
- Fliessbach, A., Mäder, P., Pfiffner, L., Dubois, D., Gunst, L. 2000. Bio fördert Bodenfruchtbarkeit und Artenvielfalt. Erkenntnisse aus 21 Jahren DOK-Versuch. – *FIBL-Dossier*, Nr. 1 August, 3–16.
- Goulding, K.W.T., Loveland, P.J. 1986. The classification and mapping of potassium reserves in soils of England and Wales. – *Journal of Soil Science* 37, 555–565.
- Gruber, H., Thamm, U. 2004. Entwicklung der Grundnährstoffgehalte und des pH-Wertes im Boden nach 10-jähriger Bewirtschaftung nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus. – In: *Beiträge zum ökologischen Landbau in Mecklenburg-Vorpommern*, 9–14.
- Johnston, A.E. 1998. Organic manures and mineral fertilizers. – *Improved Crop Quality by Nutrient Management*, 7–13, 309.
- Kalmet, R. 1992. Väetamine ja mikroelemendid. – *Agraarteadus* 4, 275–281.
- Kõlli, R., Lemetti, I. 1999. *Eesti muldade lühiiseloostus. I. Normaalsed mineraalmullad*. – Tartu, 122 lk.
- Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U. 2002. Bodenfruchtbarkeit und biologische Vielfalt im ökologischen Landbau. – *Ökologie & Landbau* 124, 4, 12–16.
- Malhi, S.S., Brandt, S.A., Zentner, R.P., Sahota, T.S., Schoenau, J.J. 2008. Management Strategies and Practices for Preventing Nutrient Deficiencies in Organic Crop Production. – *Journal of Soil Science & Plant Nutrition* 8, 3, 190–191.
- Mengel, K., Kirkby E.A. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. – International Potash Institute, Bern, Switzerland. 687 p.
- Sinclair, A.H., Edwards, A.C. 2008. Micronutrient Deficiency Problems in Agricultural Crops in Europe. – *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production*, 225–244, 353.
- Vetemaa, A., Mikk, M. (toim.) 2010. Mahepõllumajandus Eestis 2009 / Organic Farming In Estonia 2009, 39 lk.

## EUROOPA HUUMUSVORMIDE KLASSIFIKATSIOONI VÄLJATÖÖTAMISEST

**Raimo Kõlli**

EMÜ Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Abstract.** *Kõlli R. 2010. Ab out elab oration of Eu ropean humus forms' cl assification. – Agronomy 2010/2011, 37–44.*

*The knowledge about humus forms is the basis for the interpreting of soil organic matters role within an ecological framework. Actual research is introduced to the Estonian reader – the European Reference Base (ERB) for humus forms. The ERB explains the ecological issue of the humus form as an internationally recognized term; the reasons for its multitude of expressions were analyzed. The main attention is given to (1) the general structure and principles of ERB as a morpho-functional humus forms' classification and (2) the characterization of ERB terrestrial (formed on automorphic soils) and semiterrestrial (formed on semi- and hydromorphic soils) humus forms. The fabric of topsoil (humus profile) and the role of soil organisms in its formation and functioning are more profoundly analyzed (1) from terrestrial forms in relation to its typical terroforms: mull, amphi, moder, mor and tangel, and (2) from semi-terrestrial forms in relation to its histoforms: anmoor, histomull, histomoder, histoamphi and histomor. Adequate explanations and comparative analysis are given for zoogenically and non-zoogenically (prevalently mucogenically) formed organic horizons of humus forms taking into account the structure of organo-mineral horizons and the dominant (indicator) species of soil animals. A brief explanation describes terrestrial humus forms (ent- and paraforms) and semiterrestrial (epihisto- and hydr forms). In characterization of the main ERB humus form types, their coincidence with humus forms used in Estonia are given.*

**Keywords:** *humus classification, humus forms, humus profile, reference base*

**Raimo Kõlli**, *Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Kreutzwaldi 1, Tartu 51014, Estonia*

### Sissejuhatus

Mulla orgaanilisel ainel on määrav tähtsus mulla ülesehituse ja omaduste väljakujunemisel ning ökosüsteemi kestval talitlemisel. Kui mingi piirkonna, regiooni või riigi mullastiku ja seda moodustavate muldadest koosneva kattekihi (muldkatte) käsitlemisel-uurimisel lähtutakse tema muldade profiilidest (mullaprofiilidest), siis mulla orgaanilise aine või üldistatult huumuse käsitlemisel-uurimisel lähtutakse mullaprofiili pindmisest, orgaanilise aine rikkast osast ehk huumusprofiilist, mille iseloomustamiseks on rahvusvaheliselt enamtuntuks mõiste huumusvorm.

Teatavasti on erinevates riikides ja/või erinevates pedoökoloogilistes tingimustes väljakujunenud mullastiku klassifikatsioonisüsteemide harmoniseerimise ja unifitseerimise alal saavutatud viimasel kahel aastakümnel märkimisväärselt häid tulemusi (IUSS..., 2007). Samas tehakse huumusvormide käsitlemise-uurimise meetodikate harmoniseerimise-unifitseerimise alal alles esimesi samme. Üheks tähelepanuväärseks etapiks selles on huumusvormide määratlemise või viitamise Euroopa baasi (European Reference Base for Humus Forms) esimese versiooni (lühendatult ERB) valmimine (Zanella et al., 2009, 2010).

Huumusvormide uurimise algaastad on 19. sajandi viimases veerandis, olles seotud metsahuumuse iseloomustamiseks kasutusele võetud mõistega *mull* (Müller, 1887). Eesti metsamuldade huumusvormide klassifikatsioon on koostatud sellest ligikaudu 100 aastat hiljem (Kõlli, 1985, 1993). Ka ERB on koostatud esialgu metsamuldade kohta, kuigi on samas käsitletud ka inimese poolt vähesel määral mõjutatud rohumaa ja märgalade huumusvorme (Zanella et al., 2010). Hoopiski tagasihoidlikult on käsitletud aga looduslike ja haritavate muldade huumusvormide seotust, mis aitab meie arvates veelgi paremini mõista huumusvormide ökoloogiat ja mulla mineraalosa rolli selles (Kõlli et al., 2008).

Huumusvormide määratlemise käigus selguvad mulla oluliste huumusseisundi näitajate (mulla orgaanilise aine koostis ja humifitseerumise aste, huumuse fulvaatsus/humaatsus, küllastatus jms.) kõrval veel ka laguahelate iseloom ja nendega seotud mullaelustiku koostis ja elustiku tegevuse iseloom. Seega on mulla huumusvormid (huumuskatte tüübid) suurepärasteks ökosüsteemi talitlemist iseloomustavateks indikaatoriteks. Nii näitab moor tüüpi huumusvormi esinemine seenelise lagunemise domineerivust mulla huumuskattes, kusjuures lagunev vare on vaene tuha- ja toiteelementide poolest, C/N suhe on lai (>40), tekkinud lagu- ja muundumis-produktid on happelised ning madala küllastusastmega. Mull-tüüpi huumusvorm viitab aga vare kiirele bakteriaalsele lagunemisele, kusjuures lagunev vare on rikas lämmastiku ja toiteelementide poolest, tekkinud laguproduktid on nõrgalt happelised kuni neutraalsed ning kõrge küllastusastmega.

Eesti osalus Euroopa ühise huumusvormide klassifikatsiooni väljatöötamisel on vajalik ja kasulik mitmest aspektist. Ühelt poolt aitab see vältida ERB tahtmatut „kallutatust“ näiteks Vahemere maade tingimuste suhtes, teiselt poolt – aitab täiendada ja harmoniseerida meie vastavaid klassifikatsioone.

Käesoleva töö eesmärgiks on (1) tutvustada ERB ülesehitusest, selle huumusvormide põhitüüpe ja nende eristamise printsiipe ning (2) analüüsida ERB erinevusi ja sarnasusi Eestis kasutatavate printsiipide ja mõistetega.

## **Materjal ja üldmõisted**

Käsitluse aluseks on erinevate koolkondade poolt publitseeritud huumusvormide ülesehitust ja omadusi käsitlevad tööd, autori saadud kogemused koostööst „huumusrahvaga“ („humus people“ just nii on huumusvormidega tegelev uurimisgrupp end tituleerinud) ja Eestis tehtud vastavasisulisel väli- ja laboratoorsel uurimised.

Kuna huumusvormide uurimise ja klassifitseerimisega on tegeldud suhteliselt kaua ja erinevates maades, on käibele läinud palju erinevaid sõnu (termineid, mõisteid), mis sisuliselt seletavad samu (või ligikaudu sarnaseid) nähtusi või asju (Prusinkiewicz, 1988; Jabiol et al., 1995; Van Delft et al., 2006). Ühtede puhul võiks neid võtta kui sünonüüme, teiste puhul aga kui võrdlemisi sarnaseid (või lähedasi) objekte ja nähtusi iseloomustavaid mõisteid. Viimaste puhul on sageli tabatav mingi ühisosa meid huvitava objekti (huumusvorm) kohta, mis annab uut tänuväärset teavet huumusvormide teooria edasiarendamiseks.

Nii näiteks kasutab Prantsuse mullateadlaste koolkond muldkatte käsitlemisel mõistet *solum* ning nimetab selle pindmist osa (huumusprofiili) – *episolumiks*. Samas on Ameerika mullateadlaskonnas enamkasutatavateks vastavateks mõisteteks *pedon* ja *epipedon* (Soil Survey Staff, 2010). USDA Soil Taxonomy mõjutusel on *pedon* ja

*epipedon* kasutusel ka WRB (World Reference Base for Soil Resources) süsteemis (IUSS..., 2007).

Meie oleme oma varasemates töödes huumusvormi tähenduses kasutanud erinevaid sõnakombinatsioone. Kõige eestipärasem tundub siinjuures olevat huumuskate, mis on muldkatte pindmine (orgaanilise aine poolst rikkaim) osa. Samas oleme nimetanud seda ka huumusprofiiliks (Vene koolkonna mõjul) või epipedoniks, mis on rahvusvaheliselt ehk enim tuntud.

Toetudes eelpooltoodud allikatele võime defineerida, et huumusvorm on muldkatte pindmine orgaanilistest (metsa-(rohuma)-)kõdu ja/või turvas) ja/või organo-mineraalsetest horisontidest (huumus- ja/või toorhuumuslik) koosnev osa, kus ringleb valdav osa elusaine orgaanilisest süsinikust (juured, fauna, mikroorganismid, viirused), paiknevad taimsete ja loomsete organismide jäänused (lagunemata, fragmenteerunud, suuremal või vähesemal määral biodegradeerunud) ja orgaaniliste ainete molekulid (eritised, huumushapped, proteiinid jpt.). Huumusvormid on tekkinud mulla pindmise kihi vastastikusel toimel temal arenenud ökosüsteemiga ja seoses juurestiku, mullaelustiku ja lagundajate tegevusega. Ökoloogiliste tingimuste (kliima, mulla lähtekivim, antropogeenne surve, arengulugu) muutudes muutub ka biotsünoos ja vastavalt sellele adapteerub ka huumusvorm. Seega hõlmab mõiste huumusvorm endas nii morfoloogilised (ülesehitusega) kui ka funktsioneerimisega (talitlemisega) seotud aspektid. Taoline morfo-funktsionaalne käsitlus võimaldab avada objekti sügavalt ökoloogilise sisu ning kasutada huumusvormi erinevaid tüüpe kui ökosüsteemi talitlemise kompleksseid indikaatoreid.

ERB-le mitteomaselt kasutame antud töös eestipäraselt (1) mõningaid põhitüüpide nimetusi: moor *pro* mor; amfi *pro* amphi ning (2) horisontide nimetusi: AT *pro* Aa ja Ag. Samas ei ole töös muudetud rea horisontide koode, mis on järgnevalt esitatud koos Eesti vastetega: OL = O1; OF = O2; OH = O3; H = T. Töös esitatud andmed pH kohta on kõik määratud vesileotises ( $\text{pH}_{\text{vesi}}$ ).

Artiklis esitatu paremaks mõistmiseks oleks vaja teada muldade iseloomustamiseks kasutatavate rahvusvaheliselt tunnustatud täiendsõnade (kvalifikaatorite) tähendusi (IUSS..., 2007; Soil Survey Staff, 2010) ning omada käepäraselt nii huumusvormide ERB (Zanella et al., 2010) kui Eesti vastavat klassifikatsiooni, kas eesti (Kõlli, 1985) ja/või inglise keeles (Kõlli, 1993).

## Huumusvormide määramise printsiibid

Huumusvormide klassifitseerimise aluseks on orgaaniliste ja organo-mineraalsete horisontide morfoloogia ja järjestus ning bioloogilise tegevuse nähted nendes, millele lisatakse mõningad laboratoorsed määramised (pH, Corg sisaldus). Huumusvormide ülesehituse kirjeldamisel-analüüsil on olulise tähtsusega orgaaniliste jäänuste iseloom, huumuse ja mineraalse osa vahekord (nii horisondi siseselt, kui nende vaheliselt) ja mullaelustiku tegevus ning, teisest küljest, sellega tihedalt seotud mulla lõimise ja struktuursus, mulla veolud ja kemism, horisontide ülemineku iseloom ja ilmastikutingimused. Mulla orgaanilise aine muundumise analüüsil selgitatakse, et kas see on toimunud (1) zoogeenselt (*zoogenically* – *zo*) ehk mullaelustiku talitlemise tulemusena või (2) mittezoogeenselt (*non-zoogenically* – *noz*) ehk seente talitlemise või mõne muu teguri mõjul.



Elustiku tegevust näitab (kasutades 5–10 kordse suurendusega luupi) peenestunud varise esinemine, mis on segunenud elustiku väljaheidetega ja/või mineraalse materjaliga. Moodustunud struktuuriagregaadid on suurima läbimõõduga juhul, kui lagunemine on toimunud epigeiliste vihmausside ja suurte lüljalgsete (hulkjalgsed, putukate vastsed, kakandilised) mõjul ja väiksemad kui lagundamist on põhjustanud väiksed lüljalgsed (lestad, hooghännalised, rõngasussid). A-horisondis toimuvat organismide tegevuse indikaatoriteks on veel ka loomade tegevuse tagajärjel tekkinud käigud. Elustiku tegevuse tunnused võivad olla värskelt moodustunud (esineb organismide isendeid ja värskaid tunnuseid) või olla moodustunud mõni aasta tagasi. Näiteks on selliseks materjaliks plastilise konsistentsiga OH horisont, mis on kaotanud oma endise bioloogilise aktiivsuse.

Seenelist lagunemist iseloomustab rohke erineva värvusega seenehüüfide esinemine pooleldilagenenud varise osistel, kusjuures need on selle läbi omavahel seotud. Üldiselt on taoline materjal madala bioloogilise aktiivsusega ning ei ole formeerinud struktuuriagregaatideks (on massiivne või üksikteraline).

Diagnostilised horisondid on ERB-s määratletud ja tähistatud uusima WRB versiooni järgi (IUSS..., 2007), kuid nende detailsemaks jaotusteks senised süsteemid piisavat tuge veel ei anna. Orgaanilisteks horisontideks (Corg > 20%) on OL (varis: OLn – värsked, OLv – vana), OF (osaliselt lagunenud, fragmenteerunud ja/või fermenteerunud; eristatakse OFzo ja OFnoz) ja OH (humus või hästihumifitseerunud osa).

Organo-mineraalne (Corg < 20%) A-horisont võib olla (1) zoogeenne (Azo), mis jaguneb kolmeks vastavalt bioloogilise tekkega mullastruktuurile ja vastavatele organismidele: (a) *aneci-endovermic* makro- (maA), (b) *endo-epivermic* meso- (meA) ja (c) *enchy-arthropodic* mikrostruktuurine (miA) ning (2) mittezoogeenne (Anoz) ehk struktuuritu, jagunedes (a) üksikteraliseks ja (b) massiivseks.

Seega on siin Azo horisondi jaotuse aluseks mullaelustik ja sellest lähtuv struktuursuse iseloom. Nii on maA (struktuuriagregaatide  $\varnothing > 4$  mm) tekkinud peamiselt *anecic* ja *endogeic* vihmausside; meA ( $\varnothing 1\text{--}4$  mm) – *epigeic* ja väikeste *endogeic* vihmausside, rõngasusside ja suurte lüljalgsete ning miA ( $\varnothing < 1$  mm) – rõngasusside, väikeste lüljalgsete (tillukesed putukad, lestad, hooghännalised) tegevusel, kusjuures kõigis nendes materjalides võib vähesel määral esineda ka seenehüüfe ja peenikesi juuri.

Orgaanilise ja mineraalse komponendi vahekord horisondis määratakse visuaalselt, kasutades spetsiaalset skaalat või laboratoorselt – määrates võetud proovis kuumutuskaod.

## **ERB huumusvormide klassifikatsiooni ülesehitus**

ERB klassifikatsiooni põhiühikuks on elu- või bioloogilise talitlemise tüübid (*biological types*), mis olid niimoodi seletatud juba Mülleri (1887) poolt. Selle keskseks protsessiks on surnud orgaanilise aine biotransformatsioon, kuna sellest nähtub – millisel moel energia on talletatud mulda ja kuidas ta sealt hiljem vabaneb. Taoline mulla pealmise kihi „elu“ väljenduseks (*expression of life*) või peegeldajaks ongi huumusvorm.

Ülesehituse ja ökoloogilise talitlemise järgi on ERB-s eristatud kaks rida morfofunktsionaalseid huumusvormi põhitüüpe: (1) automorfsetes tingimustes



(parasniisketel ja gleistunud muldadel) kujunenud *mull, moder, moor, amfi ja tangel* tüübid ning (2) poolhüdromorfsetes (gleimuldadel) ja hüdromorfsetes tingimustes (turvastunud ja turvasmuldadel) kujunenud *histo-* (*-mull, -moder, -moor ja -amfi*) ning *anmoor* tüübid.

Esimese rea (*terrestrial*) huumusvormide seas on omakorda eristatud tüüpilised (*terro-*), vähearenenud (*enti-*) ja ebatüüpilised (*para-*) vormid. Nendest vähearenenud võivad olla moodustunud massiivsel kivimil (*litho-*), koreselisel materjalil (*peyro-*) või liival (*psammo-*) ning ebatüüpilised (*para-*) vormid olla rikkad kas juurte ja/või risoomide (> 50% mahust) poolest (*rhizo-*) või koosneda (> 1/3 mahust) lagunevast puidust (*ligno-*).

Teise (*semiterrestrial*) rea hulgas on eristatud turba- (*histo-*) ja vaid pinnalt turbaga kaetud (*epihisto-*), kuid pikka aega (üle kuue kuu) alaliselt liigniisked (veega küllastatud) vormid ning kolmandana sisuliselt mineraal- ja turbamuldade üleminekualal asuvad niisked-märjad (*hydro-*) vormid (gleimuldadel).

Kõige tähtsamad ja tuntumad huumusvormid ongi esimese rea tüüpilised ehk *terrovormid*, millede iga põhitüüp (5 tüüpi) jagatakse omakorda 2–4-ks alltüübiks kasutades rahvusvaheliselt tuntud mulla toiteainete rikkust (*eu-, meso-, oligo-, dys-* jt.) või mõnda muud omadust (*humi-, pachy-, lepti-* jt.) iseloomustavat täiendsõna. Teise (märgade muldade) rea põhitüübid on valdavalt turbad (*histovormid*), millede edasise jaotamise aluseks on turba lagunemine iseloom (*fibri-, mesi-, sapri-*) ning turbas sisalduvad mineraalsed setted.

## ERB terrovormide lühiiseloomustus

Huumusvormide tüüpe määratakse peamiselt tema koosseisus olevate diagnostiliste horisontide (kuhu on integreeritud mullaelustiku tegevus ja struktuursus) esinemise või puudumise järgi võttes arvesse veel ka horisontide ülemineku, veeolud, happesuse (pH) ja kliimaatilised tingimused.

Konspektiivsed automorfsetel metsamuldadel esinevate ERB tüüpiliste (*terro-*) huumusvormide iseloomustused ja nende vasted Eesti huumusprofiilide klassifikatsiooni järgi (EHP) on järgmised:

*Mull*: esineb parasvöötme kliimas; mulla lähtekivim karbonaatne; kiire biodegradatsioon (< 3 a.); varise C/N < 30; Corg akumuleerub A horisonti; pH > 5; tüüpprofiil OL-maA; EHP – värske/niiske kaltsimull või metsamull.

*Moder*: jahedas kliimas; mineraalne osa silikaatne; valdavalt seeneline aeglane biodegradatsioon (3–7 a.); A pH < 5; tüüpprofiil OL-OF-(OH)-miA-Anoz; EHP – värske/niiske moder või moder-moor.

*Amfi*: kontrastses kliimas (suvi kuiv, sügis vihmane); lubja- või dolomiidirikas materjal; varise C/N alates < 20 (laialehelised) kuni > 40 okaspuumetsad; aeglane biodegradatsioon (2–7 a.); A pH > 5; tüüpprofiil O-OFzo-OH-miA-meA; EHP – värske/niiske moder-mull.

*Moor*: jahedas kliimas; silikaatne happeline lähtekivim; halvasti lagunev varis (C/N > 40); aeglane seeneline biodegradatsioon (> 7 a.); E(AE) pH < 4,5; tüüpprofiil OL-OF-OH-E; EHP – värske/niiske moor.

*Tangel*: alpi mägikliimas; massiivne lubja- ja dolokivi või nende kores; väga aeglane biodegradatsioon (> 7 a.); Corg akumuleerub kõdus; A pH > 5; tüüpprofiil OL-OFzo-OH-meA/msA; EHP – puudub.

Põhimõtteliselt sama jaotust ja nimetusi (*-mull*, *-moder*, *-amfi*, *-moor* ja *-tangel*) kasutatakse nii (*enti-*) vähearenenud (*litho-*, *peyro-*, *psammo-*), kui ka (*para-*) ebatüüpiliste (*ligno-*, *rizo-*) huumusvormide nimetamisel. Vähearenenud huumusvormidest võivad Eestis esineda N. *lithomull* (Kh', Kh'g – kuiv/värske/niiske kaltsimull), *peyromull* (Kr, Kk – kuiv/värske kaltsimull), *psammomoor* (Lo, L – kuiv/värske moor) ning paravormidest *rizhomull*, *rizhomoder*, *lig nomoder*, *lignomoor* jt.

Terrovormide read (1) pH vähenemise järgi on: *tangel* > *mull* > *amfi* > *mo der* > *moor*; (2) aasta keskmise õhutemperatuuri järgi: *moor* < *tangel* < *amfi* < *moder* < *mull* ja (3) aasta sademetehulga järgi: *amfi* < *moder* < *tangel* < *moor* < *mull*.

Eesti metsamuldade kogupinnast moodustavad ERB terro-huumusvormid ca 23%, kusjuures nende osatähtsuse vähenev järjestus on – *moder* > *moor* > *mull* > *amfi*.

### **ERB histovormide lühiiseloostus**

Hüdro-morfseid turvas- (*histo-*) huumusvormid on teise (*semiterrestrial*) rea tüüpilised ehk põhivormid. Nad on domineeriva aja vegetatsiooniperioodist veega küllastatud, mille tõttu taimse vare bioloogiline transformatsioon on aeglustunud ja moodustub turba- (H) või toorhuumuslik (AT) horisont. Turvastumise tõttu kujunenud pindmised horisonidid ja nende järjestus (profiil) erinevad ülesehituse, pH, toitainete sisalduse ja küllastatuse poolest, kusjuures see on tingitud peamiselt just toitva vee kvaliteedist, taimkattest ja mulla elustikust. Oluline on teada, et turba tüüpi huumusvormide määramise kontrollseksiooniks on pealmised turbakihid kuni 40 cm sügavuseni. Üldreeglina on turba (*histo-*) vormide profiil pealt kaetud õhukese varise (OLg) kattega. Nende lühiiseloostus on järgmine:

*Histomull*: põhiosaks on hästilagenenud (*sapric*) turba-(Hszo) või alluviaal- või deluviaalsete setete poolest rikas (> 50%) turba-(Hsl)horisont; mulla-elustiku tegevus väga aktiivne ning toimub lagu- ja moondeproduktide integratsioon mineraalse osaga; tüüpprofiil (OLg)–Hszo/Hsl; EHP – eutroofne turvas.

*Histoamfi*: põhiosaks on hästilagenenud (*sapric*) turba-(Hszo)horisont, millele lisaks esineb veel vähemal hulgal ka Hf (*fibric*) või Hm (*mesic*) turvast; mulla-elustiku tegevus on aktiivne ning toimub lagu- ja moondeproduktide integratsioon mineraalse osaga; tüüpprofiil OLg–Hm/Hf–Hszo, kusjuures Hszo > Hf + Hm; EHP – mesotroofne turvas.

*Histomoder*: põhiosaks on keskmiselt lagunenud (*mesic*) turba-(Hm) või mitte-zoogeenne hästilagenenud turba-(Hsnoz)horisont; võib esineda vähesel määral ka Hf materjali; bioloogiline aktiivsus on suurem võrreldes vaid järgnevaga; tüüpprofiil OLg–(Hf)–Hm/Hsnoz; EHP – mesotroofne/oligotroofne turvas.

*Histomoor*: põhiosaks on halvastilagenenud (*fibric*) turba-(Hf)horisont ja võib esineda ka keskmiselt lagunenud turvast (Hm), kuid selle tusedus on väiksem Hf-st; lagunemine on väga aeglane; tüüpprofiil OLg–Hf–(Hm); EHP – oligotroofne turvas.

*Anmoor*: põhiosaks on AT horisont, kusjuures võivad esineda ka Hszo või Hsl horisonidid, kui nende tusedus on väiksem AT-st; tüüpprofiil (OLg)–Hszo/Hsl–AT, kusjuures AT > Hszo või Hsl; EHP – märg mull või märg moder-mull.

Eeltoodud vormide järjestus bioloogilise aktiivsuse vähenemise järgi on: *histomull* > *anmoor* > *histoamfi* > *histomoder* > *histo moor*. Märgade (turba)huumuse domineerivad vormid ja nende elustikuga seotud seaduspärasused on järgmised:

*Histomoor* → *fibrimoor*: bioaktiivsus, humifikatsioon ja mineralisatsioon väga madal; turba kihiline akumulatsioon; anaeroobsed mikroorganismid.

*Histomoder* → (a) *fibrimoder*: vähene humifikatsioon ja mineralisatsioon; turba kihiline akumulatsioon; rõngasussid (*Cognettietum sphagnetorum*). → (b) *saprimoder*: kõrge humifikatsioon; madal mineralisatsioon; segunemine mõõdukas; vähene turba akumulatsioon; rõngasussid (*Octolasiatum tyrtaei*) ja vähesed vihmaussid.

*Histoamfi* → *mesiamfi*: kõrge humifikatsioon; mõõdukas mineralisatsioon; tugev segunemine; vähene akumulatsioon; endo- ja epigeic vihmaussid ning rõngasussid.

*Histomull* → *saprimull*: tugev humifikatsioon, mineralisatsioon ja segunemine; ei akumuleeru; endo- ja epigeic ning anecic vihmaussid ja rõngasussid.

*Anmoor* → *euanmoor*: keskmine humifikatsioon; madal mineralisatsioon; segunemist ei toimu; vähene akumulatsioon; anaeroobsed aktinomütseedid.

Sarnast jaotust ja nimetusi histovormidega kasutatakse ka õhukeseturbaliste (*epihisto*) huumusvormide nimetamisel, kusjuures nende profiil ulatub tugevasti gleistunud organo-mineraalsesse horisonti. Mineraalsete horisontide pH on *epihistomullis*, *-anmooris* ja *-amfis* > 5, *epihistomoderis* ja *-mooris* < 5.

Eesti metsade kogupinnast moodustavad ERB *histo*-huumusvormid ca 37% - väheneva osatähtsuse järjestusega – *histomoor* > *histomull* > *histomoder* > *histoamfi* ning *anmoor*-huumusvormid (gleimuldadel) ca 24%.

*Histo*- ja *terrovormide* üleminekualal eristatakse *hüdrovormid*, millede ülesehitus (profiil), põhiomadused (toiteainete rikkus, bioloogiline aktiivsus) ja järelikult ka jaotamine on analoogne *terrovormidele*. Peamine erinevus viimastest on aga selles, et nad on pikemat aega veega küllastatud (*anoxia*) mille tõttu nende orgaanilised horisondid on toorhuumuslikud ja mineraalsed horisondid tugevasti gleistunud. Kõigi vee poolt mõjutatavate huumusvormide bioaktiivsus ja sellega seoses olev orgaaniliste jäänuste lagunemine sõltub vee hulgast (veega küllastumise sügavusest ja selle kõikumistest), hapnikuga varustatusest, vee kvaliteedist (pH, toiteained, alused), varise ja turba enese koostisest ning mineraalsete kihtide mõjutustest.

*Terro*- ja *histo*- üleminekuvormid katavad kokku ca 16% meie metsade territooriumist (kumbki ca 8%).

## Järeldused

ERB huumusvormide klassifikatsioonil on hea kokkulangevus (ehk ühisosa) Eesti tingimuste jaoks väljatöötatud huumusprofiilide klassifikatsiooniga. Erandi moodustab muidugi *tangel* tüüpi huumusvorm, mis kujuneb välja vaid kõrgmäestiku tingimustes. Laiemalt tuntud *mull*, *moder* ja *moor* huumusvormide hea kokkulangevuse kõrval ei ole probleeme ka *amfi* vormide osas, mida katab meie klassifikatsiooni *moder-mull*.

Teatud ERB vajakajäämisi Eesti pedo-ökoloogiliste tingimuste huumusvormide (-katete) detailsemal kajastamisel võib märgata ennekõike *moor* ja *moor-moder* üleminekualal ning leetunud ja kähkjate gleimuldade moodustunud huumusvormide kajastamisel. Teisiti öeldes vajab ERB edasiarendamist põhjapoolsete regioonide huumusvormide osas, mida on oma töös õigustatult väitnud ka ERB põhitegijad, kellede valdav kogemus pärineb Vahemeremaadest ja Kesk-Euroopast.

Huumusvormid ehk huumuskatte tüübid on headeks nii ökosüsteemi kui ka selle koostisosa mulla (kui pedosüsteemi) talitlemist ja seal toimuvat bioloogilist aineriinget iseloomustavateks indikaatoriteks. Siinjuures pööratakse olulist tähelepanu muld-taim

süsteemi toimimise kõrval ka seal talitlevatele laguahelatele. Laguahelate parem tundmine (nii talitlemise iseloomu, kui ka organismide koosseisu poolest) ja nende seire aitab paremini mõista mullaprotsesside ökoloogilisi aspekte ning korraldada otstarbekamalt looduslike muldade majandamist ja teha otsuseid nende kultuuristamise suhtes.

Huumusvormi eestipärase vastena võiks kasutada sõnaühendit „huumuskatte tüüp“. Huumuskatte kui muldkatte pealmise osa tüpiseerimisel on aluseks (1) huumusprofiili ülesehitus st. koosnemine orgaanilise aine akumulatsioonihorisontidest, nende järjestus, osakaal ja omadused ning (2) mullaelustik, nende talitlemine või talitlemist tõendavad nähted.

## **Kasutatud kirjandus**

- IUSS Working Group WRB 2007. *World Reference Base for Soil Resources 2006*, 2<sup>nd</sup> ed, first update 2007. World Soil Resources Reports 103, Rome, 128 pp.
- Van Delft, B., de Waal, R., Kemmers, R., Mekkink, P., Sevink, J. 2006. *Field guide humus forms, description and classification of humus forms for ecological applications*. Alterra, Wageningen, 92 pp.
- Jabiol, B., Brêthes, A., Ponge, J.-F., Toutain, F., Brun, J.-J. 1995. *L'Humus sous toutes ses formes*. ENGREF, Nancy, 63 pp.
- Kõlli, R., Ellermäe, O., Teras, T. 2008. Eesti muldade digitaalne kogu. [www document]. – URL <http://mullad.emu.ee/> [Accessed 29 November 2010].
- Kõlli, R. 1985. *Metsamullateaduse välipraktika*. EPA, Tartu, 80 lk.
- Kõlli, R. 1993. Production and ecological characteristics of organic matter of forest soils. – *Eurasian Soil Science* **24**(6), 78 – 91.
- Müller, P.E. 1887. Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden: mit analytischen Belegen von C.F.A. Tuxen. Springer, Berlin.
- Prusinkiewicz, Z. 1988. *Multilingual dictionary of forest humus terms*. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 195 pp.
- Soil Survey Staff 2010. *Keys to Soil Taxonomy*, 11<sup>th</sup> ed. USDA-NRCS, Washington, 338 pp.
- Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.F., Sartori, G., de Waal, R., Van Delft, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H., Englisch, M., Brêthes, A., Broll, G., Gobat, J.M., Brun, J.J., Milbert, G., Kolb, E., Wolf, U., Frizzera, L., Galvan, P., Kõlli, R., Baritz, R., Kemmers, R., Vacca, A., Serra, G., Banas, D., Garlato, A., Chersich, S., Klimo, E., Langohr, R. 2010. *A European Reference Base for Humus Forms: Proposal for a morpho-functional classification*. [www document]. – URL [http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/54/14/96/PDF/Humus\\_Forms\\_ERB.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/54/14/96/PDF/Humus_Forms_ERB.pdf) [Accessed 3 December 2010].
- Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.F., Sartori, G., de Waal, R., Van Delft, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H., Englisch, M., Brêthes, A. 2009. *Toward a European humus forms reference base*. – Studi Trentini di Scienze Naturali, 85, 145 – 151.

## MULLAVILJAKUSE MUUTUSEST MAHE- JA TAVAVILJELUSEL KÜLVIKORDADES

**Karli Sepp, Jaan Kanger, Marje Särekanno**  
Põllumajandusuuringute Keskus

**Abstract.** *Sepp, K., Kanger, J., Särekanno, M. 2011. Changes in soil fertility in crop rotations of organic and conventional farming. – Agronomy 2010/2011, 45–52.*

*Research based on 5-field organic crop rotation (1) trial (winter wheat – spring turnip rape – spring barley with undersown red clover and timothy – red clover and timothy – red clover + timothy) – started in 2003 and 4-field organic and conventional crop rotation (2) trial (spring wheat – oats – spring barley with undersown melilot – melilot) started in 2005 in Kuusiku experimental station.*

*The results of the 2004–09 experiments show a surplus of N and K in the gross nutrient balance (crop rotation 1) in the case of manure application (45 and 30 t ha<sup>-1</sup> during 5 years) and the deficiency in the case of manure non-application. The gross nutrient balance of P was in deficiency in both cases. The concentration of plant-available nutrients increased in the variants with manure application. Humus content in the plough horizon increased in variants with manure application and without manure. The concentration of P and K decreased in the case of manure non-application.*

*The data show the surplus of all main plant nutrients in the gross nutrient balance in crop rotation 2 in the conventional crop rotation and the deficiency of P and K in the organic crop rotation. The concentration of plant-available P increased and K remained stable in the plough horizon of the conventional crop rotation. In the organic crop rotation the concentration of plant-available P and K decreased.*

*In organic farming, the gross nutrient balance of plant nutrients would be improved significantly by the return of straw directly or with manure and plough in the last hay crop of the 2<sup>nd</sup> year clover grasses.*

**Keywords:** *gross nutrient balance, humus, manure, plant available nutrients, soil fertility*

**Karli Sepp, Jaan Kanger, Marje Särekanno,** *Department of Agricultural Research and Monitoring, Agricultural Research Centre, Teaduse 4/6, Saku, Harju mk, 75501, Estonia*

### Sissejuhatus

Kuna maheviljeluses ei ole sageli võimalik anda põldudele piisavalt sõnnikut, komposte ja alternatiivseid väetusaineid, võib see viia mulla toitainete varu vähenemisele ja viljakuse langusele. Samas on Šveitsis (Mäder *et al.*, 2006) ja Taanis (Rasmussen *et al.*, 2006) tehtud pikaajalistes maheviljeluse külvikorradates ilmnenud, et orgaaniliste väetiste piisaval kasutamisel kasvab mulla künnikihi orgaanilise aine sisaldus, paraneb mulla struktuur ja tõuseb mullaelustiku osakaal. Paranenud mullastruktuuri ja märgatavalt tõusnud mulla orgaanilise aine sisalduse tõttu kasvas orgaaniliste väetiste ja liblikõieliste heintaimede põhisel maheviljelusel USA-s pikaajaliste külvikorradatsete teises rotatsioonis oluliselt mulla huumushorisoni veehoiuvõime, mille tõttu olid maisi saagid põuastel aastatel märgatavalt suuremad, kui mineraalväetistepõhise tavaviljeluse korral (Hepperly *et al.*, 2006). Nii ei saa üheselt väita, et mullaviljakus maheviljelusel tingimata langeb, olgugi et kultuuride saagid on



sageli väikesed võrreldes tavaviljelusega.

Kas mullaviljakus külvikorra põldudel pikema aja jooksul võib paraneda või halveneda, saab hinnata ka sealt välja viidud ning sisse toodud taimetoitainete üldbilansi järgi. Teiseks mullaviljakuse hindamise vahendiks on taimedele omastatavate toitainete ning orgaanilise aine muutuse määramine künnikihist mingi ajavahemiku jooksul. Eeltoodud mullaviljakuse näitajaid uuriti ka uusiku Katsekeskuse pikaajalistes mahe- ja tavaviljeluse külvikorrakatsetes ajavahemiku 2003–2009 kohta.

### **Uurimistöö metoodika**

Katseala paikneb raske liivsaviõimisega rähkmullal Kuusiku Katsekeskuses. Arvestused on tehtud katsevariantide ja lappide keskmisena. Iga katsevariant paikneb katses neljas korduses. Katselapi suurus on 75 m<sup>2</sup>.

Artiklis analüüsitakse NPK üldbilanssi esiteks viieväljalise mahekülvikorra kolmanda välja näitel esimese rotatsiooni (2004.–2008. a.) kohta. Viljavaheldus oli siin alljärgnev: talinisu – suvirüps – suvioder allakülviga – ristikurohke põldhein esimene aasta – ristikurohke põldhein teine aasta. Uuritava külvikorra sisseviimist tavaviljeluselt maheviljelusele 2003. a., kui uuritaval väljal kasvatati punast ristikut, bilansis ei arvestata. Künnikihis taimedele omastatavate P ja K muutuste hindamiseks on võetud kontrollaastaks 2003, kui tavaviljelus asendati maheviljelusega ja võrdlusaastaks 2009. Mullaproovid võeti kevadel enne mullaharimist.

Teiseks analüüsitakse NPK üldbilanssi (2005–2008) neljaväljalises tava- ja mahekülvikorras. Viljavaheldus oli siin alljärgnev: suvinisu – kaer – oder allakülviga – mesikas. Taimedele omastatavate P ja K muutusi hinnatakse 2005. ja 2009. aasta võrdlusena. Mullaproovid võeti kevadel enne mullaharimist.

Põhu allapanuga tahesõnnikut anti viieväljalises külvikorras maheviljeluses talinisu koristamise järgsel sügisel 45 t ha<sup>-1</sup> (N–216, P–25, K–266 kg ha<sup>-1</sup>, kuivaine 23%) ja teise aasta põldheinale enne selle sisseküüdi sügisel 30 t ha<sup>-1</sup> (N–119, P–19, K–229 kg ha<sup>-1</sup>, kuivaine 21%). Sõnnik künti koheselt peale laotamist mulda, et vältida N kadu. Neljaväljalises külvikorras tava- ja maheviljelusel sõnnikut ei kasutatud. Haljasväetiseks kasutati seal valget mesikat, mis tagastati mulda kogu juurdekasvanud massi ulatuses (kaks niidet). NPK mineraalväetisi anti tavaviljeluses suvinisule vastavalt 92–19–36, kaerale 70–15–28 ja odrale allakülviga 60–13–24 kg ha<sup>-1</sup>. Valget mesikat tavaviljeluses mineraalväetistega ei väetatud.

NPK üldbilansis arvestati mulda sisendina igal aastal sõnniku, liblikõieliste poolt seotud õhulämmastikuga (maapealne ja maasisene taimne mass), taimedega mitesümbiootiliste mullabakteritega, sademetega ja külviseemnega mulda juurde toodud NPK kogused. Neljaväljalises külvikorras on tavaviljeluses sisendina arvestatud ka mineraalväetistega muldaviidud NPK kogused. Väljundina arvestati kultuuride saagiga (terad, heintaimed, põhk) ja leostumisega mullast väljaviidud NPK kogused. Taimse materjali ja sõnniku NPK sisalduse analüüsid teostati Põllumajandusuuringute Keskuse (PMK) laboris.

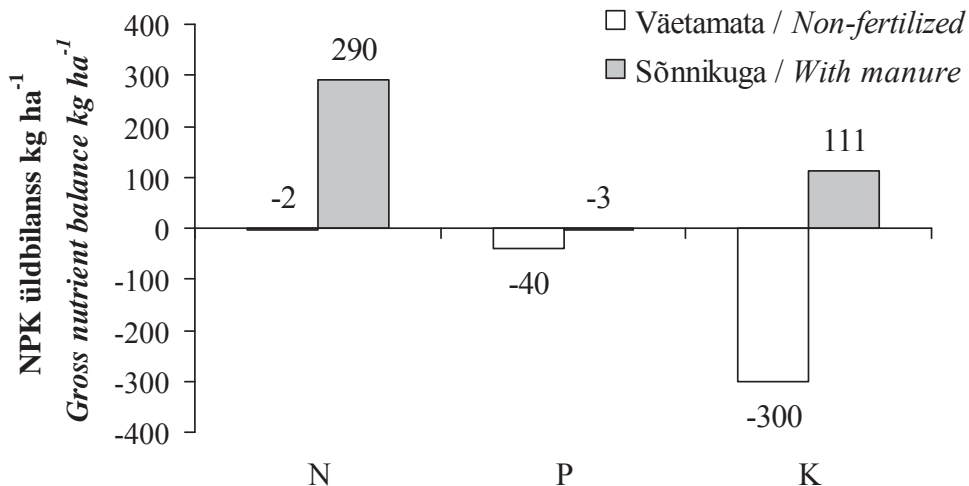
Liblikõieliste heintaimede juurtesse mügarbakterite poolt seotud õhulämmastikku arvestamisel võeti aluseks H. Kärblase (1991) poolt leitud liblikõieliste heintaimede N sümbiootilise siduvuse koefitsiendid. NPK mullast leostumise kogused arvestati PMK põllumajanduse keskkonnatoetuste püsihindamise uuringute (2007.–2009. a., andmed avaldamata) ja H. Kärblase (1996) poolt leitud Eesti keskmiste leostumise tulemuste

alusel. Sademetega mulda juurde tulevat ja mittesümbiootiliste mullabakterite poolt seotud N arvestati H. Kärblase jt (2002) järgi. Mulla huumuse sisaldus määrati Tjurini ja taimedele omastatava P ning K sisaldus Mehlich-3 meetodil PMK laboris.

### NPK üldbilanss viieväljalise külvikorra kolmanda välja mullas maheviljeluses

Uuritavat külvikorra tüüpi kasutatakse praktilises tootmises loomasööda tootmiseks, mistõttu põldhein eemaldati põllult niidetena.

Maheviljeluses põhu allapanuga tahesõnniku andmisel kaks korda ühele põllule viie aasta jooksul vastavalt 45 ja 30 t ha<sup>-1</sup> ehk keskmiselt 15 t ha<sup>-1</sup> aastas, osutus enam-vähem piisavaks N ja K bilansi positiivsena hoidmiseks mullas pikema aja jooksul (joonis 1). P bilanss jäi katses kergelt negatiivseks, s.t. osa fosforist tarbiti mullavarude arvelt ilma sealt võetud P kogust sõnnikuga tagasi viimata. Eeltoodud olukord esines, kui põldhein eemaldati loomasöödaks kahe niitena esimesel aastal ja ühe niitena teisel aastal ning ülejäänud teisel aastal juurdekasvanud maapealne mass koos juurtega kasutati haljasväetiseks.



**Joonis 1.** Esimese rotatsiooni NPK üldbilanss viieväljalise külvikorra kolmanda välja mullas maheviljeluses

**Figure 2.** Gross nutrient balance in soil of 3. field of 5-field crop rotation (1. rotation) of organic farming

Kui sõnnikut põldudele üldse ei antud, oli PK bilanss tervikuna selgelt negatiivne, vähendades mullavarude toitelementide sisaldust. Selline pikemaajaline majandamisviis võib maheviljeluses põhjustada teatava mullaviljakuse languse. Samas tuleks mullaviljakusele hinnangu andmiseks hinnata lisaks ka mulla orgaanilise aine ja huumuse sisalduse muutust. Mulla orgaaniline aine ja huumus seovad nimelt suure osa taimetoiteelemente, kust need aeglaselt vabanevad. Samuti parandab suurem orgaanilise aine sisaldus mulla struktuuri, luues paremad tingimused kultuuride arenguks.

Olukord, kus eeltoodud külvikorratüübi puhul maheviljeluses sõnnikut põllule ei tagastata või tagastatakse väga vähe, võib esineda neis põllumajandusettevõtetes, kus pole loomakasvatust, aga oma külvikorras toodetav sööt viiakse teisele põllumajandusettevõttele sõnnikut vastu saamata, või pole loomi piisava koguse sõnniku tootmiseks. Tihti, näiteks lihaveiste pidamisel, viibivad loomad enamuse aastast karjamaal ja põldudele viidavat sõnnikut pole võimalik nii palju koguda. Tavaline on olukord, kus osa külvikorras olevaid põlde asub laudast liiga kaugel ja neile põldudele ei viida sõnnikut liiga suurte kulude tõttu.

N üldbilanss jäi sõnniku mitteandmisel nullilähedaseks, mis tähendab seda, et liblikõieliste mügarbakterite poolt seotud õhulämmastikust ei piisanud saagiga ära viidud lämmastiku hulga tõstmiseks mullas. H. Kärblase (1991) andmetel võivad liblikõielised heintaimed siduda 100–300 kg ha<sup>-1</sup> N aastas, kuid rohusöödana viiakse suur kogus sellest põllult ära. Nii eemaldati uuringus ühel heintaimede kasvuks soodsal vegetatsiooniperioodil põllult kahe niite saagiga sõnniku mittekasutamisel keskmiselt kokku 168 ja sõnnikuga väetamisel 192 kg ha<sup>-1</sup> N aastas (tabel 1). See kogus on nii suur, et mulla N üldbilanss võib külvikorra rotatsiooni lõppedes jääda teatud juhtudel isegi negatiivseks kui sõnnikut põllule ei anta.

**Tabel 1.** NPK eemaldamine ristikurohke põldheina ja teravilja saakidega viieväljalise külvikorra kolmanda välja mullast aastas maheviljeluses

**Table 1.** NPK removing with clover + grasses and cereal yields in soil of 3. field of 5-field crop rotation in organic farming per year

Taimne materjal <i>Plant material</i>	N, kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> <i>N, kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup></i>		P, kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> <i>P, kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup></i>		K, kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> <i>K, kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup></i>	
	Ilma <i>Non- fertilized</i>	Sõnni- kuga <i>Manured</i>	Ilma <i>Non- fertilized</i>	Sõnni- kuga <i>Manured</i>	Ilma <i>Non- fertilized</i>	Sõnni- kuga <i>Manured</i>
Ristikurohke põldhein 2-niidet <i>Clover+grasses 2-cutting</i>	168	192	17	19	200	249
Nisu terad <i>Wheat grain</i>	40	45	10	11	13	14
Odra terad <i>Barley grain</i>	32	42	7	8	11	13
Nisu põhk <i>Wheat straw</i>	13	14	2	2	34	36
Odra põhk <i>Barley straw</i>	7	8	1	2	14	17

Heintaimed pole mitte ainult suured N vaid ka P ja eriti K sidujad. Nii eemaldati kahe niite saagiga palju rohkem fosforit ja kaaliumi kui näiteks teraviljade terasaagi ja põhuga (tabel 1). Olukorras, kus mulla toitainete bilanss on pikemat aega negatiivne, võib mullaviljakus hakata vähenema.

Kui põldheina kasvatada sellises külvikorras maheviljeluses vaid haljasväetiseks ja loomade talveperioodi rohusöödavajadus tagada pikaajaliste rohumaade arvel, saaks



lämmastiku bilansi esitatud külvikorra mullas ka sõnniku mittekasutamisel selgelt positiivsena hoida, P ja K bilansi tasakaalustamiseks tuleks anda ühekordselt 30–35 t ha<sup>-1</sup> sõnnikut viie aasta jooksul ehk keskmiselt 6–7 t ha<sup>-1</sup> aastas.

Toota sõnnikut koguses, mis võimaldaks tasakaalustada kõigi mahedalt viljeldavate põldude mulla NPK bilansi, on Eesti tingimustes üldiselt piisavalt keeruline ülesanne. Läbimõeldud majandamise korral oleks aga selles suunas võimalik paljugi ära teha.

Kui näiteks veiseid on ettevõttes vähe ja haritavat maad söödatootmiseks suhteliselt palju, väheneb ka niidete arv rohumaadelt, nii et ädalat on võimalik haljasväetiseks kasvatada ja vähendada nii mullast saagiga eemaldatavat toiteelementide kogust. Kuid toiteelementide defitsiidi probleemi see ilmselt ei lahenda.

### Taimedele omastatava PK ning huumuse sisalduse muutus viieväljalise külvikorra kolmanda välja künnikihis maheviljeluses

Taimedele omastatavate toiteelementide ja huumuse sisalduse muutused mullas on enamasti suhteliselt aeglased, sõltudes toiteelementide üldbilansist ja muldade majandamisest ning ilmnevad alles mitmete aastate möödudes. Meie katsetes on muutused ilmnenud hakanud alles viimasel paaril aastal.

Allapanuga sõnnikuga väetamisel, kus sõnnikut anti perioodi jooksul kaks korda (vastavalt 45 ja 30 t ha<sup>-1</sup>), suurenes taimedele omastatava P ja K hulk kolmanda külvikorravälja künnikihis ajavahemikus 2003–2009 8,9% ja vähenes mitteväetamisel 10,7% (tabel 2). Omastatava K hulk suurenes sõnniku andmisel 11,3% ja vähenes mitteväetamisel 12,6%. Eeltoodud PK muutused on statistiliselt usutavad piirdiferentsi PD<sub>05</sub> juures. 2009. aastaks oli taimedele omastatava P ja K kogus künnikihis sõnniku kasutamisel tõusnud märgatavalt suuremaks kui mitteväetamisel, mis on samuti statistiliselt usutav muutus (PD<sub>05</sub> vastavalt 2,1 ja 4,0). Mullas oleva P koguse vähenemist maheviljelusel hoolimata sõnniku kasutamisest on täheldatud ka pikaajalistel maheuuringutel Šveitsis (Mäder *et al.*, 2006). Taani mahekülvikorra uuringutes täheldati taimedele omastatava P ja K vähenemist huumushorisondis sõnniku kasutamisel (Rasmussen *et al.*, 2006).

**Tabel 2.** Taimedele omastatava PK sisalduse muutused viieväljalise külvikorra kolmanda välja künnikihis maheviljeluses

**Table 2.** Changes in plant available PK in soil plough horizon of 3. field of 5-field crop rotation in organic farming

Väetamine <i>Fertilizing</i>	P, mg kg <sup>-1</sup>		K, mg kg <sup>-1</sup>	
	2003	2009	2003	2009
Väetamata <i>Non-fertilized</i>	56*	50*	135*	118*
PD <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	2,2		7,2	
Sõnnikuga <i>With manure</i>	51*	56*	133*	150*
PD <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	2,3		7,4	

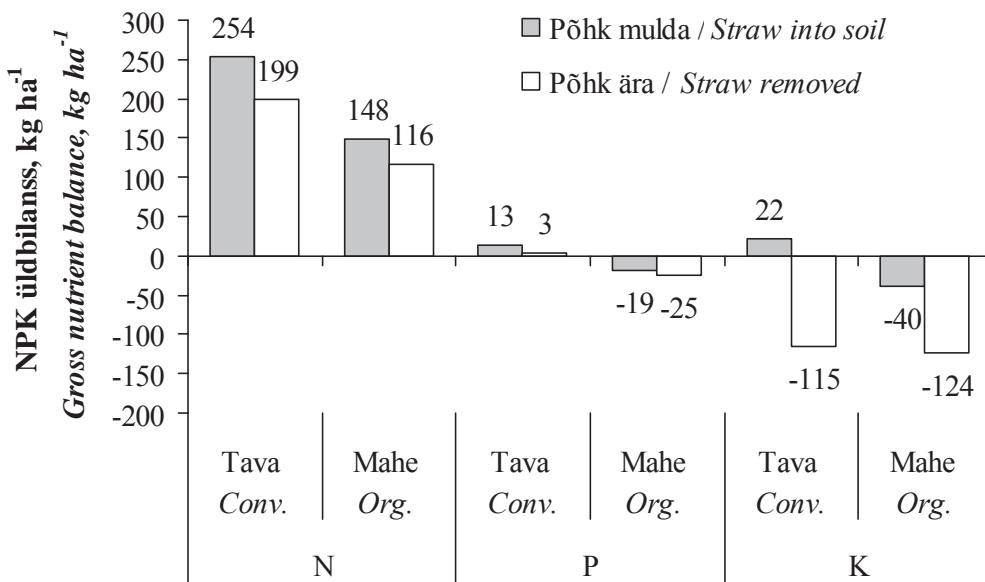
\* erinevus on usutav PD<sub>05</sub> juures / statistically significant differences LSD<sub>05</sub>

Omastatava PK ja toitainete bilansi P ja K ei ole omavahel alati korrelatsioonis. Nii näiteks oli üldbilansi P ka sõnnikuga väetamisel kergelt negatiivne, omastatava P hulk mullas aga suurenes. Siinjuures tuleb tähele panna, et toitainete üldbilansis arvestatakse kõiki mullast välja ja sisse liikuvaid toiteelemente aasta jooksul kõigi vaatlusaastate kohta kokku. Samas taimedele omastatavaid toiteelemente vabaneb mineraliseerumisel erineva kiirusega pidevalt sõnnikust, taimejäänustest, mullaorganismidest ning mullavarudest.

Künnikihi huumuse sisaldus (Tjurini meetod) kasvas 3,0% 2003. aastal 3,3%-ni 2009. aastal olenemata sellest, kas sõnnikut anti või mitte. Ka see muutus on statistiliselt usutav ( $PD_{05}$  vastavalt 0,04 ja 0,09). Kas see sarnasus ka püsima jääb, näitavad ilmselt mullaanalüüsid tulevikus.

### NPK üldbilanss neljaväljalise külvikorra mullas tava- ja maheviljelusel

Eeltoodud külvikorratüüpi rakendatakse teraviljakasvatusele spetsialiseeruva tootmise korral. Kuna praktilises tootmises pole teraviljakasvatusele spetsialiseerunud tootjal sageli loomapidamist, ei ole tal ka põldudele sõnnikut anda. Seetõttu ei antud uuritavas külvikorras põllule samuti sõnnikut, mis asendati mesika kasvatamisega haljasväetiseks. Tavaviljeluse variandis kasutati lisaks haljasväetisele väetamiseks ka mineraalväetiseid.



**Joonis 2.** Esimese rotatsiooni NPK üldbilanss neljaväljalise külvikorra mullas tava- ja maheviljeluses

**Figure 2.** Gross nutrient balance in soil of 4-field crop rotation (1. rotation) in conventional and organic farming

Tänu mesika kasvatamisele haljasväetiseks ja tema suurele õhulämmastiku sidumise võimele oli N bilanss nii tava- kui ka maheviljeluses selgelt positiivne (joonis 2). Kuigi mesika haljasmassisaagid jäid enam-vähem võrdseks nii tava- kui

maheviljelusel, oli tavaviljeluses N positiivne üldbilanss kõrgem kui maheviljeluses, sest mineraalväetistega lisati N rohkem kui saagiga eemaldati. Tänu mineraalväetiste piisavale kasutamisele suudeti tavaviljeluses põhu tagastamisel mulda hoida PK bilanss kergelt positiivsena. Maheviljeluses oli PK bilanss selgelt negatiivne, sest neid elemente mulda juurde ei toodud, küll aga eemaldati teraviljade terasaagiga. Näeme, et eriti märgatav oli kaaliumi eemaldamine teraviljapõhu mittetagastamisel mulda, sest teraviljapõhk sisaldas palju rohkem kaaliumi kui terades. Seetõttu tuleks põhk mulda kindlasti tagastada (puhtana või läbi sõnniku), et vältida kiiret kaaliumi langust mullas, kui sõnnikut või PK mineraalväetisi pole piisavalt anda.

**Taimedele omastatava PK sisalduse muutus neljaväljalise külvikorra künnikihis tava- ja maheviljeluses**

Teraviljarohke tavakülvikorra mulla künnikihis suurenes omastatava P hulk uuringu algusest 2003. aastal 2009. aastani 10,1%, kuid omastatava K sisaldus püsis samal tasemel (tabel 3). Teraviljarohke mahekülvikorra künnikihi mullas püsis omastatava P hulk muutumatuna ja omastatava K hulk vähenes 8,5%. Omavahel pole veel võrreldavad tava- ja maheviljeluse omastatava PK muutused, kuna nende hulk uurimise alustamisel 2005. ja võrdlusaastal 2009 oli liialt erinev ning vahed pole veel tasandunud.

**Tabel 3.** Taimedele omastatava PK sisalduse muutused neljaväljalise külvikorra künnikihis tava- ja maheviljeluses

*Table 3.* Changes in plant available PK in soil plough horizon of 4-field crop rotation in conventional and organic farming

Viljelusviis <i>Farming type</i>	P, mg kg <sup>-1</sup>		K, mg kg <sup>-1</sup>	
	2005	2009	2005	2009
Tava				
<i>Conventional</i>	71*	79*	187	185
PD <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	1,6		6,2	
Mahe				
<i>Organic</i>	77	77	211*	193*
PD <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	2,8		6,3	

\* erinevus on usutav PD<sub>05</sub> juures / statistically significant differences LSD<sub>05</sub>

**Järeldused ja ettepanekud**

Viieväljalises liblikõieliste heintaimede rohkes külvikorras, kus heintaimed eemaldati niidetena ja väetati põhurikka tahesõnnikuga kaks korda (esimene kord 45 ja teine kord 30 t ha<sup>-1</sup>) viie aasta jooksul, jäi NK üldbilanss mullas maheviljeluses positiivseks ja sõnniku mitteandmisel negatiivseks. P oli mõlemal juhul negatiivne. Taimedele omastatava PK sisaldus künnikihis sõnniku kasutamisel suurenes ja mittekasutamisel vähenes. Künnikihi huumuse sisaldus tõusis nii sõnniku andmisel kui mitteandmisel 3,0%-lt 3,3%-ni.

Neljaväljalise teraviljarohke külvikorra mullas, kus sõnnikut ei kasutatud, oli tavaviljeluses mulla NPK üldbilanss positiivne, maheviljeluses jäi N bilanss

positiivseks ja PK bilanss negatiivseks. Taimedele omastatava P sisaldus künnikihis tavaviljeluses suurenes ja K sisaldus ei muutunud. Maheviljeluses vähenesid omastatava K ja P sisaldus. Huumuse sisaldus oluliselt ei muutunud.

Kuusikul tehtavad ja mitmed uuringud mujal maailmas näitavad, et maheviljeluses võib mulla orgaanilise aine sisaldus kasvada, kui kasutada piisavalt sõnnikut, komposte ja haljasväetisi. Mulla huumus ja osa orgaanilisest ainest on stabiilne ja raskesti lagunev materjal. Huumus omab kolloidset iseloomu ja seob seetõttu suure koguse toiteelemente, hoides need taimedele kauaaegseks varuks, sest nende vabanemine on väga aeglane. Seega võiks mulla orgaanilise aine ja huumuse sisalduse kasvatamine olla üheks olulisemaks vahendiks mullaviljakuse säilitamisel maheviljeluses. Ilmselt annavad tegeliku hinnangu mullaviljakusele maheviljeluses pikaajalised uuringud tulevikus.

Eeltoodule tuginedes esitaksime ka mõned soovitusel mullaviljakuse säilitamiseks ja parandamiseks maheviljeluses:

- maheloomakasvatuseettevõttes tuleks põllukülvikorras kasutada sõnnikut või komposti vähemalt üks kuni kaks korda viie aasta jooksul iga põllu kohta koguses 30–45 t ha<sup>-1</sup>, olenevalt sellest, kui intensiivselt rohusööta niidetena eemaldatakse;
- soovitatavalt üks niide või ädal tuleks jätta põldheina kasvatamise perioodi jooksul põllult eemaldamata;
- sõnniku või kompostide puudumisel tuleks kasvatada vähemalt ühel aastal viiest liblikõielise heintaimede puhaskultuuri haljasväetiseks ilma maapealset massi kordagi eemaldamata;
- kasvatada põllukülvikorras vähemalt 15% maast liblikõieliste puhast või liblikõieliste rohket heintaimede kultuuri;
- tagastada kogu põllult saadav terakultuuride põhk puhtalt või läbi sõnniku ja komposti tagasi põllukülvikorras olevatele põldudele.

## **Kasutatud kirjandus**

- Hepperly, P. R., Douds, D. Jr., Seidel, R. 2006. The Rodale Farming Systems Trial 1981 to 2005: Long-term analysis of organic and conventional maize and soybean cropping systems. – *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR, Berlin, pp. 15–32.
- Kärblane, H., Hannolainen, E., Kanger, J., Kevvai, L. 2002. Taimetoitainete bilansist Eesti maaviljeluses. – *Agraarteadus*, **4**, lk. 230–237.
- Kärblane, H. 1996. *Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*. Tallinn, 285.
- Kärblane, H. 1991. Liblikõieliste poolt sümbiootiliselt seotud lämmastiku osatähtsusest lämmastikubilansis ja põllukultuuride saagikuse suurendamisel. – *Agraarteadus*, **2**, lk. 169–177.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Jossi, W., Widmer, F., Oberson, A., Frossard, E., Oehl, F., Wiemken, A., Gattinger, A., Niggli, U. 2006. The DOK experiment (Switzerland). – *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR, Berlin, pp. 41–58.
- Rasmussen, I. A. Askegaard, M. Olesen, J. E., 2006. The Danish organic crop rotation experiment for cereal production 1997–2004. – *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR, Berlin, pp. 117–134.

## **VAHEKULTUURIDE BIOMASSI MOODUSTUMISE JA TOITAINETE SIDUMISE VÕIME**

**Liina Talgre, Enn Lauringson, Arvo Makke, Merili Lükko, Liis Nurm**

Eesti Maaülikool

**Abstract.** Talgre, L., Lauringson, E., Makke, A., Lükko, M., Nurm, L. 2011. Biomass formation and nutrient amount returned to soil of various catch crops. – *Agronomy 2010/2011*, 53–58.

*In recent years, loss of nutrients in soil during vegetation-free periods has come into focus. In 2008, 2009 and 2010, an experiment studying these processes was established in the experimental fields of EAU, in the Institute of Agricultural and Environmental Sciences in Eerika, Estonia. The experiments were performed to measure how much biomass is produced by catch crops and how well they bind the nutrients in soil.*

*The experiment was performed four times on Stagnic Luvisol soil. The catch crops were: white mustard, fodder radish, field bean, winter oil rape, winter oil turnip, Italian ray grass, pea, rye and Phacelia. The amount of biomass produced varied from year to year. Sowing time had a great effect on biomass production: August had the biggest sum of effective temperatures. Of Brassicaceae, white mustard and fodder radish created the most biomass (616–3004 kg ha<sup>-1</sup> and 632–3552 kg ha<sup>-1</sup> respectively), which bound Nitrogen 10–77 kg ha<sup>-1</sup>. The most effective nitrogen binders were leguminous: field bean and pea 39–100 kg N ha<sup>-1</sup>.*

*Catch crops used up to 9,5 kg P ha<sup>-1</sup> and up to 82 kg K ha<sup>-1</sup> in the biological cycle of matter (2010, fodder radish).*

**Keywords:** biomass, catch crops, nitrogen, phosphorus, potassium

**Liina Talgre, Enn Lauringson, Arvo Makke, Merili Lükko, Liis Nurm.** Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St., 51014 Tartu, Estonia

### **Sissejuhatus**

Viimastel aastatel on järjest enam pakkunud huvi toitainete kao vähendamine mullast taimedest vabal perioodil. On teada, et mulla orgaanilise aine mineralisatsioon toimub väljaspool põllukultuuride kasvuperioodi (Powlson, 1993), samuti suurendab sügisene mullaharimine lämmastiku leostumise ohtu (Davies et al., 1996).

Üheks võimaluseks lämmastiku leostumist vähendada on kavandada külvikord nii, et osa väljadest oleks talvel taimestikuga kaetud. Taliteravilja ja mitmeaastaste heintaimede kõrval on võimalus kasvatada ka vahekultuure (nn püüdjad kultuurid).

Vahekultuurid külvatakse hilissuvel, kohe pärast põhikultuuri koristamist. Vahekultuurid aitavad vältida toitainete leostumist ja parandavad mulla omadusi lisanduva orgaanika arvel (Lord, Mitchell, 1998). Vahekultuurid hoiavad ära ka pinnase erosiooni (Thorup-Kristensen et al., 2003), vähendavad orgaanilise aine kadu, takistavad haiguste ja kahjurite kogunemist ning vähendavad umbrohtumust. Ristõielistes (nii juurtes kui taime rohelises osas) moodustuvad glükosinolaadid pidurdavad järgnevate teraviljade juuremädanike arengut (Ilumäe et al., 2007).

Levinumad vahekultuurid on ristõielised: õlirõigas, valge sinep, raps ja rüps, aga ka teravili (rukis) ning Itaalia raihein ja keerispea. Need vahekultuurid ei lisa mulda lämmastikku, vaid seovad mullast vaba lämmastiku. Vahekultuuridena kasvatatakse ka

liblikõielisi, mille lisakasu on lämmastiku fikseerimine õhust. Vahekultuure külvatakse enamasti teraviljade järel, kuid üha enam külvatakse neid ka varajaste köögiviljade ja liblikõieliste (uba, hernes) põldudele.

Vahekultuurid küntakse mulda kas sügisel vahetult enne maa külmumist või kevadel. Hiline sügiskünd või kevadküünd vähendavad N leostumise riski (Stenberg et al., 1999).

2008., 2009. ja 2010. a. rajati EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Eerika katsepõllule katsed, mille eesmärgiks oli selgitada, kui suure biomassi moodustavad vahekultuurid (nn püüdjad kultuurid) ja millisel hulgal nad seovad toitained.

## Metoodika

Katse rajati neljas korduses näivleetunud savi-liivmullale (*Stagnic Luvisol* (WRB klassifikatsiooni järgi)), mille huumushorisonti iseloomustavad järgmised näitajad:  $C_{org}$  1,1–1,2 %,  $N_{üld}$  0,10–0,12%, P 110–120 mg kg<sup>-1</sup>, K 253–260 mg kg<sup>-1</sup>, pH<sub>KCl</sub> 5,9, mulla lasuvustihedus 1,45–1,50 Mg m<sup>-3</sup>. Künnikihi tusedus 27–29 cm.

Eelviljaks oli oder 'Inari'. Vahekultuurid külvati kohe peale odra koristamist: 2008.a. 21. aug., 2009.a. 14. aug. ja 2010.a. 2. augustil.

Vahekultuurina kasutati järgmisi kultuure ja külvisenorme: talirüps ja taliraps 8 kg ha<sup>-1</sup>, õlirõigas 22 kg ha<sup>-1</sup>, valge sinep 18 kg ha<sup>-1</sup>, hernes 180 kg ha<sup>-1</sup> (80 idanevat seemet m<sup>-2</sup>), põlduba 280 kg ha<sup>-1</sup> (40 idanevat seemet m<sup>-2</sup>), itaalia raihein 25 kg ha<sup>-1</sup>, rukis 210 kg ha<sup>-1</sup> ning keerispea 11 kg ha<sup>-1</sup>. Vahekultuuride maapealne biomass ja juurte mass määrati kasvuperioodi lõpus, enne küнди. Olenevalt kasvuperioodi pikkusest künti vahekultuurid 22–24 cm sügavusele mulda oktoobri II–III dekaadis. Enne küнди vahekultuure ei purustatud peenemaks ega rullitud maha. Taimses materjalis määrati N, C, P ja K sisaldus.

Variantide vaheline varieeruvus on joonistel välja toodud standardhälvena.

Katseperioodi ilmastikutingimused on toodud tabelis 1.

**Tabel 1.** Efektiivsete temperatuuride (°) ja sademete summa (mm) vahekultuuride kasvuperioodil

**Table 1.** Sum of effective temperatures (degree-days) and precipitation (mm) during catch crop growth period

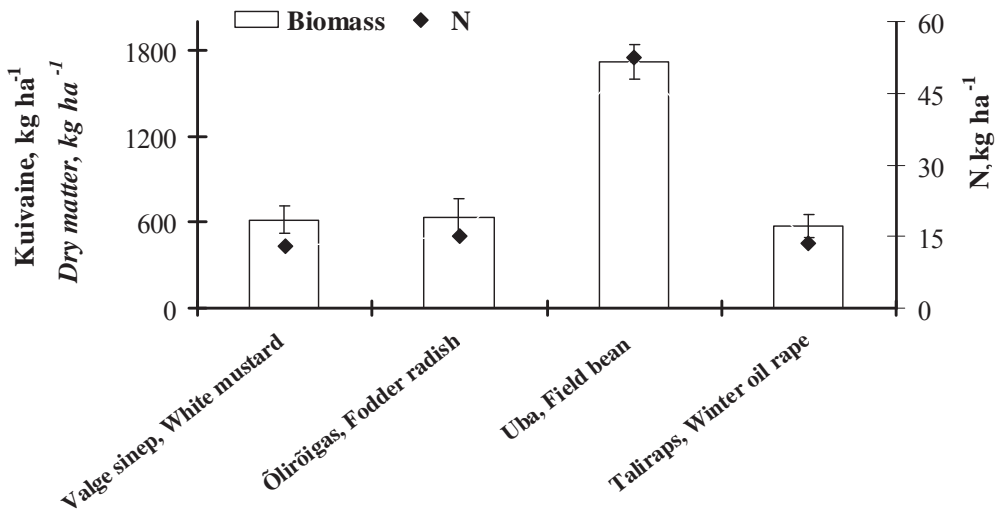
Aasta <i>Year</i>	Efektiivsete temperatuuride summa, ° <i>Sum of effective temperatures, degree-days</i>	Sademed, mm <i>Precipitation, mm</i>	Kasvuperiood, päeva <i>Growth period, days</i>
2008	352	134	72
2009	427	207	60
2010	602	225	72

## Tulemused ja arutelu

Vahekultuurid tuleks külvata kohe pärast varakult valminud teravilja koristamist augustis ja kasvuperioodi pikkus peaks olema vähemalt 50 päeva. Kuna tänapäeval on külvikordades teravilja osakaal küllaltki suur, siis vahekultuurile valitud eelvilid oder 'Inari' peaks iseloomustama võimalikku kasutatavat vahekultuuride kasvupinda. Keskhiline odrasort tagaks piisava pikkusega kasvuperioodi vahekultuuridele.

Vahekultuuride normaalseks arenguks peaks päevane temperatuur olema vähemalt 9 °C ja sademeid kasvuperioodil 150–200 mm (Küpper, 2000). Vahekultuuride valikul tuleks arvestada, et botaaniliselt sarnaseid liike ei tohi haiguste ja kahjurite leviku tõttu kasvatada liiga sageli.

Järelkultuuride biomassi saak oli aastate lõikes küllaltki varieeruv. 2008. aasta ilmastikutingimustes toimus odrakoristus augusti II dekaadi lõpus. Kuna efektiivsete temperatuuride summa augustis ja septembris jäi madalaks moodustasid vahekultuuridel suhteliselt tagasihoidlikud biomassid. Seda ei kompenseerinud ka küllalt pikk kasvuperiood, oktoobri lõpuni. Vahekultuuride kogu biomass varieerus vahemikus 572, talirapsil kuni 1721 kg ha<sup>-1</sup> põldoal, millega viidi vastavalt mulda 13–52 kg N ha<sup>-1</sup> (joonis 1). Kogu biomassist moodustasid juured kuni 39% (õlirõikal), teistel kultuuridel jäi juurte % madalamaks. Õlirõigas moodustab tugeva sammasjuure ja harulise kõrvaljuurte süsteemi, mistõttu ta kasutab efektiivselt toitaineid ja vett sügavamatest mullakihtidest ning parandab mullastruktuuri (Thorup-Kristensen, 2001).

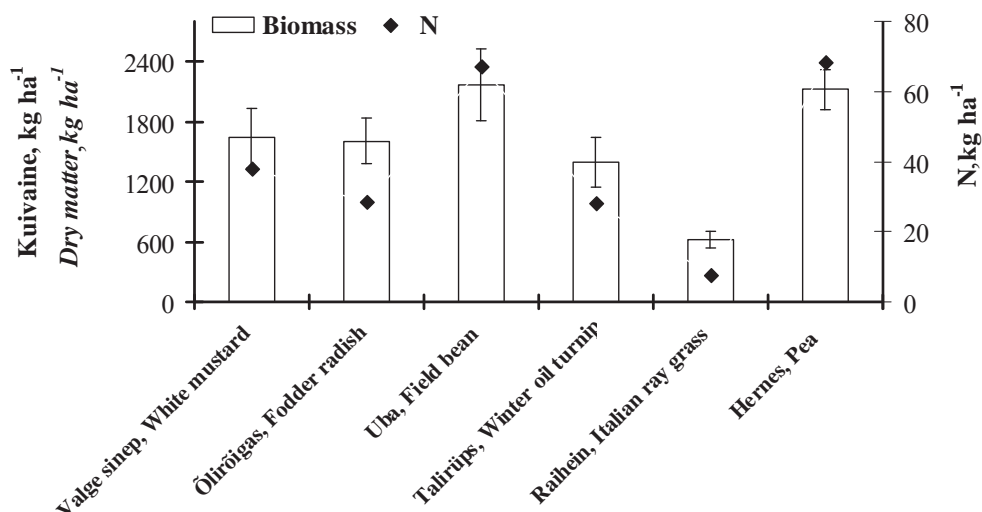


**Joonis 1.** Vahekultuuride biomass (kg ha<sup>-1</sup>) ja lämmastiku kogus (kg ha<sup>-1</sup>) 2008. aastal  
**Figure 1.** Biomass of catch crop (kg ha<sup>-1</sup>) and N (kg ha<sup>-1</sup>) in 2008. Vertical bars denote standard deviation

2009. ja 2010. aasta sügis olid järelkultuuride kasvuks soodsad. 2009. a. suurim biomass moodustus põldoal 2,2 t ha<sup>-1</sup>. Õlirõika ja valge sinepi biomass oli võrdne – 1,6 t ha<sup>-1</sup>, sellest juurte osatähtsus vastavalt 38% ja 28%. Talirüpsi biomass oli 1,4 t ha<sup>-1</sup>, millest juurte mass moodustas 40%. Tagasihoidlikuks jäi raiheina biomass, ega konkureerinud seega eelnevate kultuuridega. Ristõielistega viidi mulda 28–37 kg N ha<sup>-1</sup>. Liblikõielistel, mis seovad lisaks ka õhulämmastikku, oli biomassiga mulda viidav N kogus keskmiselt 67 kg ha<sup>-1</sup> (joonis 2).

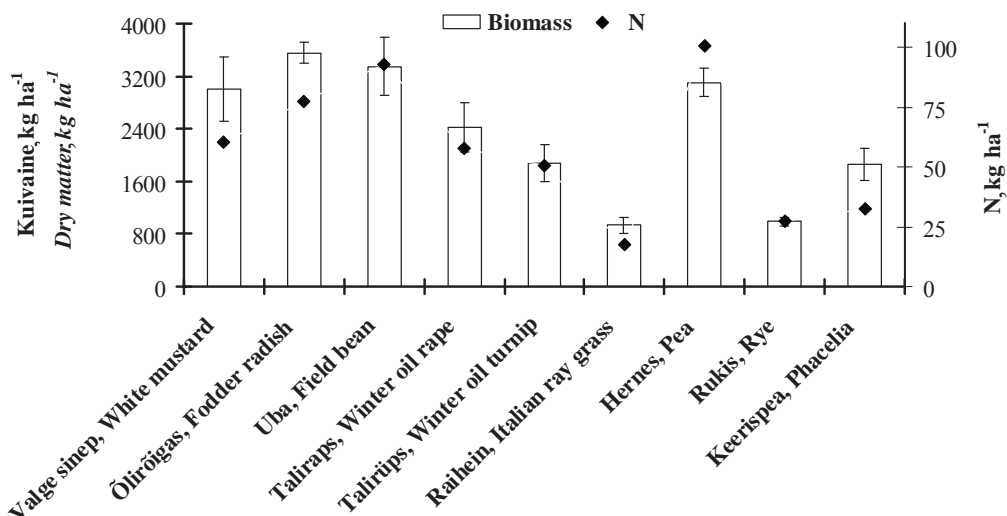
2010. aasta ilmastikutingimused võimaldasid küllaltki varajase odrakoristuse ja vahekultuuride külvi. Piisavalt soojust augustis (efektiivsete temperatuuride summa 410 kraadi) tagas ka katseaastate suurima vahekultuuride biomassi saagi.





**Joonis 2.** Vahekultuuride biomass ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) ja lämmastiku kogus ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) 2009. aastal  
**Figure 2.** Biomass of catch crop ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) and N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) in 2009. Vertical bars denote standard deviation

2010. aastal viidi orgaanikat biomassiga (maapealne+juured) mulda 0,9 (rukis) – 3,5 t  $\text{ha}^{-1}$  (õlirõigas) ning lämmastikku 17,8 (raihein) – 100  $\text{kg ha}^{-1}$  (hernes). Ristõielistest kultuuridest viis suurima lämmastikukoguse mulda õlirõigas – 77,2  $\text{kg ha}^{-1}$  (joonis 3). Kui varasematel aastatel oli valgel sinepil moodustunud võrdne biomass (maapealne + juured) õlirõikaga, siis sel aastal see nii ei olnud. Valge sinep on pikapäeva taim ja varem (augusti algul) külvates hakkab taim kiiresti õitsema. Õitsemine vähendab juurte aktiivsust ja ka toitainete omastamist.



**Joonis 3.** Vahekultuuride biomass ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) ja lämmastiku kogus ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) 2010. aastal  
**Figure 3.** Biomass of catch crop ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) and N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) in 2010. Vertical bars denote standard deviation



Katseaastatel pandi tähele, et hilisemate külvide korral moodustus õlirõikal väiksem maapealne biomass võrreldes valge sinepiga. Varasema külvi korral aga ületas valge sinepi maapealse biomassi saaki. Põhjuseks oli ilmselt see, et mida varasem külv, seda varem valge sinepi pikapäeva taime omadused ilmnevad – kiiresti moodustuvad vars ja õied. Õlirõika puhul aga moodustus suur lehekodarik.

Mulda viidud orgaanilise aine lagunemine sõltub suurel määral selle C/N suhtest. Mida kitsam on orgaanilise aine C/N suhe ja mida suurem on selle lämmastikisisaldus, seda enam vabaneb mulda haljasväetise mineralisatsioonil lämmastikku. Noorest taimemassist vabaneb lämmastik kiiremini, kui vananenud puitunud materjalist. Antud katses jäi maapealsete biomasside C/N suhe vahemikku 13 (oal) – 30 (raiheinal), juurte C/N suhe vastavalt 16 ja 37.

Palju vähem on uuritud vahekultuuride P ja K sidumise võimet ja nende poolt seotud toitainete kättesaadavust järgnevale põhikultuurile. Kuigi vahekultuurid ja haljasväetis mõjutavad oluliselt lämmastiku kadu ja saadavust järelkultuuridel, on pikaajaline toitainete ammendumise uuring vahekultuuride ja haljasväetistega näidanud, et fosforit ja kaaliumit ei ole sel viisil võimalik madala viljakusega muldadel mobiliseerida (Jensen, et al., 2006, Pedersen, et al., 2005). See võib olla tingitud vahekultuuride biomassi piiratud tootlikkusest madala viljakusega muldadel. Fosfori ja kaaliumisisaldus taimedes sõltub taimeliigist, kasvufaasist ja taimeosast. Kaaliumi sisaldavad rohkem noored taimeosad ja fosforit maapealsed osad rohkem kui juured. Sõltuvalt biomassi suurusest omastati vahekultuuride poolt bioloogilises ainerings kuni 82 kg K ha<sup>-1</sup> (2010 õlirõigas) ja kuni 9,5 kg P ha<sup>-1</sup> (2010 õlirõigas). Väikseim kogus fosforit ja kaaliumi seoti 2008 aastal õlirõika (kogu biomass ainult 632 kg) poolt –11,5 kg K ja 1,1 kg P. Et fosforit eemaldatakse meil peamiselt ainult saakidega, siis vahekultuuride muldakünnil tagastub see mulda. Kuna P on mullas väheliikuv, siis P kaod leostumise teel peaaegu puuduvad (Kärblane et al., 2002). Kaalium hoitakse mullas tugevalt kinni ja seetõttu on kaaliumi väljaleostumine väike.

## **Kokkuvõte**

Väiksema biomassi moodustasid Itaalia raihein ja rukis. Samuti oli lämmastiku sidumine nende puhul väiksem kui rist-ja liblikõielistel kultuuridel. Otstarbekam oleks Itaalia raihein külvata kevadel koos teraviljaga – sellisel juhul on muldaküntav raiheina biomass tunduvalt suurem.

Ristõielistest vahekultuuridest võib efektiivsemateks pidada õlirõigast ja valget sinepit, mis moodustasid teistest katses olnud ristõielistest suurema biomassi, millega viidi mulda ka suurem kogus toitaineid.

Suurima lämmastiku koguse viivad mulda liblikõielised, nende miinuseks on aga suur külvisenorm ja sellega kaasnevad suured rajamiskulud.

## **Tänuavaldused**

Uurimusi on toetanud Põllumajandusministeerium riikliku programmi “Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevusaastatel 2009–2014” raames.

## **Kasutatud kirjandus**

Davies, D.B., Garwood. T.W.D. & Rochford, A.D.H. 1996. Factors affecting nitrate leaching

- from a calcereous loam in east Anglia. – *Journal of Agricultural Science* **126**, 75–86.
- Illumäe, E., Hansson, A., Akk, E. 2007. Uued – 'unustatud vanad' – põllukultuurid: õililina, õlituder, valge sinep. – *Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele*. Saku, lk 49–54.
- Jensen, L., Pedersen, A., M, J and Nielsen, N. E. 2006 Influence of catch crops on phosphorous and potassium availability in a depleted loamy soil. <http://orgprints.org/7871/> (12.12.2010)
- Kärblane, H., Hannolainen, E., Kanger, J., Kevvai, L. 2002. Taimetoitainete bilansist Eesti maaviljeluses. – *Agraarteadus* **13(4)**, 230–236.
- Küpper, K. Sommerzwischenfrüchte, Ölrettich, Senf, Phacelia, Managementunterlage [http://www.smul.sachsen.de/applikationen/lfl/publikationen/download/70\\_1.pdf](http://www.smul.sachsen.de/applikationen/lfl/publikationen/download/70_1.pdf) (15.12.2010)
- Lord, E.I., Mitchell, R.D.J. 1998. Effect of nitrogen inputs to cereals on nitrate leaching from sandy soils. – *Soil Use and Management* **14**, 78–83.
- Pedersen, A., Magid, J. and Nielsen, N. E. 2005. Catch crops have little effect on P and K availability of depleted soils. – *Newsletter from Danish Research Centre for Organic Farming* June 2005 • No. 2. <http://www.darcof.dk/enews/jun05/fosfor.html> (10.12.2010)
- Powelson, D.S. 1993. Understanding the soil nitrogen cycle. *Soil Use and Management* **9**, 86–94.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Linden, B., Rydberg, T., Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. – *Soil & Tillage Research* **50**, 115–125.
- Thorup-Kristensen, K. 2001. Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate-N content, and how can this be measured? – *Plant and Soil* **230**, 185–195.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J. and Stoumann Jensen, L. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. – *Advances in Agronomy* **79**, 227–302.

PÕLLUKULTUURID

FIELD CROPS



## SUVIRAPSI TOOTMISKATSETE TULEMUSTEST

**Ando Adamson, Malle Järvan, Liina Edesi**

Eesti Maaviljeluse Instituut

**Abstract.** Adamson, A., Järvan, M., Edesi, L. 2011. Results of production trials with spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). – *Agronomy 2010/2011*, 61–66.

*The areas for growing oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Estonia have been increasing in recent years. Sulphur as well as nitrogen plays an important role in nutrition of rape, by stabilizing yields and affecting seed quality. Lack of sulphur fertilization is a major limiting factor in rape production.*

*The production trials with spring oilseed rape were carried out in 2009 and 2010 in Viljandi county at Auksi (58° 27' N, 25° 36' E) on pseudopodzolic soil. The results of trials indicated that topdressing with ammonium sulphate gives 13.8–32.0% greater yields than the topdressing with ammonium nitrate. Spraying with Sulphur F3000 at the rate 4 and 5 l ha<sup>-1</sup> at the rape stem elongation phase increased the rapeseed yield by 6.9–22.7%. The use of sulphur-containing fertilizers increased the oil content in rapeseeds.*

**Keywords:** rapeseed quality, spring oilseed rape, sulphur fertilization, yield

*Ando Adamson, Malle Järvan, Liina Edesi, Department of Plant Sciences, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia*

### Sissejuhatus

Rapsi külvipinnad laienevad Eestis üha aasta-aastalt, sest see on üks vähestest põllukultuuridest, mille kasvatamisest on loota kasumit. Stabiilselt kõrgete saakide saamine eeldab kõikidest agrotehnika reeglitest kinnipidamist, oskuslikku väetamist ja õigeaegselt tehtud taimekaitsetöid. Lõpptulemust mõjutab ka kasvu- ja koristusperioodi ilmastik, seda eriti ekstreemsete tingimuste korral.

Rapsi saagikus sõltub oluliselt sellest, kui hästi on rahuldatud tema väävlivajadus ja kas väetamisel on lämmastik ja väävel omavahel tasakaalus. Eesti Maaviljeluse Instituudi katsetes on selgunud, et rapsi väetamisel ainult ammooniumsalpeetriga võib saada vaid 50% potentsiaalsest saagist ja et kõige paremini omastavad rapsitaimed väävlit siis, kui see on antud koos lämmastikuga, s.t. kompleksväetisena koos rapsiseemne külvi (Ilumäe et al., 2006).

Väävlipuuduse, mis Eestis on osutunud kõige olulisemaks rapsi saagikust limiteerivaks teguriks, vältimiseks tuleks püüda väävelväetiste andmine ajastada taime poolt väävli kasutamise kõrgeperioodiga (Kaarli et al., 2004). See periood kestab varre moodustumise algusest kuni üks nädal pärast õitsemise lõppu. Katsetes on efektiivsemaks osutunud väetamine selle perioodi algul. Järgnevad külviaegne ja külviaegne väetamine. Väävliga väetamisel vedelal kujul ehk juureväliselt tuleks seda eelistatult teha koos taimekaitsetöödega, näiteks hiilamardika tõrje ajal (Kaarli et al., 2004). Mitmed autorid kinnitavad, et parim viis rapsi väävlitarbe rahuldamiseks on siiski väävelväetiste andmine mulla kaudu (Haneklaus et al., 1999; Figas et al., 2008).

Rapsi saagikus ja seemnete kvaliteet sõltub mulla niiskustingimustest, aga ka õhutemperatuurist, seda eriti perioodil õitsemisest kuni valmimiseni. Niiskem ja jahedam kasvuaeg soodustab seemnetes õlide kontsentratsiooni suurenemist, kuivus ja

soojus aga proteiini sisalduse suurenemist (Si et al., 2003; Hassan et al., 2007). Seda, et rapsiseemnete õli- ja proteiinisalduste vahel valitseb negatiivne korrelatsioon, põhjendatakse samuti peamiselt keskkonnatingimustega (Mailer & Prately, 1990; Fismes et al., 2000).

Rapsiseemnete kvaliteedile avaldab olulist mõju väävliga varustus, sest väävel on vajalik proteiini ja glükosinolaatide sünteesiks (Zhao et al., 1993) ning mõjutab samuti õlide sisaldust. Kirjanduse andmed on selles osas mõneti vasturääkivad. Mitmed autorid (Jan et al., 2002; Hassan et al., 2007) märgivad, et väävelväetiste mõjul on rapsiseemnetes õli ja glükosinolaatide sisaldus suurenenud. Samas on teised aga leidnud, et väävel ei mõjutanud õli-, proteiini- ja glükosinolaatide sisaldust rapsiseemnetes (Asare & Scarisbrick, 1995; Figas et al., 2008).

Meie uurimistöö eesmärgiks oli selgitada tootmistingimustes, kuidas mõjutab kasvuaegne väävliga väetamine rapsi saagikust ja rapsiseemnete kvaliteeti.

## **Materjal ja meetodika**

Tootmiskatsed suvirapsiga viidi läbi 2009. ja 2010. aastal Viljandimaal Saarepeedi vallas Lapi talu põldudel keskmise liivsavi lõimisega kahkjatel muldadel. Muldade agrokeemilised näitajad olid järgmised:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,1–6,4,  $\text{C}_{\text{org}}$  2,2–2,3%, P-sisaldus kõrge, K-, Mg- ja Mn-sisaldus keskmine, Cu- ja B-sisaldus madal. 2009. aastal oli rapsi eelviljaks rukis, mis 2008. aasta väga vihmase koristusperioodi tõttu jäi osaliselt koristamata ning künti mulda. 2010. aasta rapsi eelviljaks oli oder; sellel põllul, suurusega 11 ha, tehti sügisel Ecomatiga madalkünd (15–16 cm). Kevadisel mullaharimisel anti rapsi alla 2009. aastal väetist Kemira Power 22:7:12 (sisaldab 2% S), normiga 300 kg ha<sup>-1</sup>; 2010. aastal väetist Yara Mila 18-8-16 (sisaldab 3% S), normiga 250 kg ha<sup>-1</sup>.

2009. aastal kasvatati sorti 'Campino', külvati 6. mail, külvisenorm oli 3,6 kg ha<sup>-1</sup>. Põllul tehti järgmised pritsimised: 30. mail kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks Galera 0,35 l ha<sup>-1</sup> ja 16. juunil orasheina tõrjeks Agil 1,0 l ha<sup>-1</sup>. Suurel tootmispõllul märgiti maha viis katsevarianti (24 m laiust tehnovööndit) erinevate väetusvariantide jaoks. Kontrollvariant sai ainult külvielse väetise. Teistele katsevariantidele anti 18. juunil 100 kg ha<sup>-1</sup> ammoniumsulfaati (N21 S24) või ammoniumsalpeetrit (N34). Kahe katsevariandi puhul lisati 30. mail umbrohutõrje lahusesse Sulfurit normiga 4 l ha<sup>-1</sup>. Suviraps koristati kombainiga 5. ja 7. septembril, rapsiseemnete niiskus oli koristamise ajal 18%. Katsesse kuuluvatelt tehnoradadelt saadi rapsi seemnesaagi suurused kombaini pardanaütudena, 0,1 t ha<sup>-1</sup> täpsusega. Rapsi seemnesaagid kuivatati, puhastati ja arvatati ümber 9% niiskusele, lisandite (rapsi peenseeme ja umbrohuseemned) koguseks arvestati 5% saagist. Puhastatud saagist võetud proovidest tehti Põllumajandusuuringute Keskuses rapsiseemne kvaliteedi analüüsid.

2010. aastal kasvatati suvirapsi 'Trapper', külvati 5. mail, külvisenorm 4 kg ha<sup>-1</sup>. Maakirbu tõrje järele vajadust ei olnud. Umbrohtude tõrjeks pritsiti 31. mail (Galera 0,35 l ha<sup>-1</sup>) ja 7. juunil (Agil 1,5 l ha<sup>-1</sup>). Esimene pealtväetamine tehti rapsipõllul 7. juunil, andes ammoniumsulfaadiga N50 S57, seejuures osa tehnoradasid (laius 24 m) sai ammoniumsalpeetrit (N50). Öienuppude faasis rapsi pritsiti 26. juunil Sulfur F3000 lahusega (norm 5 l ha<sup>-1</sup>), jättes võrdluseks osa tehnoradasid pritsimata. Hiilamardika tõrjeks pritsiti 26. juunil insektitsiidiga Proteus (0,7 l ha<sup>-1</sup>). Viimast korda väetati rapsi õitsemise algfaasis (4. juulil), andes kogu põllule

ammooniumsalpeetrit 100 kg ha<sup>-1</sup> (N34). Seega sai raps lämmastikku (N) kokku 129 kg ha<sup>-1</sup>.

Tootmispõllul oli vastavalt katseskeemile tehnoradadena maha märgitud neli erinevat väetusvarianti. Külvieelne ja kõige viimane pealtväetamine oli ühesugune kogu põllu ulatuses, erinevused seisnesid vaid juuni alguses tehtud pealtväetamise ja Sulfur F3000 kasutamises. Katsevariandid oli järgmised: 1. – ammooniumsalpeeter, N50; 2. – ammooniumsalpeeter N50 + Sulfur 5 l ha<sup>-1</sup>; 3. – ammooniumsulfaat, N50 S57; 4. – ammooniumsulfaat N50 S57 + Sulfur 5 l ha<sup>-1</sup>.

Raps koristati 30. augustil 7,5 m heedrilaiusega kombainiga Claas, rapsiseemne niiskus oli koristamise ajal 21%.

## Tulemused ja arutelu

Rapsi viljelemise edukus sõltub teatud määral ka kasvuperioodi ilmastikust. 2009. aastal olid kogu aprillikuu ja maikuu kaks esimest kümnapäevakut praktiliselt sademeteta. Tänu talvist niiskust säästvatele mullaharimistöodele tärkas raps siiski suhteliselt kiiresti ja ühtlikult ning arenes esialgu normaalselt. Juuni- ja juulikuu olid aga tavalisest jahedamad ja väga vihmased. Tootmispõllu läheduses mõõdetud sademete hulk oli juunis 133 mm ja juulis 186 mm. Jahedus ja sademeterohkus soodustasid rapsi vegetatiivset kasvu ning nihutasid arengufaase mõnevõrra edasi. Väga sajune oli ka augusti teine kümnapäevak (122 mm). Järgnes umbes kümnapäevane vihmavaba periood, siis algasid sajud uuesti. Rapsi tootmiskatse õnnestus koristada sadude vahelt, 5. ja 7. septembril.

2009. aastal oli katsevariantide saagikus 9% niiskusele arvestatuna 1,58–2,14 t ha<sup>-1</sup> (tabel 1). Pealtväetist saanud variantidest oli teistest kehvem 2. variant, mis peale põhiväetise oli kasvuagekselt saanud vaid ammooniumsalpeetrit (N 34 kg ha<sup>-1</sup>); muuseas, seal oli rapsitaimede kõrgus teistest variantidest silmnähtavalt madalam. Kui pealtväetamisel kasutati 100 kg ammooniumsalpeetri asemel 100 kg ammooniumsulfaati, mille puhul lämmastiku kogus oli küll väiksem, kuid lisandus väävel (N 21 S 24 kg ha<sup>-1</sup>), siis oli rapsi saagikus 0,28 t ha<sup>-1</sup> võrra ehk 13,8% suurem. Kui umbrohutõrjel lisati pritsimislahusesse Sulfurit (normiga 4 l ha<sup>-1</sup>), siis suurenes saagikus ammooniumsalpeetriga pealtväetatud variandis 6,9%; ammooniumsulfaadiga väetamise korral aga osutus Sulfuri kasutamine ülearuseks ning selle mõjul rapsi saagikus ja õlisisaldus veidi isegi langesid.

2009. aasta rapsiproovide kvaliteedianalüüside tegemisel oli seemnete niiskus keskmiselt 6,8%. Rapsiseemnete õlisisaldus oli kontrollvariandis 44,6% ja proteiinisaldus 18,3%. Pealtväetatud variantides oli rapsiseemne õlisisaldus vahemikus 46,7–47,3% ja proteiinisaldus 16,9–17,5%. Suhteliselt kõrgem oli õlisisaldus nende variantide seemnetes, mida kasvuajal oli väetatud Sulfuri või ammooniumsulfaadiga. Rapsi seemnete õli- ja proteiinisalduse vahel ilmnes pöördvõrdeline sõltuvus. Glükosinolaatide sisaldus rapsiseemnetes oli kõige kõrgem (16,1 mmol kg<sup>-1</sup>) kontrollvariandis ja madalaim nendes variantides, mille puhul õlisisaldus oli teistest kõrgem. Vabade rasvhapete (FFA, %) sisaldus korreleerus positiivselt seemnete õlisisaldusega. Kõikide eelmainitud näitajate osas vastas rapsiseemnete kvaliteet tarnitavale rapsile esitatud kvaliteedinõuetele. Õlisisaldus, mis oli baasilisest (40%) kõrgem, võimaldas rapsi realiseerimisel saada hinnalisa. Klorofüllis sisaldus rapsiseemnete õlis oli aga suhteliselt kõrge, ulatudes 28–35 ppm-ni

(lubatud on kuni 30 ppm). Arvatavasti oli põhjuseks suhteliselt varajane koristusaeg, mis oli tingitud lähtuvalt kehvadest ilmastikuprognosidest. Ülimalt vihmase sügise tõttu 2009. aastal olid paljud rapsipõllud Eestis veel oktoobrikuu lõpulgi koristamata.

**Table 1.** Suvirapsi saagikus ja seemnesaagi kvaliteet 2009. aasta tootmiskatses  
*Table 1. Yield and quality of spring rape seeds in production trial in 2009*

Variandi nr <i>Treatment</i>	Saak <i>Yield</i> t ha <sup>-1</sup>	Õli <i>Oil</i> %	Proteiin <i>Protein</i> %	GSL* mmol kg <sup>-1</sup>	Klorofüll õlis, ppm <i>Chlorophyll</i> <i>in oil, ppm</i>	FFA** %	Eruuka- hape, % <i>Erucic</i> <i>acid, %</i>
1	1,58	44,6	18,3	16,1	35	0,63	0,39
2	1,88	46,7	17,5	13,8	31	0,64	0,37
3	2,01	47,3	16,9	9,6	28	0,73	0,35
4	2,14	47,0	17,3	8,0	28	0,79	0,35
5	2,05	46,8	17,1	12,0	28	0,66	0,37

\* GSL – glükosinolaadid / *glucosinolates*; \*\* FFA – vabad rasvhapped / *free fatty acids*

Variandid / *Treatments*: 1 – foon / *background*, NPK 22:7:12, 300 kg ha<sup>-1</sup> (kontroll / *control*);  
2 – ammoniumsalpeeter / *ammonium nitrate* N 34 kg ha<sup>-1</sup>;  
3 – ammoniumsalpeeter / *ammonium nitrate* N 34 kg ha<sup>-1</sup> + Sulfur 4 l ha<sup>-1</sup>;  
4 – ammoniumsulfaat / *ammonium sulphate* N 21 S24 kg ha<sup>-1</sup>;  
5 – ammoniumsulfaat / *ammonium sulphate* N 21 S24 kg ha<sup>-1</sup> + Sulfur 4 l ha<sup>-1</sup>

2010. aastal oli kasvuperioodi esimene pool suvirapsi arenguks enam-vähem normaalne. Erinevalt mitmetest teistest Eesti piirkondadest ei kannatanud raps esimestel kasvukuudel niiskusepuuduse all. Hästi ei mõjunud aga juuliku ja augusti alguse kõrged õhutemperatuurid. Sel ajal oli ka sademeid napivõitu, juuli algusest kuni augusti keskpaigani tuli Viljandi vaatluspunkti andmeil vihma umbes 53 mm. Taimik oli ajuti stressis, hilisemaid arengufaase läbiti liiga kiiresti, tõenäoliselt võis see negatiivselt mõjutada saagi suurust. 15. augustist alates hakkas sadama, hoovihmasid tuli praktiliselt igal päeval, poole kuu jooksul kokku 129 mm. Valminud, kuid kõrge niiskusesisaldusega (21%) rapsiseeme õnnestus koristada ühel vihmavabal päeval. Rapsi saagikus osutus siiski suhteliselt rahuldavaks. Pärast 9% niiskusele arvestamist ja lisandite (rapsi peenseeme ja umbrohuseemned, kokku 5% saagist) mahaarvamist kujunes katsevariantide saagikuseks 1,81–2,39 t ha<sup>-1</sup> (tabel 2). Nendes väetusvariantides, kus rapsile varsumise algul anti lisaks lämmastikule ka väävlit, suurenesid seemnesaagid 22,7–32,0%. Karl Kaarli (2004) on märkinud, et väävli kasutamise kõrgperiood rapsil kestab varre moodustumise algusest kuni üks nädal pärast õitsemise lõppu ja et katsetes on kõige efektiivsemaks osutunud väävliga väetamine just selle perioodi alguses.

Rapsiseemnete niiskus oli kvaliteedianalüüside tegemise ajal 7,6%. Seemnete õlisisaldus oli kõige madalam (45,0%) selles variandis, kus juuni algul tehtud pealtväetamisel anti N50 ammoniumsalpeetrina. Kõikide väävlit saanud variantide puhul oli rapsiseemnete õlisisaldus kõrgem. Ka selles katses valitses rapsi seemnete



õli- ja proteiinisisalduste vahel negatiivne korrelatsioon. Klorofüllisisaldus rapsi õlis oli 2010. aasta katses madalam kui eelmisel aastal, tõenäoliselt mängisid siin rolli kasvuperioodi mõnevõrra soodsamad ilmastikutingimused. Rapsiseemnete kvaliteet vastas kõikide näitajate osas tarnitavale rapsile esitatud kvaliteedinõuetele.

**Tabel 2.** Suvirapsi saagikus ja seemnesaagi kvaliteet 2010. aasta tootmiskatses

**Table 2.** Yield and quality of spring rape seeds in production trial in 2010

Variandi nr <i>Treatment</i>	Saak <i>Yield</i> t ha <sup>-1</sup>	Õli <i>Oil</i> %	Proteiin <i>Protein</i> %	GSL* mmol kg <sup>-1</sup>	Klorofüll Õlis, ppm <i>Chlorophyll</i> <i>in oil, ppm</i>	FFA** %	Eruuka- hape, % <i>Erucic</i> <i>acid, %</i>
1	1,81	45,0	20,8	15,4	22	0,8	0,18
2	2,22	47,0	19,2	14,1	12	0,7	0,21
3	2,39	46,4	19,5	15,4	14	0,8	0,22
4	2,31	46,0	20,7	17,0	19	0,7	0,17

\* GSL – glükosinolaadid / *glucosinolates*; \*\*FFA – vabad rasvhapped / *free fatty acids*

Katse foon / *background*: NPK 18:8:16, 250 kg ha<sup>-1</sup> + N 34 kg ha<sup>-1</sup>

Katsevariandid / *Treatments*: 1 – ammooniumsalpeeter / ammonium nitrate N 50 kg ha<sup>-1</sup>;

2 – ammooniumsalpeeter / ammonium nitrate N 50 kg ha<sup>-1</sup> + Sulfur 5 l ha<sup>-1</sup>;

3 – ammooniumsulfaat / ammonium sulphate N 50 S 57 kg ha<sup>-1</sup>;

4 – ammooniumsulfaat / ammonium sulphate N 50 S 57kg ha<sup>-1</sup> + Sulfur 5 l ha<sup>-1</sup>

Tootmiskatsete majanduslike tulemuste hindamisel võrreldi, kui palju oli võimalik saada lisatulu rapsiseemne realiseerimisest, kui rapsile intensiivse kasvu staadiumis anti N-väetise (ammooniumsalpeetri) asemel NS-väetist (ammooniumsulfaati) ja kas SulfurF300 kasutamine oli majanduslikult tasuv. Rapsiseeme realiseeriti 2009. aastal baashinnaga 4100 kr t<sup>-1</sup> ja 2010. aastal baashinnaga 5750 kr t<sup>-1</sup>. Arvutuste aluseks võeti väetiste maksumus ja lisakulud enamsaagi käitlemisel (transport, kuivatamine ja puhastamine – kokku 300 kr t<sup>-1</sup>), samuti võeti arvesse seemnete õlisisalduse suurenemise arvel saadavat hinnalisa. Selgus, et ammooniumsalpeetriga väetamisega võrreldes võimaldas väetamine ammooniumsulfaadiga saada lisatulu 2009. aasta tootmiskatse tingimustes 1126 kr ha<sup>-1</sup> ja 2010. aasta katse tingimustes 3163 kr ha<sup>-1</sup>. Sulfur F3000 lisamine taimekaitsetöödel pritsimislahusesse võimaldas ammooniumsalpeetriga väetatud variantide puhul saada lisatulu rapsi saagikuse ja seemnete õlisisalduse suurenemise arvel: 2009. aastal 445 kr ha<sup>-1</sup> ja 2010. aastal 2435 kr ha<sup>-1</sup>. Kui aga rapsi kasvuaegseks väetamiseks kasutati ammooniumsulfaati, siis sel juhul veel lisaks Sulfuri kasutamine ei õigustanud end majanduslikkuse mõttes kummalgi aastal.

## Järeldused

Suvirapsi kasvuaegsel väetamisel ammooniumsulfaadi kasutamine ammooniumsalpeetri asemel suurendas rapsiseemnete saaki ja õlisisaldust ning oli

seega majanduslikult tasuv. Kui rapsi väävlivajadus ei olnud rahuldatud mullakaudse väetamisega, siis osutus efektiivseks Sulfur F3000 kasutamine, ühitatult taimekaitse töödega.

## **Tänuavaldused**

Uurimistöö toimus Eesti Vabariigi Põllumajandusministeeriumi poolt tellitud rakendusuuringute projekti raames.

## **Kasutatud kirjandus**

- Asare, E., Scarisbrick, D.H. 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). – *Field Crops Research* **44** (1), 41–46.
- Figas, A., Drozdowska, L., Sadowski, Cz. 2008. Relationship between sulphur fertilization, glucosinolate content and infection level of seeds of spring oilseed rape with *Alternaria brassicae*. – *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura* **7** (3), 43–52.
- Fismes, J., Vong, P.C., Guckert, A., Frossard, E. 2000. Influence of sulphur on apparent N-use efficiency, yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. – *European Journal of Agronomy* **12**, 127–141.
- Haneklaus, S., Paulsen, H.M., Gupta, E., Bloem, E., Schnug, E. 1999. Influence of sulphur fertilization on yield and quality of oilseed and mustard. – In: *Proceedings 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Canberra, Australia*.
- Hassan, F.U., Manaf, A., Quadir, G., Basra, S.M.A. 2007. Effects of Sulphur on Seed Yield, Protein and Glucosinolates of Canola Cultivars. – *International Journal of Agriculture & Biology* **9** (3), 504–508.
- Ilumäe, E., Hansson, A., Kaarli, K. 2006. Väävlipuuduse vähendamine ja selle vältimise võimalused suvirapsil. – *EMVI teadustööde kogumik* **71**, Saku, 109–114.
- Jan, A., Khan, N., Khan, I.A., Khattak, B. 2002. Chemical composition of canola as affected by nitrogen and sulphur. – *Asian Journal of Plant Science* **1**, 519–521.
- Kaarli, K., Ilumäe, E., Hansson, A. 2004. Väävlipuuduse tunnused rapsil. Väävli väetustarbe hindamine. Kasvuaegne väetamine väävlipuuduse korral. – *EMVI infoleht* **121**, 1–6.
- Mailer, R.J., Pratley, J.E. 1990. Field studies of moisture availability effects on glucosinolates and oil concentration in the seed of rape (*Brassica napus* L.) and turnip rape (*Brassica rapa* L.). – *Canadian Journal of Plant Science* **70**, 399–407.
- Si, P., Mailer, R.J., Galwey, N., Turner, D.W. 2003. Influence of genotype and environment on oil and protein concentrations of canola (*Brassica napus* L.) grown across southern Australia. – *Australian Journal of Agricultural Research* **54**, 397–407.
- Zhao, F.J., Evans, E.J., Bilsborrow, P., Syers, J.K. 1993. Influence of sulphur and nitrogen on seed yield and quality of low glucosinolate oilseed rape (*Brassica napus* L.). – *J. Sci. Food Agriculture* **63**, 29–37.

## **RUPONICSI MÕJU KARTULI MUGULATE ARVULE JA MUGULA KESKMISELE MASSILE 2010. AASTAL**

**Vyacheslav Eremeev, Berit Tein, Roman Šarin, Madis Treimuth**  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** *Eremeev, V., Tein, B., Šarin, R., Treimuth, M. 2011. The effect of Ruponics on the number of tubers per plant and on average tuber weight in 2010. – Agronomy 2010/2011, 67–72.*

*Trials were carried out in 2010 at the Department of Field Crop and Grassland Husbandry on Rõhu experimental station Eerika fields with potato cultivars 'Ants' and 'Laura'. In the experiment two Ruponics treatments and control were used – 1) R25 – Ruponics (in amount 25 l ha<sup>-1</sup>) was sprayed on the soil surface before planting the tubers, 2) R25+25 – Ruponics was sprayed on the soil surface (in amount 25 l ha<sup>-1</sup>) before planting the tubers, then three times during the growth period on the surface of leaves (in amount 25 l ha<sup>-1</sup>) and 3) R0 – without Ruponics.*

*The Ruponics had a statistical influence on the number of tubers per plant on both used cultivars. The treatment with R25 increased the number of tubers per plant compared with the variant R0. The increase was 2.4 tubers on cultivar 'Ants' and 3.6 tubers on cultivar 'Laura'. The treatment with R25+25 also increased the number of tubers per plant compared with the variant R0. The increase was 1.7 tubers on cultivar 'Ants' and 1.3 tubers on cultivar 'Laura'.*

*The use of Ruponics, under 2010 weather conditions, had no statistical influence on the average tuber weight, neither increasing nor decreasing the average tuber weight on either used cultivar.*

**Keywords:** *number of tubers per plant, tuber weight*

**Vyacheslav Eremeev, Berit Tein, Roman Šarin, Madis Treimuth,** *Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St., EE51014 Tartu, Estonia*

### **Sissejuhatus**

Viimasel ajal pööratakse suurt tähelepanu taimede toitumist stimuleerivatele loodusliku päritoluga preparaatide kasutamisele põllumajanduses. Antud uurimustöös võeti uurimise alla humiinpreparaadi mõju taime arengule, mille vastu maailmas on suur huvi ja mida Eestis EMVI Taimebiotehnoloogia osakonna EVIKA teadlased Sakust on uurinud ka kartuli meristeemtaimede avamaal kasvatamisel (Särekanno, Vasar, 2004).

Humiinpreparaadi positiivne mõju taime kasvule ja arengule on hästi toimunud paljudel kultuuridel (Adani et al., 1998; Arancon et al., 2004; Dursun et al., 2002; Turkmen et al., 2004). Humiinpreparaat suurendab erinevate põllukultuuride kasvu ja saaki, kaasarnvatud ka köögiviljadel (Padem et al., 1997; Atiyeh et al., 2002). Üheks humiinpreparaadi positiivseks toimeks, oli köögiviljade toitaineid parem omastamine (Akinremi et al., 2000; Cimrin & Yilmaz, 2005), samuti humiinpreparaat stimuleerib ja kiirendab taimede kasvu, tõstab taimede immuniteti (Knjazeva, 2010).

Ruponics (Humistar) on vedel tömmis biohuumusest, mis soodustab erinevate põllumajanduskultuuride kasvu. Ruponics on naturaalse, ökoloogiliselt puhaste ja

ohutute toiteelementide, humiinainete, taimede kasvu ja arengu stimulaatorite preparaati. Selle kasutamine avaldab positiivset mõju taimede kasvule ja fotosünteesi protsessidele ning soodustab põllukultuuride kasvu. Preparaat sisaldab endas kõiki vermikomposti komponente lahustatud olekus: humaaate, fulvohappeid, aminohappeid, vitamiine, looduslikke fütohormoone, mikro- ja makroelemente ning mikroorganismide eoseid. Preparaadi bakteriitsiidsed omadused on tingitud vihmausside poolt eraldatavatest bakteriostaatilistest valkudest ja sümbiootilistest mikroorganismide poolt eraldatavatest antibiootikumidest, mis asuvad vihmaussi soolestikus ning saadakse vermikultiveerimise protsessis ([www.green-pik.eu](http://www.green-pik.eu)).

Antud artikli eesmärgiks on esitada tulemusi, kuidas mõjub Ruponicsi eri viisidel ning normidega manustamine ühe kartulitaime mugulate arvule ja ühe mugula keskmisele massile.

## **Materjal ja meetodika**

Katsed korraldati EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituudi, Rõhu katsejaama Eerika katsepõllul 2010. aastal. Katses kasutati kartulisorte 'Ants' ja 'Laura'. Katsete rajamisel kasutati blokkasetust ning variandid paigutati katselappidele randomiseeritult neljas korduses (Hills, Little, 1972). Katselapi suurus oli 16,8 m<sup>2</sup>, vagude vahelais 70 cm ja mugulate kaugus vaos 27 cm. Katselappe oli kokku 72.

Katses kasutati järgmisi variante:

1. R0 – Ruponicsita (kontroll);
2. R25 – Ruponics (kulunormiga 25 l ha<sup>-1</sup>) pritsiti mullapinnale vahetult enne mugulate mahapanekut. Veekulu 200 l ha<sup>-1</sup>;
3. R25+25 – Ruponics (kulunormiga 25 l ha<sup>-1</sup>) pritsiti mullapinnale vahetult enne mugulate mahapanekut ja kartuli kasvuajal manustati preparaati 3 korda lehekaudselt (8,0 l ha<sup>-1</sup> 17.06.2010; 8,0 l ha<sup>-1</sup> 29.06.2010 ja 9,0 l ha<sup>-1</sup> 08.07.2010) ehk 36., 48. ja 57. päeval pärast kartuli mahapanekut.

Mullaliigiks oli kerge liivsavi lõimisega näivleetunud muld e. Kahkjaskas muld LP (Kõlli, Lemetti, 1999). Katses kasutati agrotehnikat, mis on iseloomulik kartulikatsetele. Kartuli eelviljaks oli nisu. Katsetes anti sügiskünni alla komposteeritud laudasõnnikut normiga 50 t ha<sup>-1</sup>. Mineraalväetist anti kevadel paiklikult koos kartuli mahapanekuga. 2010. aastal kasutati (Yara 11-11-21) mineraalväetist normiga 275 kg ha<sup>-1</sup>.

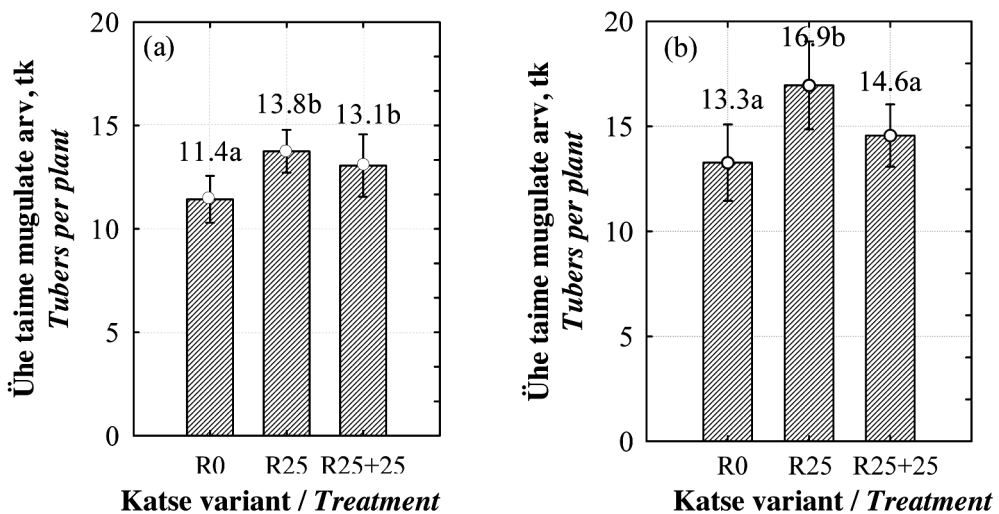
Kartuli kasvuaegsed hooldustööd: 2010. aastal kasvuaegsete hooldustöödena äestati kartulit üks kord (31. mail) ja mullati neli korda (28. mail, 15. juunil, 25. juunil ja 01. juulil). Taimekaitsevahenditest kasutati umbrohutõrjeks Titus 50 g ha<sup>-1</sup> 07. juunil, kartulimardika tõrjeks Fastac 50,3 l ha<sup>-1</sup> 22. juulil ja Decis 2,5 EC 0,2 l ha<sup>-1</sup> 06. augustil. Lehemädaniku tõrjeks Shirlani 0,4 l ha<sup>-1</sup> 25. juunil, kaks korda Ridomil Gold MZ 68 WG 2,5 kg ha<sup>-1</sup> 08. juulil ja 22. juulil ning Ranman 0,2 kg ha<sup>-1</sup> koos Ranman aktivatoriga 0,15 l ha<sup>-1</sup> 06. augustil.

Artiklis käsitletakse lõppsaagi tulemusi, mille proovid võeti 26. augustil. Igalt katselapilt võeti 15 järjestikust taime (kokku 72 proovi), et teha kartulimugulate struktuuranalüüs. Katseandmed töödeldi programmiga Statistica 7.1. kasutades ANOVA, Fisher LSD testi (Statsoft, 2005). Statistiliselt usaldusväärsed erinevused

( $p < 0,05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega. Usaldusväarsuse puudumisel on tähed joonistel ühesugused.

## Tulemused ja arutelu

Ruponics erinevate normide kasutamine suurendas usutavalt ( $p < 0,05$ ) kartulisordi 'Ants' ühe taime mugulate arvu, mis teeb 1,7–2,4 mugulat ühe taime kohta ning on vastavalt 14,9–21,0% rohkem kui R0 variandil (joonis 1a). Kartulisordi 'Laura' puhul saadi usutavalt suurem keskmine mugulate arv Ruponicsi normi 25 l ha<sup>-1</sup> juures (joonis 1b). Ruponicsi kasutamine suurendas kartulisordi 'Laura' ühe taime mugulate arvu 1,3–3,6 mugulat taime kohta, mis on vastavalt 9,8–27,0% rohkem, kui sama sordi variandi R0 mugulate arv. Vaadeldes kaht joonist võib öelda, et Ruponicsi kasutamine suurendab ühe taime mugulate arvu.



**Joonis 1.** Ruponicsi mõju ühe taime mugulate arvule kartulisordil 'Ants', tk (a); kartulisordil 'Laura', tk (b). Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test)

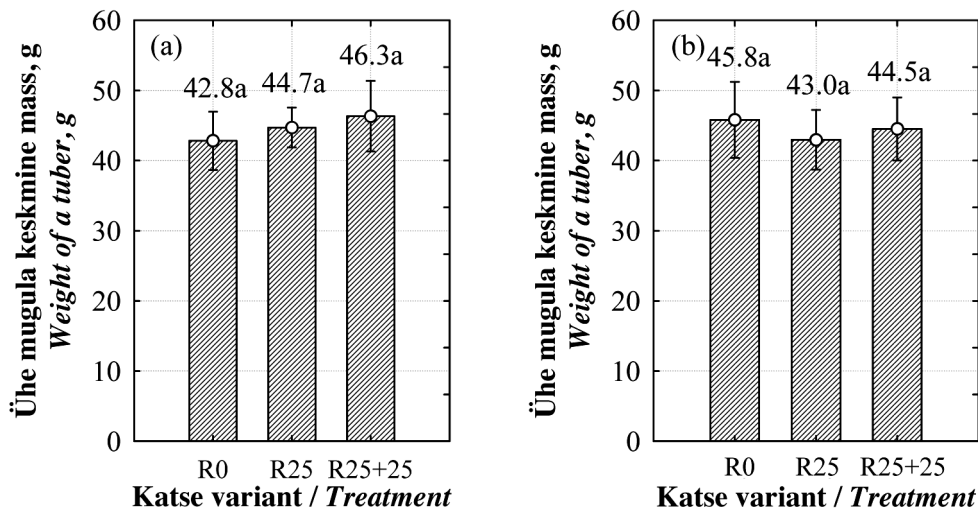
Katse variant: R0 – Ruponicsita (kontroll); R25 – Ruponics (kulunormiga 25 l ha<sup>-1</sup>) pritsiti mullapinnale; R25+25 – Ruponics kulunormiga 25 l ha<sup>-1</sup> pritsiti mullapinnale ja täiendavalt lehekaudselt 25 l ha<sup>-1</sup>

**Figure 1.** The effect of Ruponics on the number of tubers per plant on potato cultivar 'Ants' (a); potato cultivar 'Laura' (b). Different letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) in columns (ANOVA, Fisher LSD test)

Treatment: R0 – without Ruponics; R25 – Ruponics amount 25 l ha<sup>-1</sup> sprayed on the soil surface; R25+25 – Ruponics amount 25 l ha<sup>-1</sup> sprayed on the soil surface and amount 25 l ha<sup>-1</sup> on the surface of leaves

Katsevariandil R25+25 täiendavalt lehekaudu manustatud Ruponics ei omanud statistiliselt usutavat efekti ühe taime mugulate arvule sordil 'Ants', võrrelduna variandiga R25, kus Ruponicsit manustati mahapanekueelselt mullapinnale, kuid

avaldas usutavalt statistilist mõju võrrelduna variandiga R0. Sordil 'Laura' ei erinenud usaldusväärselt üksteisest variandid R0 ja R25+25, kuid variandil R25 oli usaldusväärselt suurem ühe taime mugulate arv, kui teistel katses olnud variantidel. Kirjanduse põhjal (Särekanno, Vasar, 2004) humiinpreparaadi kasutamine tõstis ühe taime mugulate arvu. Täiendav lehekaudne Ruponicsi kasutamine ei avaldanud katsesse valitud sortide mugulate arvule oodatavat efekti, kuna tõenäoliselt olid kartulitaimede lehtede õhulõhed, mille kaudu toimub toitainete omastamine, kõrgete päevaste temperatuuride ja põua tõttu suletud.



**Joonis 2.** Ruponicsi mõju ühe mugula keskmisele massile kartulisordil 'Ants', g (a); kartulisordil 'Laura', g (b). Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test)

Katsevariant: R0 – Ruponicsita (kontroll); R25 – Ruponics (kulunormiga 25 l ha<sup>-1</sup>) pritsiti mullapinnale; R25+25 – Ruponics kulunormiga 25 l ha<sup>-1</sup> pritsiti mullapinnale ja täiendavalt lehekaudselt 25 l ha<sup>-1</sup>

**Figure 2.** The effect of Ruponics on the average tuber weight on potato cultivar 'Ants', g (a); potato cultivar 'Laura', g (b). Different letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) in columns (ANOVA, Fisher LSD test)

Treatment: R0 – without Ruponics; R25 – Ruponics amount 25 l ha<sup>-1</sup> sprayed on the soil surface; R25+25 – Ruponics amount 25 l ha<sup>-1</sup> sprayed on the soil surface and amount 25 l ha<sup>-1</sup> on the surface of leaves

Joonisel 2a on näha, et Ruponicsi kasutamine tõstab sordi 'Ants' ühe mugula keskmist massi. Sordi 'Laura' puhul polnud võimalik Ruponicsi olulist mõju täheldada, kuid vaatamata sellele, saadi variandilt R25+25 suurema ühe mugula massiga mugul kui variandis R25 (joonis 2b).

Ruponicsi kasutamine 2010. aasta ilmastikutingimuste juures ei suurendanud ega vähendanud statistiliselt usutavalt ( $p > 0,05$ ) kumbagi sordi ühe mugula keskmist massi.



## Järeldused

Põldkatse viidi läbi 2010. aastal sortidega 'Ants' ja 'Laura' ning uuriti erinevate Ruponicsi normide mõju ühe taime mugulate arvule ja ühe mugula keskmisele massile. Katse tulemused on esialgsed, kuna baseeruvad ühe aasta andmetel.

Ruponicsi 2010.a. maksimaalne efekt oli ühe taime mugulate arvule ja sellest sorditi:

Variant R25 tõstis kartulisordil Ants statistiliselt usutavalt ( $p < 0,05$ ) ühe taime mugulate arvu 2,4 mugula võrra, mis on 21,0% rohkem, kui R0 variandil ning kartulisordil Laura tõstis ühe taime mugulate arvu vastavalt 3,6 mugula võrra, mis on 27,0% rohkem, kui sama kartulisordi R0 variandil.

Variant R25+25 tõstis kartulisordil Ants statistiliselt usutavalt ( $p < 0,05$ ) ühe taime mugulate arvu 1,7 mugula võrra, mis on 14,9% rohkem, kui sama sordi R0 variandil ning kartulisordil Laura tõstis ühe taime mugulate arvu 1,3 mugula võrra, mis teeb 9,8% rohkem, kui sama kartulisordi R0 variandil.

Ühe taime mugulate massile ei avaldanud erinevate Ruponicsi normide kasutamine usutavat mõju kummalegi katses olnud sordile.

## Tänuavaldused

Uurimusi on toetanud ETF grant nr 8495 ja sisseriiklik leping nr L10095PKPK

## Kasutatud kirjandus

- Adani, F., Genevi, P., Zaccheo, P., Zocchi, G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. – *Journal of Plant Nutrition* **21**, 561–575.
- Akinremi, O.O., Janzen, H.H., Lemke, R.L., Larney, F.J. 2000. Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions. – *Canadian Journal of Soil Science*, **80**, 437–443.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. – *Bioresource Technology*, **93**(2), 145–153.
- Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Metzger, J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. – *Bioresource Technology*, **84**, 7–14.
- Dursun, A., Guvenc, I., Turan, M. 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. – *Acta Agrobotanica*, **56**, 81–88.
- Cimrin, K.M., Yilmaz, I. 2005. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil and Plant Science*, **55**, 58–63.
- Hills, F.J., Little, T.M. 1972. *Statistical methods in agricultural research*. In: Hills, F.J., Little, T.M. (Eds.), Davis, CA: University of California, USA, 242 p.
- Knjazeva, N. 2010. Biohumus – looduslik, kuid tõhus lahendus mullaviljakuse tõstmiseks. *Aiandusfoorum 2010*, pp. 20–23.
- Kõlli, R., Lemetti, I. 1999. Eesti muldade lühiiseloostus I. Normaalsed mineraalmullad. Tartu, 41 lk.
- Padem, H., Ocal, A., Alan, R. 1997. Effect of humic acid added foliar fertilizer on seedling quality and nutrient content of eggplant and pepper. – *Acta Horticulturae*, **491**, 241–246.
- STATSOFT, 2005. – *Statistica 7.0*. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA, 716 pp.

Särekanno, M., Vasar, V. 2004. Influence of Humistar on productivity of potato meristemplants. – *Agronomy 2004*. Transactions of EAU, **219**, 67–69.

Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M., Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil and Plant Science*, **54**, 168–174.

[www.green-pik.eu](http://www.green-pik.eu)



## **ODRA UUE ARETISE JA STANDARDSORDI 'ANNI' MORFOLOOGILISED TUNNUSED AASTATEL 2008–2010**

**Merlin Haljak, Ülle Tamm**  
Jõgeva Sordiaretuse Instituut

**Abstract.** Haljak, M., Tamm, Ü. 2011. The morphological characteristics of a new perspective breed of barley and standard variety Anni in 2008–2010. – *Agronomy 2010/2011*, 73–79.

*Barley is the oldest and one of the most important crops in the world and occupies the largest growing area in Estonia.*

*The purpose of this research was to estimate the morphological characteristics of the new perspective breed J3280 as compared to the well-known variety Anni. The morphological characteristics are used for distinguishing breeds and varieties.*

*Generally the breed and the variety were similar by most morphological characteristics. The biggest difference was in the intensity of anthocyanin coloration of tips of awns (breed – 5,0 points; Anni – 8,7 points). The intensity of anthocyanin coloration of tips of awns and the plant length were the most influenced by variety. The attitude of ear, the ear shape, the awn length compared to ear and plant length were mostly influenced by year. The intensity of anthocyanin coloration of auricles of flag leaf and the glaucosity of sheath of flag leaf had the biggest influence by year x variety interaction.*

*In 2010 the breed J3280 was passed over for conducting of test of Value for Cultivation and Use (VCU).*

**Keywords:** *barley, CPVO, morphological characteristics*

*Merlin Haljak, Ülle Tamm, Jõgeva Plant Breeding Institute, Jõgeva alevik 38409, Estonia*

### **Sissejuhatus**

Oder on kõige suurema külvipinnaga teravili Eestis. 2010. aasta juuni seisuga kasvatati Eestis teravilja 316412 ha, sellest moodustas oder 140676 ha (Eesti statistika, www.stat.ee, 30.11.2010).

Paljud kasvatatavad odrasordid võivad kuuluda ühte ja samasse teiseid, seepärast pole ainult teisendi määramine veel küllaldane sortide eristamiseks, vaid tuleb kasutada morfoloogiliste tunnuste kompleksi. Seetõttu kasutatakse sortide kindlaksmääramiseks ja üksteisest eristamiseks nende morfoloogilisi ehk sorditunnuseid (Kallas, Viirand, 1974).

Lisaks headele majanduslikele ja agronoomilistele omadustele peavad sordi tunnused olema aastate jooksul püsivad ja ühtlikud ning sort peab olema eristatav sama liigi teistest tuntud sortidest. Eesti ühinemisel Euroopa Liiduga on uuele sordile esitatavad nõuded muutunud rangemaks.

Sortide väliste tunnuste alusel on põllumeestel ja seemnekasvatajatel võimalik kahtluse korral kindlaks teha põllul kasvav sort. Põldtunnustajad kasutavad morfoloogilisi tunnuseid sordipuhtuse kindlakstegemiseks. Sordi kindlaksmääramisel tuleb arvestada ka seda, et tunnuste avaldumise tugevus sõltub kasvukoha mullastikust, väetamisest, ilmastikust ja keemilisest töötlemisest. Seetõttu kasutatakse vajadusel mõnikord sortide kindlakstegemiseks ka geneetilisi markereid.

Antud uurimuse eesmärgiks oli hinnata uue odra aretise J3280 morfoloogilisi tunnuseid ja võrrelda neid standardsordi 'Anni' tunnustega.

## **Materjal ja meetodika**

Uus odra aretis J3280 ja standardsort 'Anni' olid katses aastatel 2008–2010. Põldkatse rajati kolmes korduses 9 m<sup>2</sup> suurustele lappidele külvisenormiga 500 idanevat tera m<sup>2</sup> kohta. Hinnati visuaalselt järgmisi morfoloogilisi tunnuseid: lipulehe kõrvakeste antotsüaanse värvumise intensiivsus, lipulehe lehetupe glaukosiidsus, ohtetippude antotsüaanse värvumise intensiivsus, pea glaukosiidsus, pea seis, pea kuju profiilis, pea tihedus, ohete pikkus võrreldes peaga, steriilsete pähikute asend ja taime pikkus. Igal lapil hinnati 5–6 hästiarenenud taime.

Morfoloogiliste tunnuste hindamiseks kasutati Ühenduse Sordiameti (CPVO, *Community Plant Variety Office*) meetodilist juhendit (CPVO, 2010). CPVO odra meetodiline juhend sisaldab 28 morfoloogilist tunnust, mille alusel kirjeldatakse põhjalikult uuritava sordi tunnuseid ja mis on abiks sortide eristamisel. Antud artiklis on lähema vaatluse all 10 olulisemat morfoloogilist tunnust. Tunnuste hindamiseks kasutati skaalat 1–9 palli, mida on täpsemalt kirjeldatud iga tunnuse juures. Tunnuste võrdlemiseks kasutati standardsorti 'Anni'.

Andmeid töödeldi andmetöötlusprogrammis Agrobases 4, kasutati mitmefaktorilist dispersioonanalüüsi.

## **Katse tulemused ja arutelu**

**Lipulehe kõrvakeste antotsüaanse värvumise intensiivsus.** Kõrvakesed on enamasti rohelised. Kuid on ka sorte, millel kõrvakesed on antotsüaanse (violetselt) värvunud. Kõrvakeste värvumine sõltub suuresti ilmastikutingimustest. Värvumist esineb rohkem päikesepaistelisel ja kuival kui jahedal ja vihmasel suvel. Kõige paremini on tunnus jälgitav veidi enne loomist, kui esimesed ohted on nähtaval. Pärast loomist algab kõrvakeste kiire kuivamine, edasi värvi määramine raskeneb ning hiljem muutub üldse võimatuks (Ulvinen, 1974). Lipulehe kõrvakeste antotsüaanse värvumise intensiivsuse hindamiskaala on vahemikus üks kuni üheksa hindepalli, kus üks on nõrgim ja üheksa tugevaim tunnuse esinemisaste. Hindamine põhineb rahvusvaheliselt aktsepteeritud näitesortidega võrdlemisel, millele on välja antud ametlik sordikirjeldus ja tunnuse tugevus ametlikult määratud. Antud juhul oli näitesordiks 'Anni'.

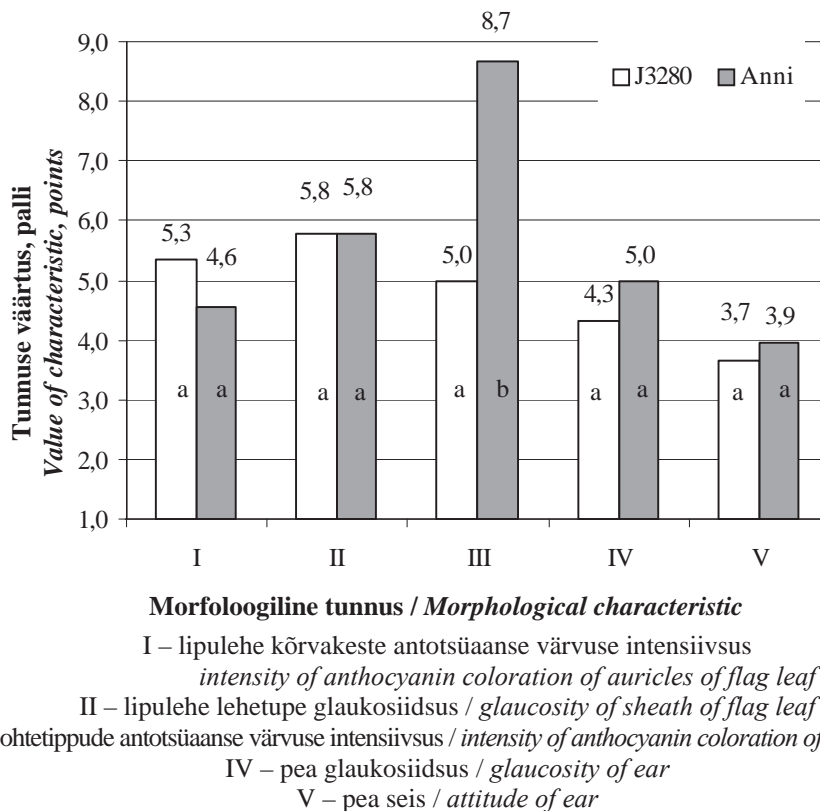
2008.–2010. aasta keskmisena olid lipulehe kõrvakeste antotsüaanse värvumise hindepallid aretisel 5,3 ja 'Annil' 4,6 (keskmine tugevus) (joonis 1). Tunnuse keskmine variatsioonikoefitsient oli aretisel J3280 26,5%, sordil 'Anni' 15,9%, mis näitab et tunnus varieerus aretisel veidi rohkem kui sordil 'Anni'. Lipulehe kõrvakeste antotsüaanse värvumise intensiivsust mõjutas ka ilmastik. Aretisel J3280 oli tunnus 2008. aastal 7,0 palli, 2009. aastal 5,0 palli ja 2010. aastal 4,0 palli. 'Annil' oli lipulehe kõrvakeste antotsüaanse värvumise intensiivsus 2008. ja 2010. aastal 4,3 palli ja 2009. aastal 5,0 palli. Statistiline analüüs näitas, et usutav oli ainult sordi ja aasta koosmõju, uuritud katseaastatel puudusid erinevused aretise J3280 ja sordi 'Anni' vahel.

**Glaukosiidsus.** See on tähtis tunnus sortide üksteisest eristamisel. Antud tunnus annab olenevalt esinemistugevusest sortidele hallikassinise vahaja kirme, mis kaitseb taimi väliste tegurite eest. Tunnust vaadeldakse loomisest öitsemiseni. Lipulehe

lehetupe ja pea glaukosiidsuse hindamiseks oli samuti üheksapalliline skaala, kus üks oli nõrgim ja üheksa tugevaim tunnuse esinemisaste.

Lipulehe lehetupe glaukosiidsus kolme aasta keskmisena oli nii aretisel kui ka sordil 'Anni' 5,8 palli. Keskmised variatsioonikoefitsiendid olid mõlemal peaaegu võrdsed – nii aretisel kui ka võrdluseks kasutatud sordil, vastavalt 24,1% ja 27,1%. Aastate lõikes oli lehetupe glaukosiidsus aretisel 2008. aastal 7,0 palli, 2009. ja 2010. aastal 5,0 palli. 'Annil' oli 2009. aastal 7,0 palli (tugev), 2008. aastal 4,0 palli ja 2010. aastal 6,0 palli. Antud tunnuse osas oli usutav sordi ja aasta koosmõju. Võrreldes kolme katseaastat, tulid erinevused välja 2008. ja 2009. aasta vahel, samuti 2008. ja 2010. aasta vahel, erinevusi ei olnud 2009. ja 2010. aasta vahel.

Kolme aasta keskmisena hinnati pea glaukosiidsust aretisel 4,3 palliga ja sordil 'Anni' 5,0 palliga. Aastate lõikes oli tunnus aretisel 2008. ja 2010. aastal 5,0 palli, 2009. aastal 3,0 palli. 'Annil' hinnati kõigil kolmel aastal pea glaukosiidsust 5,0 palliga. Pea glaukosiidsuse osas ei ilmnunud olulisi erinevusi sordi 'Anni' ja aretise vahel.



**Joonis 1.** Odra morfoloogiliste tunnuste keskmised hindepallid 2008.–2010. aastal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi tasemel  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Fisher'i test)

**Figure 1.** The average points of morphological characteristics in barley 2008–10. Treatments with different letters are significantly different with  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Fisher's test)

**Ohtetippude antotsüaanse värvumise intensiivsus.** Tunnust vaadeldakse õitsemise algusest täisõitsemiseni ja hinnatakse võrdluses näitesordiga. Ohtetippude antotsüaanse värvumise intensiivsuse hindamiseks on samuti üheksapalliline skaala, kus üks on nõrgim ja üheksa tugevaim tunnuse esinemisaste.

Kolme aasta keskmisena oli ohtetippude antotsüaanse värvumine aretisel 5,0 palli ja sordil 'Anni' 8,7 palli. Sort 'Anni' on selle tunnuse poolest teistest sortidest kõige paremini eristatav. Tunnuse varieeruvust katseaastate lõikes aretisel ei esinenud, 'Annil' oli variatsioon väga väike. Selle tunnuse osas on aretis ja sort üksteisest selgesti eristatavad.

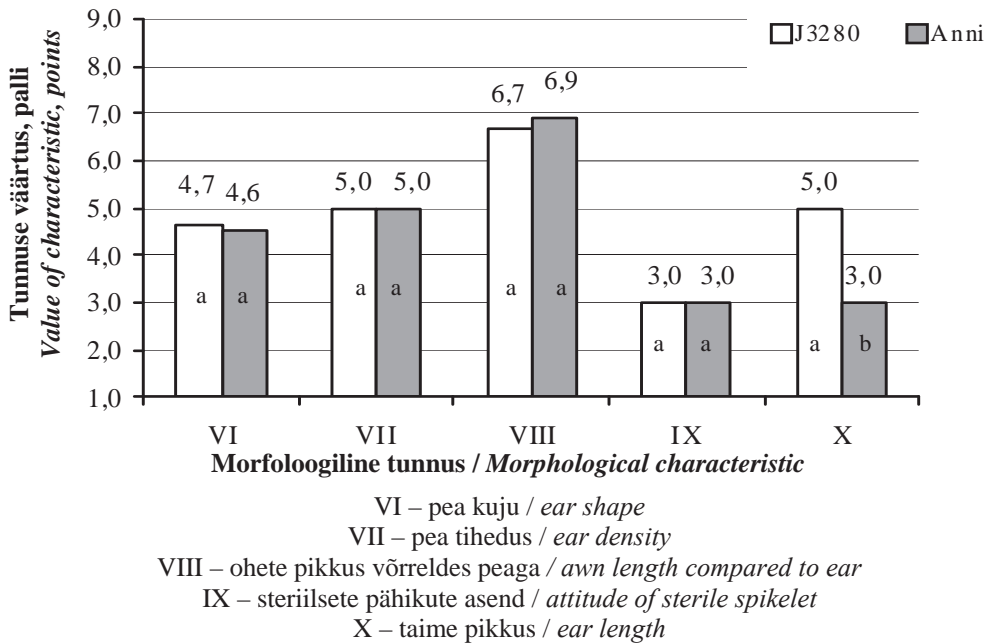
**Pea seis.** Tunnust hinnatakse piimküpsuse ajal. Pea asend võib olla püstine (1 pall), poolpüstine (3 palli), rõhtne (5 palli), pool-longus (7 palli) ja longus (9 palli). Kõige rohkem esineb poolpüstise või pool-longus peaga sorte. Kolme aasta keskmisena hinnati pea seisu aretisel 3,7 ja sordil 'Anni' 3,9 palli, s.t. pea seis oli poolpüstine. 2008. aastal oli nii aretisel kui ka sordil 'Anni' pea asend rõhtne (5,0 palli), aga 2009. ja 2010. aastal poolpüstine (3,0–3,7 palli). Keskmise variatsioonikoefitsient oli aretisel 27,3% ja 'Annil' 28,7%. Usutav mõju tunnusele oli ainult aastal.

**Pea kuju profiilis.** Tunnust hinnatakse vahaküpsusest täisküpsuseni. Pea kuju võib olla koonusjas (3 palli), silinderjas (5 palli) ja käävjas (7 palli). Enamasti on odrasortide pea kuju silinderjas. Kolme aasta keskmisena olid tunnuse hinded 4,6 ja 4,7 palli (joonis 2). Uuritud aastatel oli nii aretisel kui ka sordil 'Anni' pea kuju erinev: 2008. ja 2010. aastal oli see silinderjas ning 2009. aastal koonusjas kuni silinderjas. Selle tunnuse osas oli aasta mõju usutav.

**Pea tihedus.** Tunnust vaadeldakse vahaküpsusest täisküpsuseni. Pea tihedus määratakse normaalselt arenenud pea keskosal. Odral arvestatakse pea tiheduseks peatelje lülide arvu 4 cm kohta. Odrad jagatakse pea tiheduse järgi: väga hõre (1 pall ehk alla 7 peatelje lüli), hõre (3 palli), keskmise tihedusega (5 palli), tihedapealine (7 palli) ja väga tihedapealine (9 palli ehk 19 ja rohkem peatelje lüli). Enamusel odrasortidel on pea tihedus keskmine (Küüts, Eichenbaum, 1974). Ka uuritud materjalil oli kõigil kolmel katseaastal pea tihedus 5,0 palli (keskmine). Selle tunnuse osas ei esinenud erinevusi aretise J3280 ja sordi 'Anni' vahel ja samuti ei olnud erinevusi ka aastate vahel.

**Ohete pikkus võrreldes peaga.** Tunnust vaadeldakse vahaküpsusest täisküpsuseni. Ohete pikkused jagatakse järgmiselt: ohted on pea pikkusest lühemad ehk lühikesed ohted (3 palli), ohted on võrdsed pea pikkusega ehk keskmise pikkusega ohted (5 palli) ja ohted on pikemad pea pikkusest ehk pikad ohted (7 palli). Enamus odrasorte on pikkade ohetega (7 palli). Kolme aasta keskmisena oli uuritud materjalil ohete pikkus 6,7–6,9 palli. 2008. ja 2009. aastal oli nii aretise kui ka sordi 'Anni' ohete pikkus 7,0 palli, 2010. aastal jäid ohted veidi lühemaks: uuel aretisel 6,0 palli, 'Annil' 6,7 palli. 2008. ja 2009. aastal ei esinenud varieeruvust selle tunnuse osas, 2010. aastal oli keskmine variatsioonikoefitsient väike. Antud tunnusele oli usutav aasta mõju.

**Steriilsete ehk väljaarenemata pähikute asend.** Tunnust hinnatakse täisküpsuses ehk kuiva tera faasis pea keskmisest osast. Steriilsete pähikute asend võib olla rööpne (1 pall), rööpne kuni nõrgalt V-kujuline (2 palli) või V-kujuline ehk lahknev (3 palli).



**Joonis 2.** Odra morfoloogiliste tunnuste keskmised hindepallid 2008.–2010. aastal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi tasemel  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Fisher'i test)

**Figure 2.** The average points of morphological characteristics in barley 2008–10. Treatments with different letters are significantly different with  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Fisher's test)

Enamusel odrasortidel on steriilsete pähikute asend V-kujuline (3 palli). Ka uuritud materjalil hinnati kõigil kolmel katseaastal steriilsete pähikute asendit V-kujuliseks. Selle tunnuse osas aretise ja sordi 'Anni' vahel erinevusi ei olnud, erinevused puudusid ka aastate vahel.

**Taime pikkus (kõrs+pea+ohted).** Taime pikkuse mõõtmiseks on parim aeg piim- ja vahaküpsuses. Enamus odrasorte on madala- või keskmisekasvulised. Tavaliselt jääb odrasortide pikkus vahemikku 60–90 cm. Kuna hindamised CPVO meetodika järgi on pallides, siis odra taimiku pikkuse skaala sentimeetrites oleks järgmine: alla 60 cm (väga lühike ehk 1 pall), 61–65 cm (lühike ehk 3 palli), 66–75 cm (keskmine ehk 5 palli), 76–90 cm (pikk ehk 7 palli) ja üle 90 cm (väga pikk ehk 9 palli). 2008.–2010. aasta keskmised taime pikkused olid vahemikus 61,3–75,3 cm. Aretise J3280 kolme aasta keskmised pikkused olid vahemikus 65,0–75,3 cm, seega on aretis keskmise taime pikkusega (5 palli). Sordi 'Anni' kolme aasta keskmised pikkused olid vahemikus 61,3–65,8 cm, seega on 'Anni' lühikese taime pikkusega (3 palli).

Taime pikkus sõltub suuresti kasvutingimustest ja ilmastikust. Vaadeldud katseaastatest oli taimik kõige lühem 2008. aastal. 2009. ja 2010. aasta olid omavahel taime pikkuste poolest sarnased. Taime pikkusele oli usutav mõju sordil ja aastal.

## **Kokkuvõte**

Uue perspektiivse odra aretise J3280 olulisemaid morfoloogilisi tunnuseid hinnati aastatel 2008–2010, võrdluseks kasutati standardsorti 'Anni'. Uus aretis ja sort 'Anni' olid uuritud näitajate poolest üsna sarnased. Kõige märgatavam erinevus tuli välja ohtetippude antotsüaanse värvumise intensiivsuse osas, sest sordil 'Anni' oli tunnuse esinemine väga tugev, aga aretisel esines see tunnus keskmisel määral. Erinevused olid ka taime pikkuste osas – aretis on keskmise, sort 'Anni' aga lühikese taime pikkusega. Teiste morfoloogiliste tunnuste osas aretisel J3280 ja sordil 'Anni' olulisi erinevusi antud aastatel ei ilmnenud.

Jõgeva Sordiaretuse Instituudi perspektiivne aretis J3280 esitati 2010. aastal riiklikesse majanduskatsetesse, kus see on näidanud häid tulemusi ja katsetus selle aretisega jätkub.

## **Kasutatud kirjandus**

- Eesti Statistika*. Teravilja ressurss ja kasutamine 01.07.2009–30.06.2010. [<http://www.stat.ee>]. 30.11.2010.
- Kallas, E., Viirand, M. 1974. Nisu. – *Põldtunnustamine seemnekasvatuses*. Tallinn: Valgus, lk 35–62.
- Küüts, H., Eichenbaum, Ed. 1974. Oder. – *Põldtunnustamine seemnekasvatuses*. Tallinn: Valgus, 75–94.
- Ulvinen O. (1974) Lajikkeen aitouden tarkastus. – *Pohjoismaine siementarkastuskäsikirja 10. Valtion siementarkastuslaitos*, 63. (in Finnish).
- CPVO – TP/ 019/2 Rev., 06.11.2010. Community Plant Variety Office. European Union. Protocol for Distinctness, Uniformity and Stability Tests. Barley, p. 9–19.

## LEHEVÄETISTE MÕJU TALINISU SAAGIKUSELE JA KVALITEEDILE

**Malle Järvan, Liina Edesi, Ando Adamson, Mati Kuuskla**  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Abstract.** *Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A., Kuuskla, M. 2011. The effect of foliar fertilizers on the yield and quality of winter wheat. – Agronomy 2010/2011, 79–86.*

*The present study is based on the data of field trials conducted in the years 2007 and 2008 in North Estonia at Saku (59° 18' N, 24° 39' E) on break-stony soil and in 2009 in South Estonia at Auksi (58° 27' N, 25° 36' E) on pseudopodzolic soil. According to the soil analysis the critical lack of copper, magnesium and sulphur occurred in the break-stony soil. The trials with winter wheat (*Triticum aestivum* L., varieties 'Lars' and 'Ada') were performed on the background of N 100–104 and S 6.8–13.6 kg ha<sup>-1</sup>. At the end of the tillering phase of wheat the following leaf fertilizers were sprayed: Sulfur F3000 (S 340 g l<sup>-1</sup> and N 148 g l<sup>-1</sup>); Hydromag 300 (Mg 300 g l<sup>-1</sup>); Mikro Cu (Cu 500 g l<sup>-1</sup>); Mikro Cereale (Cu 50, MgO 300, Mn 130, N 66, Zn 25 g l<sup>-1</sup>); KelCare Mg 6 P (Mg 5,5%) and KelCare Cu 14 P (Cu 14%).*

*The aim of this work was to identify the effect of foliar application of the above-mentioned fertilizers on the yield and quality indices of winter wheat. The results of investigations in different years were not always one-directional and were influenced by weather conditions. In the trial conditions of 2007 and 2009 the foliar application had no effect on yielding ability of wheat but in some cases improved the quality of grain: the content of protein and wet gluten were increased. In the weather conditions of 2008 the spraying with foliar fertilizers in some cases increased the yield of wheat by 0.57–1.34 t ha<sup>-1</sup>, i.e. 7.8–18.3% but had no effect on quality indices of grain.*

**Keywords:** *foliar fertilizers, quality of grain, winter wheat, yield*

*Malle Järvan, Liina Edesi, Ando Adamson, Mati Kuuskla, Department of Plant Sciences, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia*

### Sissejuhatus

Taimede juurekaudne toitumine võib taimede kasvu ja arengu jaoks kriitilistel perioodidel mõnikord ebapiisavaks osutuda. See võib olla põhjustatud mulla ebasoodsatest keemilistest või füüsikalistest omadustest tingitud halvast toitainete kättesaadavusest, aga ka ebasoodsatest ilmastikutingimustest. Sellistes olukordades peaks lehekaudse väetamisega olema võimalik toitainete puudust kiiresti, kuigi lühiajaliselt rahuldada (Järvan, 2007). Lehekaudset väetamist ei tohi siiski käsitleda kui taimede toitumise alternatiivset viisi. See on vaid täiendavaks võimaluseks juurte kaudu omastatavate taimetoitainete kõrval (Toselli, 2003).

Lehekaudse väetamise efektiivsus sõltub paljudest teguritest, sh väetiste omadustest ja kvaliteedist, toiteelemendi vormist, toitainete omavahelistest antagonistlikest või sünergistlikest suhetest, lahuse pH-st, kontsentratsioonist, väetamise ajast jne (Toselli, 2003; Malhi et al., 2005). Lehekaudse väetamise tulemuslikkust mõjutavad nii keskkonningimused kui ka taimede kasvufaas pritsimise ajal. Hilisemates kasvufaasides on see palju efektiivsem kui varasemates arengufaasides (Graham, 1976; Karamanos et al., 2004; Malhi et al., 2005). Nii näiteks



Cu-kelaadi lahusega pritsimine talinisu lipulehe staadiumis võimaldas vähendada kasvu ajal ilmsiks tulnud vasepuudust ning suurendada terasaaki, samal ajal kui nelja lehe staadiumis pritsimine ei osutunud efektiivseks. Üldiselt aga ei olnud lehekaudselt antud vaseühenditel nii head mõju, kui saadi vasksulfaadi ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) mulda andmisel (Karamanos et al., 2004). Kui vasepuuduse korral antakse mulda tavaliselt 3,5–5 kg Cu ha<sup>-1</sup>, millest jätkub taimedele mitmeks aastaks, siis lehekaudse väetamise korral on vase kogused mitmeid kordi väiksemad (Malhi et al, 2005).

Positiivseid tulemusi saadakse mitte igasuguste lehevätistega. Tõelised lehevätised peavad taimelehtede pinnale jõudma täielikult lahustunult, ainult siis võetakse need taimede poolt vastu. Oluline on ka lehekaudselt antava aine kogus ja lahuse kontsentratsioon. Kõige efektiivsemateks peetakse nn EDTA-kelaate, s.o. äädikhappe-metallorgaanilisi ühendeid. Kuigi ka nende hulgas on kvaliteedilt erinevaid tooteid ja nende ostmine jääb paljuski usalduse küsimuseks (Buchholz, Meier, 2005).

Lehevätisi võib jagada mitmesse tüüpi: täielikult veeslahustuvad, suspensioonid, kelaatvormi tooted vm (Elfrich, 2007; Tarang, 2008; Brockerhoff, 2010). Kelaadid, reeglina, on efektiivsemad, kuid kallimad. Levimas on ka nn toitainete-kokteilid, mis sisaldavad mitut makro- ja mikroelementi. Kuid kui mullas on tõesti puudus mõnest toiteelemendist, siis sellised väetised tavaliselt ei aita ning eelistada tuleks ikka vastavat lihtväetist (Brockerhoff, 2010).

Lehevätiste kasutamise tulemuslikkus sõltub ilmastikutingimustest. Lehevätise toitainete omastamisel omab õhuniiskus palju suuremat kaalu kui temperatuuri- või valgustingimused. Kõrge õhuniiskus nimelt suurendab lehevätiste efektiivsust. Seepärast soovitataksegi lehevätistega pritsida õhtutundidel ning majanduslikest kaalutlustest lähtuvalt võiks väetamise ühitada mingi vajaliku taimekaitsetöoga.

On kindlaks tehtud ka, et suurema veesisaldusega teraviljavõrsed omastavad lehevätiste toitaineid oluliselt rohkem kui madala veesisaldusega võrsed (Krähmer, Ruppe, 2004). Selle põhjal võib järeldada, et põua ajal ja kõrgete õhutemperatuuride tingimustes, mil taimed on stressiseisundis, võib ka parimate lehevätiste kasutamine jääda väheefektiivseks.

Vaske sisaldavate lehevätiste kasutamist talinisel, mis on vasepuuduse suhtes eriti tundlik, on uurinud mitmed teadlased ning saanud seejuures nii positiivseid kui ka negatiivseid tulemusi. Üldreeglina on kelaatses vormis antud vask osutunud efektiivsemaks kui soolade, näiteks vasksulfaadi, kujul antuna. Kui lehevätisi kasutati jaotatult kahe pritsimiskorra vahel, siis olid tulemused paremad kui ühekordsel pritsimisel (Krähmer, Ruppe, 2004).

Mõneti vasturääkivad on kirjanduse andmed ka lehevätiste mõju kohta talinisu saagi kvaliteedile. Nii näiteks Karamanos et al. (2004) ja Malhi et al. (2005) märgivad, et vaske sisaldavate lehevätiste kasutamine ei parandanud nisusaagi kvaliteeti: mahukaal, proteiini ja kleepvalgu sisaldused ei suurenenud. Samas aga teatud juhtudel on vasepreparaatidega pritsimine suurendanud nisu proteiini, kleepvalgu ja mõnede aminohapete sisaldust (Gorodniy, 1997).

Meie uurimistöö eesmärgiks oli selgitada mõnede käesoleval ajal tootjatele tarnitavate lehevätiste efektiivsust talinisu suhtes. Katsetamiseks valiti eelkõige sellised väetised, mis sisaldasid neid toiteelemente, mille poolest katsemullad oli vaesed.



## Materjal ja meetodika

Põldkatsed viidi läbi 2007. ja 2008 aastal Sakus Üksnurme katsealal ja 2009. aastal Viljandimaal Auksis. Sakus oli tegemist rähkmullaga, mille agrookeemilised näitajad katsete rajamise eel olid järgmised:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,3–6,4, huumus 2,7–2,8%, P 118–145 (sisaldus kõrge), K 150–180 (keskmine), Mg 53–59 (väga madal), Mn 128–144 (keskmine), Cu 1,1 (madal) ja B 1,01–1,32 (väga madal)  $\text{mg kg}^{-1}$ . Auksi katse paiknes kahkjäl mullal, mille agrookeemilised omadused olid järgmised:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,5,  $\text{C}_{\text{org}}$  2,2, P 101 (kõrge), K 126 (keskmine), Mg 130 (keskmine), Mn 112 (keskmine), Cu 2,0 (keskmine), B 1,14 (väga madal)  $\text{mg kg}^{-1}$ .

Talinisu eelviljaks oli Sakus ristik, mis künti mulda juulikuus. Auksis oli eelviljaks suviraps, talinisu külvati pärast minimeeritud mullaharimist. Sakus kasvatati talinisu sorti 'Lars' ja Auksis sorti 'Ada'. Katselappide mõõtmed olid Sakus 2,5 x 10 m ja Auksis 2,2 x 10 m. Katsed olid neljas korduses. Kuna katsevariante lehevätiste mõju uurimiseks oli suhteliselt palju (12 varianti), siis Sakus rajati mõlemal aastal kaks eraldi katset, ä 6 varianti. 2007. aastal sai I katse fooniks talinisu võrsumise alfaasis Axan Superit (N50 S 6,8) ja võrsumise lõppfaasis ammooniumsalpeetrit (N50). II katses väetati mõlemal korral Axaniga, kogusummas N100 S13,6  $\text{kg ha}^{-1}$ . 2008. aastal oli I ja II katse foon ühesugune – N100 S13,6  $\text{kg ha}^{-1}$ . 2009. aastal Auksis sai lehevätiste katse fooniks esimesel väetamiskorral ammooniumsalpeetrina N50 ja teisel korral Axanina N54 S7,4  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Kuna Saku rähkmuld oli väga madala magneesiumi- ja väevli- ning madala vasesisaldusega, talinisu on aga esmajoones tundlik just nende elementide puuduse suhtes (Karamanos et al., 2004; Malhi et al., 2005; Järvan et al., 2008; Brockerhoff, 2010), siis kasutati katsete läbiviimisel just neid elemente sisaldavaid lehevätisi. Lehevätamise variandid olid 2007. ja 2008. aastal ühesugused. Lehevätiste tarnijateks olid, tookordsete nimetustega, AS Kemira GrowHow ja Farm Plant Eesti AS. Katsetati järgmisi lehevätisi: Sulfur F3000 (sisaldab S 340  $\text{g l}^{-1}$  ja N 148  $\text{g l}^{-1}$ ); Hydromag 300 (sisaldab Mg 300  $\text{g l}^{-1}$ ); Mikro Cu (Cu 500  $\text{g l}^{-1}$ ); Mikro Cereale (Cu 50, MgO 300, Mn 130, N 66, Zn 25  $\text{g l}^{-1}$ ). Kahe viimatimainitud väetise tootenimetust on praeguseks muudetud, kasutusel on YaraVita tooted (Tarang, 2008). Katsetes olid ka kelaatsed lehevätised: magneesiumkelaat KelCare Mg 6 P (sisaldab Mg 5,5 massiprotsenti) ja vaskkelaat KelCare Cu 14 P (sisaldab Cu 14 kaaluprotsenti). Katsetes kasutati ka mitme lehevätise segusid mille variandid ja kasutatud kogused on esitatud tabelites 1–3. Lehevätiste lahustega pritsiti talinisu võrsumise lõppfaasis, kasutades jalgratta ratta abil käsitsi edasilükatavat poomiga taimekaitsepritsi. Veekulu pritsimislahuste valmistamisel oli 200 l  $\text{ha}^{-1}$ .

Valminud talinisu kõikidelt katselappidelt võeti enne koristamist proovivihud, millest tehti saagistruktuuri analüüsid. 2007. ja 2009. aastal koristati talinisu katsekombainiga, arvestuslapi suuruseks oli 15  $\text{m}^2$ . 2008. aastal oli koristusperiood ülimalt vihmane ja valitses oht, et kombainiga koristamine ei ole niipea võimalik. Seepärast koristati saak käsitsi iga katselapi 1  $\text{m}^2$  suuruselt pinnalt. Saagid kuivatati, puhastati ja arvestati 14% niiskusele. Võeti teraproovid kõikidelt katselappidelt ja neist tehti Põllumajandusuuringute Keskuses kvaliteedianalüüsid. Katseandmed töödeldi dispersioonanalüüsi meetodil.

## Tulemused ja arutelu

2007. aastal Sakus oli varakevad talinisu arenguks soodne, talvist niiskust jätkus ja ilmad olid mõõdukalt soojad. Kevadisi öökülmi esines harva ja need ei olnud tugevad. Talinisu oli hästi talvitunud ning arenes jõudsalt. Võrsumise lõppfaasis olevat taimikut pritsiti lehevätiste lahustega 10. mail. Vahetult pärast seda algas ilmade soojenemine, eriti soe oli mai III dekaad, mil maksimumtemperatuurid ulatusid 30 kraadini. Juunis ja juulis oli õhutemperatuur üsna normi lähedane, kuid augustis oli soojust rohkesti. Seega, õhutemperatuurid olid vegetatsiooniperioodi lõikes talinisu arenguks väga soodsad. Teistsugune lugu oli sademete hulga ja jaotumisega. Aprillist kuni juuli lõpuni tuli Sakus sademeid 99 mm ehk vaid 42% normist ja sellestki sademetehulgast langes 32 mm juuli viimasel viispäevakul. Sel ajal oli talinisu juba vahaküpsuse lõppfaasis ning seega ei suutnud need sademed saagi suurust enam oluliselt mõjutada.

2007. aasta katsetingimustes lehevätiste kasutamine praktiliselt ei avaldanud mõju. Talinisu saagikus jäi piiridesse 5,78–6,38 t ha<sup>-1</sup> (tabel 1). Saagi väike juurdekasv ilmnes II katse variantides, kus nisutaimi pritsiti Mikro Cu või Mikro Cu + Hygromag lahustega. Lehevätised ei mõjutanud ka talinisu esmaseid kvaliteedinäitajaid. Langemisarv oli piirides 333–349, proteiinisaldus 9,8–10,2%, kleepvalgu sisaldus 20,0–21,5 ja gluteenindeks 76–92. Edaspidiselt tehtud talinisu bioloogilise kvaliteedi ja jahude küpsetusomaduste uuringud siiski näitasid, et teatud lehevätised suurendasid aminohapete (tsüsteiini, metioniini ja lüsiini) sisaldust ning parandasid jahude mõningaid küpsetusomadusi.

**Tabel 1.** Lehevätiste mõju talinisu 'Lars' Sakus 2007. aastal

**Table 1.** The effect of leaf fertilizers on winter wheat (variety 'Lars') in Saku in 2007

Katsevariant <i>Treatment</i>	Saak <i>Yield</i> t ha <sup>-1</sup>	Proteiin <i>Protein</i> %	Kleepvalk <i>Wet gluten</i> %
<b>I katse / Trial I</b>			
Foon (N100 S6,8) – kontroll / <i>control</i>	6,17	10,0	20,7
+ Sulfur 10 l ha <sup>-1</sup>	6,38	9,9	20,0
+ Hydromag 3 l ha <sup>-1</sup> + + Mikro Cu 0,4 l ha <sup>-1</sup> + Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	6,04	9,8	20,0
+ Mikro Cereale 3 l ha <sup>-1</sup>	6,20	9,8	20,5
+ Mikro Cereale 2,5 + Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	6,11	10,0	20,2
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,43	0,3	0,6
<b>II katse / Trial II</b>			
Foon (N100 S13,6) – kontroll / <i>control</i>	5,78	10,1	21,2
+Kelcare Mg 2 kg ha <sup>-1</sup>	5,89	10,1	21,4
+Kelcare Cu 0,5 kg ha <sup>-1</sup>	5,92	10,2	21,5
+ Kelcare Mg 2 + Kelcare Cu 0,5 l ha <sup>-1</sup>	5,86	9,9	21,0
+Hydromag 4 l ha <sup>-1</sup>	5,99	10,0	21,5
+ Mikro Cu 0,5 l ha <sup>-1</sup>	6,06	10,0	21,4
+ Hydromag 4 + Mikro Cu 0,5 l ha <sup>-1</sup>	6,21	9,9	21,2
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,27	0,3	0,5

2008. aasta kevad oli samuti soodne taliviljade arenguks. Kimbutasid vaid sagedased öökülmad. Leheväetistega pritsiti talinisu võrsumise lõppfaasis, 9. mail. Aasta eripäraks oli ka see, et vegetatsioon algusest kuni juuni esimese kümpäevakuni ei olnud Sakus sademeid. Seejärel läks väga vihmaseks: juuni II dekaadil tuli sademeid 123% ja III dekaadil 297% normist. Juuni ja juuli olid normist ka jahedamad. August oli erakordselt saduserohke, ajavahemikus 3.–30. augustini oli Sakus vaid kuus vihmavaba päeva. Ja needki ühekaupa vihmaste päevade vahel, mistõttu vili ei jõudnud kombainiga koristamiseks vajalikul määral taheneda. Katselappidelt võeti proovivihud, millest tehti saagistruktuuri analüüs. 15. augustil lõigati kõikidelt katselappidelt 1 m<sup>2</sup> suuruselt pinnalt saak käsitsi, kuivatati, terad hõõruti viljapeadest välja, puhastati ja sõeluti 2,5 mm avadega sõelal. Saagid arvestati 14% niiskusele. Selle aasta katsete tulemused on toodud tabelis 2.

**Tabel 2.** Leheväetiste mõju talinisu 'Lars' Sakus 2008. aastal

**Table 2.** The effect of leaf fertilizers on winter wheat (variety 'Lars') in Saku in 2008

Katsevariant <i>Treatment</i>	Saak / Yield g m <sup>-2</sup>	Proteiin <i>Protein</i> %	Kleepvalk <i>Wet gluten</i> %
<b>I katse / Trial I</b>			
Foon (N100 S6,8) – kontroll / <i>control</i>	728	10,1	18,3
+ Sulfur 10 l ha <sup>-1</sup>	785	9,9	18,3
+ Hydromag 3 l ha <sup>-1</sup> +			
+ Mikro Cu 0,4 l ha <sup>-1</sup> + Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	769	9,7	17,4
+ Mikro Cereale 3 l ha <sup>-1</sup>	817	10,3	19,6
+ Mikro Cereale 2,5 + Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	832	10,0	18,6
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	61	0,4	1,9
<b>II katse / Trial II</b>			
Foon (N100 S 6,8) – kontroll / <i>control</i>	743	10,4	19,1
+Kelcare Mg 2 kg ha <sup>-1</sup>	812	9,2	17,4
+Kelcare Cu 0,5 kg ha <sup>-1</sup>	879	9,7	19,4
+ Kelcare Mg 2 + Kelcare Cu 0,5 l ha <sup>-1</sup>	877	9,2	16,6
+Hydromag 4 l ha <sup>-1</sup>	832	9,4	16,8
+ Mikro Cu 0,5 l ha <sup>-1</sup>	816	9,2	16,6
+ Hydromag 4 + Mikro Cu 0,5 l ha <sup>-1</sup>	863	9,3	16,8
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	70	0,6	2,1

2008. aasta I leheväetamise katses, kus talinisu oli külvatud külvisenormiga 550 idanevat seemet m<sup>2</sup> kohta, oli kontrollvariandis (foon) ruutmeetri kohta keskmiselt 513 produktiivvõrset. Leheväetiste mõjul suurenes produktiivvõrsete arv 6,0–10,9%. Bioloogiline saak oli kontrollvariandis 7,28 t ha<sup>-1</sup>, leheväetiste variantides 7,85–8,32 t ha<sup>-1</sup> ehk suurenes 7,8–14,3%. Parimateks osutusid katsevariandid, kus talinisu pritsiti võrsumise lõppfaasis Mikro Cereale või Mikro Cereale + Sulfur lahustega. Tendents saagikuse suurenemisele ilmnis ka Sulfuriga pritsimisel. Meie varasemates katsetes (Järvan, Kuuskla, 2005) on Sulfuriga lehekaudne väetamine osutunud vägagi efektiivseks nendel juhtudel, kui talinisu külvi alla ei ole antud väävlit sisaldavat põhiväetist ja/või pealtväetamisel ei ole kasutatud NS-väetisi. 2008. aasta I katse

kontrollvariandis oli talinisu langemisarv 252, lehevätised suurendasid seda veidi, kuid erinevused ei olnud statistiliselt usutavad. Usutavaid erinevusi ei leitud ka proteiini ja kleepvalgu sisalduste osas.

Talinisu lehevätamise II katses, mis viidi läbi külvisenormiga 400 idanevat seemet m<sup>2</sup>-le külvatud põlluosal, oli kontrollvariandi katselappidel ruutmeetri kohta keskmiselt 485 produktiivvõrset, lehevätiste variantides aga 506–566 võrset ehk suurenemine 4,3–16,7%. Talinisu bioloogiline saak oli kontrollvariandis 7,43 t ha<sup>-1</sup>, lehevätiste puhul aga 8,12–8,77 t ha<sup>-1</sup> ehk suurenemine 9,3–18,3%. Saagikamateks osutusid variandid, kus taimikut pritsiti Kelcare Cu või Kelcare Cu + Kelcare Mg või Mikro Cu + Hydromag lahustega. Selles katses nisu langemisarvud praktiliselt ei erinenud, jäädes vahemikku 280–300. Üllatav oli aga see, et lehevätistega pritsimisel kaasnes nende saakitõstvale mõjule terade proteiini ja kleepvalgu sisalduste vähenemine. Kleepvalgu sisaldus ei vähenenud vaid Kelcare Cu variandis.

2009. aastal Auksis oli talinisu samuti väga hästi talvitunud. Lume sulamisele järgnes suhteliselt jahe periood. Nisutaimik arenes aeglaselt, võrsumine oli tavapärasest tagasihoidlikum. Sademete puudumise tõttu ei pääsenud ka pealtväetamine normaalselt mõjule. Lehevätistega pritsimine tehti 18. mail, nisu võrsumise lõppfaasis. Tugevamad sajud algasid juunis, kuu jooksul tuli katsepõllul sademeid kokku 133 mm. Õhutemperatuur oli normist madalam, päikest oli vähevõitu. Talinisu arenguks oli juunikuu ilmastik siiski soodne. Eripärana võiks nimetada, et kui tavaliselt osa talinisuaimel moodustunud võrsetest ei arene produktiivseteks, siis tänava moodustus pea valdaval osal võrsetest. Meie põldkatsel kujunes produktiivvõrsete arvuks 700–800 tk ruutmeetri kohta. Juuli oli samuti jahedavõitu ja sajune, sademeid tuli kuu jooksul 186 mm. Jahedus ja sademerohkus pidurdasid talinisu küpsemist ja nihutasid edasi koristusaega. Ajavahemikus 12.–19. augustini sadas peaaegu igal päeval, sel perioodil tuli katsepõllul vihma kokku 122 mm. Katse koristati katsekombainiga 20. augustil. Terad olid jõudnud täisküpsuseni, niiskusesisaldus oli aga kõrge (23%). Katse tulemused on toodud tabelis 3.

2009. aastal oli talinisu saagikus väga kõrge ning ületas 8 t ha<sup>-1</sup> piiri kõikide katsevariantide puhul. Variantide vahelised erinevused olid aga väikesed ega olnud statistiliselt usutavad. Järelikult, selle katse tingimustes suutsid talinisu taimed saagi moodustamiseks vajalikud toiteelemendid mullast kätte saada ega vajanud enam juurevälist väetamist. Langemisarv oli piirides 293–311 sek ja gluteenindeks 67–77%. Lehekaudne väetamine mõjutas siiski mõningaid nisusaagi kvaliteedinäitajaid: vase (Cu) mõjul suurenes terades proteiini sisaldus 0,4 ja kleepvalgu sisaldus 1,6 sisaldus% võrra. Proteiini ja kleepvalgu sisaldus suurenes ka magneesiumi ja väävlü (Hydromag + Sulfur) koosmõjul. Seda, et vase toimel paraneb talinisu saagi kvaliteet, on täheldanud ka teised teadlased (Gorodniy et al., 1997). Nimelt, lehekaudsel väetamisel karbamiidilahusesse mitmesuguste ühenditena lisatud vask suurendas talinisu terades proteiini, kleepvalgu ja mitmete aminohapete sisaldust. Saagi kvaliteedinäitajate väike paranemine eelnimetatud väetistega lehekaudse väetamise toimel majanduslikult efektiivne siiski ei ole, pigem põhjustas lisakulutusi. Kogu katsepõllu saak vastas niigi toidunisu kvaliteedile ja realiseeriti ühesuguse kokkuostuhinnaga.

**Tabel 3.** Lehevätiste mõju talinisule 'Ada' Auksis 2009. aastal**Table 3.** The effect of leaf fertilizers on winter wheat (variety 'Ada') in Auksi in 2009

Katsevariant <i>Treatment</i>	Saak <i>Yield</i> t ha <sup>-1</sup>	Proteiin <i>Protein</i> %	Kleepvalk <i>Wet gluten</i> %
Foon (N104 S7,4) – kontroll / <i>control</i>	8,22	12,6	26,8
+ Sulfur 10 l ha <sup>-1</sup>	8,30	12,6	26,3
+ Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	8,14	12,8	26,5
+ Hydromag 4 l ha <sup>-1</sup>	8,22	12,9	27,2
+ Mikro Cu 0,5 l ha <sup>-1</sup>	8,35	13,0	28,4
+ Mikro Cereale 3 l ha <sup>-1</sup>	8,23	12,8	27,4
+ Hydromag 2 l ha <sup>-1</sup> + Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	8,23	13,1	28,2
+ Mikro Cu 0,25 l ha <sup>-1</sup> + Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	8,65	13,0	27,3
+ Mikro Cereale 2 l ha <sup>-1</sup> + Sulfur 5 l ha <sup>-1</sup>	8,69	12,7	26,9
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,64	0,4	1,3

### Järeldused

Lehevätiste mõju talinisule oli aastate lõikes erinev ja jäi üldiselt tagasihoidlikuks. Teatud mõju võisid avaldada ka katseastate ekstreemsed ilmastikutingimused, kord pikaajaline põud ja kõrged õhutemperatuurid, kord liigne sademeterohkus. 2007. ja 2009. aasta tingimustes lehevätiste kasutamine ei mõjutanud talinisu saagikust, kuid mõnel juhul suurenes veidi proteiini ja kleepvalgu sisaldus. 2008. aasta tingimustes suurendasid mõned lehevätised talinisu saagikust 7,8–18,3%, kuid ei avaldanud mõju terade kvaliteedile. Kokkuvõtteks, lehevätiste kasutamine ei õigustanud nende ostmiseks tehtud kulutusi.

### Tänuavaldused

Uurimistöö toimus Eesti Vabariigi Põllumajandusministeeriumi poolt tellitud rakendusuuringu projekti raames.

### Kasutatud kirjandus

- Brockerhoff, H. 2010. Salz in die Suppe – Spurenelemente. – *DLZ Agrarmagazin*, 4, 66–70.
- Buchholz, R., Meier, C.P. 2005. Ohne Mikronährstoffe geht gar nichts. – *GetreideMagazin*, 10. Jg., 174–176.
- Elfrich, R. 2007. Spurennährstoffe im Getreidebau. – *GetreideMagazin*, 12. Jg., 2, 124–127.
- Gorodniy, M.M., Serdyuk, A.G., Kalenskiy, V.P., Kokhan, S.S., Voitenko, L.V. 1997. The influence of long-term fertilization in crop rotation and foliar copper application to quality of winter wheat. – *Fertilization for Sustainable Plant Production and Soil Fertility, 11 th World Fertilizer Congress, Gent/Belgium. Proceedings Vol. II*, 96–104.
- Graham, R.D. 1976. Physiological aspects of time of application of copper to wheat plants. – *Journal of Experimental Botanic* **27**, 717–724.
- Järvan, M. 2007. Põllukultuuride lehekaudsest väetamisest. – *Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele*. Saku, lk. 14–17.
- Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A., Lukme, L., Akk, A. 2008. The effect of sulphur fertilization on yield, quality of protein and baking properties of winter wheat. – *Agronomy Research* **6**, 2, 459–469.

- Järvan, M., Kuuskla, M. 2005. Lehekaudselt manustatud väevli mõju talinisu saagistruktuuri elementidele ja saagikusele. – *Agronoomia 2005*, Tartu, 63–65.
- Karamanos, R.E., Pomarenski, Q., Goh, T.B., Flore, N.A. 2004. The effect of foliar copper application on grain yield and quality of wheat. – *Canadian Journal of Plant Science* **84**, 47–56.
- Krähmer, R., Ruppe, J. 2004. Möglichkeiten der Erhöhung der Ertragswirksamkeit der Kupfer- und Mangan-Blattdüngung. – *Grundlagen, Beratung und Praxis, Arbeitskreis Blattdüngung, 12. Tagung, Kurzfassungen der Vorträge*. Göttingen, 14. Oktober 2004.
- Malhi, S.S., Cowell, L., Kutcher, H.R. 2005. Relative effectiveness of various sources, methods, times and rates of copper fertilizers in improving grain yield of wheat on a Cu deficient soil. – *Canadian Journal of Plant Science* **85**, 59–65.
- Tarang, T. 2008. Miks kasutada YaraVita mikroväetisi? – *Maamajandus*, nr. 4, 32–33.
- Toselli, D. 2003. The Role of Foliar Nutrition in Plant Nutrition Management. – *New AG International*, June, 62–63.

## ILMASTIKURESSURSID KARTULI KASVATUSEKS KLIIMAMUUTUSTE TINGIMUSTES

**Jüri Kadaja, Triin Saue**  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Abstract.** Kadaja, J., Saue T. 2011. *Weather resources for potato production in climate change conditions.* – *Agronomy 2010/2011*, 87–94.

*The main objective of this research is to generate and analyse values of meteorologically possible yields (MPY, maximum yield achievable under given meteorological conditions) of potato for the middle and end of the current century. An early and late potato variety are analysed as examples in three Estonian locations. Climate change is evaluated under four emission scenarios: A1B, A2, B1 and B2 by 18 different GCMs. Resultant changes are introduced into a potato crop model POMOD. The negative impact of climate warming on early potato growth in Estonia is confirmed. Moderate climate change scenarios will have a positive influence on the yield of the late potato variety, whereas stronger changes will cause the decline of agrometeorological resources. A more positive or less negative effect of climate change is detected for Northern Estonia.*

**Keywords:** *climate change, meteorologically possible yield, potato, precipitation, temperature*

**Jüri Kadaja, Triin Saue**, Department of Agricultural Engineering and Technology, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia

### Sissejuhatus

Me elame muutavas maailmas. Üheks väliseks muutuvaks teguriks, mis meie tegevust mõjutab, on ilm – päevast-päeva muutuvad meteoroloogilised tingimused. Samuti kogeme, et aastad pole vennad – igaüks neist rõõmustab või vihastab meid oma ainulaadse ilmastikuga. Märgatavalt raskem on tajuda muutusi pikaajalisel keskmisel, s.o kliima tasemel ja nende muutuste mõju meie igapäevaelule. Tegelikult avaldub see mõju ju ilmastiku kaudu, kliima varieeruvusena, mis vastavates näitajates (temperatuur, tuule kiirus jne) ületab kliima tasandil toimuvaid muutusi sadu kordi. Aga paraku muutub ka kliima, on seda kogu ajaloo vältel teinud, ning nagu kokkuvõtvalt toob välja Valitsustevaheline Kliimapaneeel oma 2007 a aruandes (IPCC, 2007a), oleme viimastel kümnenditel sattunud küllaltki intensiivsesse muutumise perioodi, planeet Maa kliima soojenemisse, mis kõigi eelduste kohaselt jätkub.

Üheks oluliseks majandusvaldkonnaks, mida kliimamuutused mõjutavad, on põllumajandus. Kliimamuutuse mõjude kokkuvõtte (IPCC, 2007b) toob välja põuasuse suurenemise ja kõrbealade laienemise lõunapoolsetes piirkondades. Euroopa ja Põhja-Ameerika parasöötme piirkondades täheldatakse aga öökülmade ohu vähenemist, kasvuperioodi pikenemist, taimkatte biomassi suurenemist, putukate ja taimehaiguste leviala nihkumist põhja poole ja metsatulekahjude arvukuse suurenemist. Üldise soojenemise kohapealsed mõjud võivad olla aga küllaltki erinevad.

Selleks, et hinnata tulevaste võimalike kliimamuutuste mõju põllukultuuride kasvatamisele, on esiteks vaja ennustada, millised saavad need muutused olema ja teiseks hinnata, kuidas need muutused mõjutavad kultuuride arengut, kasvu ja saagikust. Siin tulevad appi matemaatilised mudelid. Kliima muutusi prognoositakse



kliimamudelite (pikaajalisteks prognoosideks loodud üldtsirkulatsiooni mudelid) abil. Need on kogu Maa atmosfääri ja hüdrofaari liikumist ja energiavahetust kirjeldavad mudelid. Muutuvate väliskeskkonna tingimuste mõju taimedele ja nende kooslustele võimaldavad kirjeldada taimede produktiooniprotsessi mudelid.

Selles artiklis kirjeldatava töö eesmärgiks oli hinnata võimalike kliimamuutuste mõju agrokliimaatilistele ressurssidele kartuli kasvatuses Eestis. Agrokliimaatiliste ressursside sobivaks kompleksseks ja saagi ühikutes avalduvaks iseloomustajaks on meteoroloogiliselt võimalik saak (MVS), üks etalonsaakide meetodi saagikategooriatest (Tooming, 1984; Žukovskij jt, 1989). Definiitsiooni järgi on MVS suurim saak, mida on võimalik vaadeldavalt kultuurilt või sordilt saada olemasoleva päikesekiirguse ja meteoroloogiliste tingimuste korral, kusjuures toitainete kättesaadavus mullast ja agrotehnika on optimaalsed, taimekahjurite, -haiguste ja umbrohtude mõju puudub. Kartuli MVS arvutamiseks kasutasime selle kultuuri jaoks välja töötatud produktiooniprotsessi mudelit POMOD (Sepp, Tooming, 1991; Kadaja, 2004; Kadaja, Tooming, 2004), mida eelnevalt oleme rakendanud ka möödunud sajandi MVS varieeruvuse hindamiseks (Saue, Kadaja, 2009).

### **Metoodika ja andmed**

Mudeli POMOD näol on tegemist dünaamilise mudeliga, mis arvutab fotosünteesi, hingamist ja taimeorganite kasvu arvesse võttes organite massi ja saagi kujunemise dünaamika välja päevase sammuga, fotosünteesi arvutus toimub tunnise sammuga. Mudel kasutab igapäevast, igaaastast, koha- ja sordiomast informatsiooni. Vajalikud igapäevased andmed on keskmised ööpäevased temperatuurid ning sademete ja summaarse kiirguse päevasummad. Iga-aastased lähteandmed on ööpäeva keskmise temperatuuri püsivad ülemineku kuupäevad, kevadel tõus üle 8 °C ja sügisel langus alla 7 °C, viimase kevadise ja esimese sügisese öökülma  $\leq -2$  °C esinemise aeg ja kevadine mullaveevaru koos selle esinemise kuupäevaga või väliveemahutatavuse (mulla tahenemise) saabumise aeg. Need näitajad määravad võimaliku kasvuperioodi pikkuse ja annavad aluse mulla veebilansi arvutuseks. Kohta iseloomustavad geograafiline laius ja mulla agrohüdrooloogilised näitajad: närbumisniiskus, väliveemahutatavus ja täielik veemahutatavus. Sorti iseloomustavad tema fotosünteesi võime ja hingamisega seotud parameetrid ning üldise juurdekasvu taimeorganitesse jaotumist määravad kasvufunktsioonid. Antud töös kasutasime varase sordi 'Maret' ja hilise sordi 'Anti' parameetreid.

Mudeli POMOD jaoks vajalike meteoroloogiliste näitajate, temperatuuri ja sademete muutuste arvutamiseks kasutasime tarkvara MAGICC/SCENGEN (*Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change / SCENario GENerator*) (Wigley et al., 1992; Hulme et al., 2000; <http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc>, 23.12.2010). See pakett võimaldab arvutada temperatuuri, sademete ja õhurõhu muutused geograafilise võrgustiku ruutudes 2,5°×2,5° erinevate kasvuhoonegaaside jt atmosfääri seisundit mõjutavate gaaside emissiooni stsenaariumite korral. Arvutustes kasutab see pakett eelnevalt arhiveeritud üldtsirkulatsiooni mudelite arvutuste tulemusi (CMIP3/AR4 arhiiv) ning perioodi 1980–1999 globaalseid ja lokaalseid kliimatrende. Pakett võimaldab rakendada 40 erinevat emissioonistsenaariumit ja arhiiv sisaldab 24 mudeli tulemusi. Antud töös on kliimanäitajate muutused arvutatud nelja stsenaariumi kohta 18 kliimamudeli baasil (osa mudelite andmetest ei olnud rakendatavad). Stsenaariumitest kasutasime A1B (rõhk kiirel majanduskasvul, globaalsed lahendused,

elanikkonna kasv pidurdub sajandi keskel, kiire tehnoloogiline areng ja balanseeritud energiaallikate kasutamine), A2 (rõhk regionaalsel majandusel, mõõdukas tehnoloogiline areng, elanikkond kasvab piiramatult), B1 (kiire majanduskasv, orienteeritus globaalsetele keskkonna- ja ressursisäästlikele tehnoloogiatele, elanikkonna kasv pidurdub) ja B2 (mõõdukas majanduskasv, orienteeritus regionaalsetele keskkonnasäästlikele lahendustele, elanikkonna pidev kasv, kuid aeglasem kui A2 korral). Eesti jaoks on võimalik kasutada andmeid kolmest võrguruudust keskpunktidega 58.8°N/21.3°E, 58.8°N/23.8°E ja 58.8°N/26.3°E. Temperatuuri ja sademete muutused arvutatakse käesoleva sajandi keskpaigaks (vastavana perioodile 2035–2065) ja lõpuks (2085–2115), mida edaspidi tinglikult tähistame aastatega 2050 ja 2100.

MAGICC/SCENGEN annab meile kliimaparameetrite keskmised muutused kuu kohta, kuu keskmise temperatuuri (°C) ja sademete summa (%) muutustena. POMOD vajab arvutuseks aga igapäevaseid temperatuuri ja sademete andmeid. Nende saamiseks oleme aluseks võtnud 1965–2009 tegeliku andmestiku ja lisanud igapäevastele temperatuuridele ja sademetele vastava kuu keskmise muutuse (summaarse kiirguse andmeid kasutasime muutmata kujul). Nii saime iga stsenaariumi, tähtaja ja kliimamudeli tulemuse kohta 45 meteoroloogilist andmestikku – võimalikku tuleviku ilmastiku aastast käiku – mille põhjal arvutatakse 45 MVS väärtust iseloomustamiseks selle varieeruvust. Saadud andmestike alusel määrati ka iga-aastased lähteandmed. Öökülmade esinemise ja mulla taugenemise (väliveemahutavuse saabumine) kuupäevade määramiseks, milleks möödani korral saab kasutada tegelikke vaatlusandmeid, koostati eraldi arvutusskeemid.

Kartuli mahapaneku ajaks valisime antud töös MVS jaoks optimaalse mahapaneku aja, mille korral MVS saadakse maksimaalne. See tähtsust leiti korduvate arvutustega alustades esimesest võimalikust mahapaneku kuupäevast (hilisem kahest daatumist, temperatuuri püsivast üleminekust üle 8 °C või mulla taugenemisest) ja jätkates mahapaneku nihutamise päev-päevalt hilisemaks. Vältimaks MVS juhuslikku lokaalset maksimumväärtust, jätkati seda arvutuste seeriat kuni MVS langes 70 protsendini maksimaalsest väärtusest või kuni suvise pööripäevani.

Iga vaatlusaluse võrguruudu kohta kasutasime ühe meteoroloogiajaama andmeid, milleks olid Kuressaare, Tallinn ja Tartu. Lisaks erinevatele tsirkulatsioonimudelite poolt arvutatud kliimamuutustes kirjeldab neist igaks ka erinevat kliimaraiooni või allraiooni. Kuressaares on tegemist tüüpilise merelise kliimaga, Tartu ja Tallinna kliima on mandriline, kuid nad kuuluvad erinevatesse allraioonidesse – Tartu kontinentaalsesse ja Tallinn poolmerelisse allraiooni (Jaagus, Truu, 2004).

MVS muutuste statistilist olulisust hindasime Tukey HSD testi põhjal ( $p < 0,05$ ) ning nende seost temperatuuri ja sademete muutustega korrelatsioonanalüüsi baasil. Erinevatest kliimamudelitest tingitud MVS võimaliku hajuvuse ulatust ja erinevate ilmastiku käikude poolt põhjustatud varieeruvust iseloomustasime tagatuskõveratega.

## Tulemused

MVS keskmised väärtused taustperioodil 1965–2009, arvutatuna tegelike temperatuuri ja sademete baasil, olid madalaimad Kuressaares (tabel 1). Saaki limiteerivad seal sageli esinevad põuased tingimused. Tallinna ja Tartu vahel oli vahet erinev varase ja hilise sordi korral. Hilisele sordile osutusid kasvutingimused soodsamaks Tartus, kus kasvuperiood on mõnevõrra pikem, varase sordi jaoks olid

ilmastikuressursid aga paremad Tallinnas. Olulist trendi MVS väärtustes perioodil 1965–2009 ei esinenud. Kuigi sellel perioodil on juba täheldatud kliima soojenemist, on see Eesti alal toimunud peamiselt talvekuude arvel (Jaagus, 2006).

**Tabel 1.** MVS väärtused taustperioodil 1965–2009 ja muutused selle suhtes sajandi keskpaigaks (2050) ja lõpuks (2100) erinevate kliimamuutuse stsenaariumite alusel  
**Table 1.** *MPY values during reference period 1965–2009 (indicator: MVS) and changes in per cent (indicator: MVS muut) for the centre (2050) and end (2100) of the century by different climate change scenarios*

Sort <i>Variety</i>	Stsenaarium <i>Scenario</i>	Aastad <i>Years</i>	Näitaja <i>Indicator</i>	Meteoroloogiajaam / <i>Meteostation</i>		
				Kuressaare	Tallinn	Tartu
'Maret'	Taust <i>Reference</i>	1965–2009	MVS, t ha <sup>-1</sup>	39,6	47,2	44,4
'Maret'	A1B	2050	MVS muut, %	<b>-15,6</b>	<b>-13,0</b>	<b>-16,4</b>
	A2	2050	MVS muut, %	<b>-16,8</b>	<b>-14,4</b>	<b>-18,1</b>
	B1	2050	MVS muut, %	<b>-11,1</b>	<b>-8,5</b>	<b>-11,3</b>
	B2	2050	MVS muut, %	<b>-14,0</b>	<b>-11,9</b>	<b>-15,4</b>
'Maret'	A1B	2100	MVS muut, %	<b>-27,2</b>	<b>-27,7</b>	<b>-32,3</b>
	A2	2100	MVS muut, %	<b>-33,9</b>	<b>-34,4</b>	<b>-38,8</b>
	B1	2100	MVS muut, %	<b>-19,0</b>	<b>-17,9</b>	<b>-22,0</b>
	B2	2100	MVS muut, %	<b>-24,9</b>	<b>-24,3</b>	<b>-28,7</b>
'Anti'	Taust <i>Reference</i>	1965–2009	MVS, t ha <sup>-1</sup>	57,9	51,4	60,4
'Anti'	A1B	2050	MVS muut, %	-1,3	9,1	0,1
	A2	2050	MVS muut, %	-2,0	8,5	-0,5
	B1	2050	MVS muut, %	1,8	<b>10,9</b>	2,5
	B2	2050	MVS muut, %	0,6	<b>10,5</b>	1,0
'Anti'	A1B	2100	MVS muut, %	-13,0	-3,3	<b>-13,9</b>
	A2	2100	MVS muut, %	<b>-22,1</b>	<b>-13,0</b>	<b>-23,4</b>
	B1	2100	MVS muut, %	-3,5	7,0	-3,4
	B2	2100	MVS muut, %	-10,4	-0,2	<b>-10,0</b>

Paksenatud kiri näitab MVS muutuste statistilist olulist Tukey HSD testi põhjal ( $p < 0,05$ ).

*Bold indicates statistically significant changes by Tukey HSD test ( $p < 0,05$ ).*

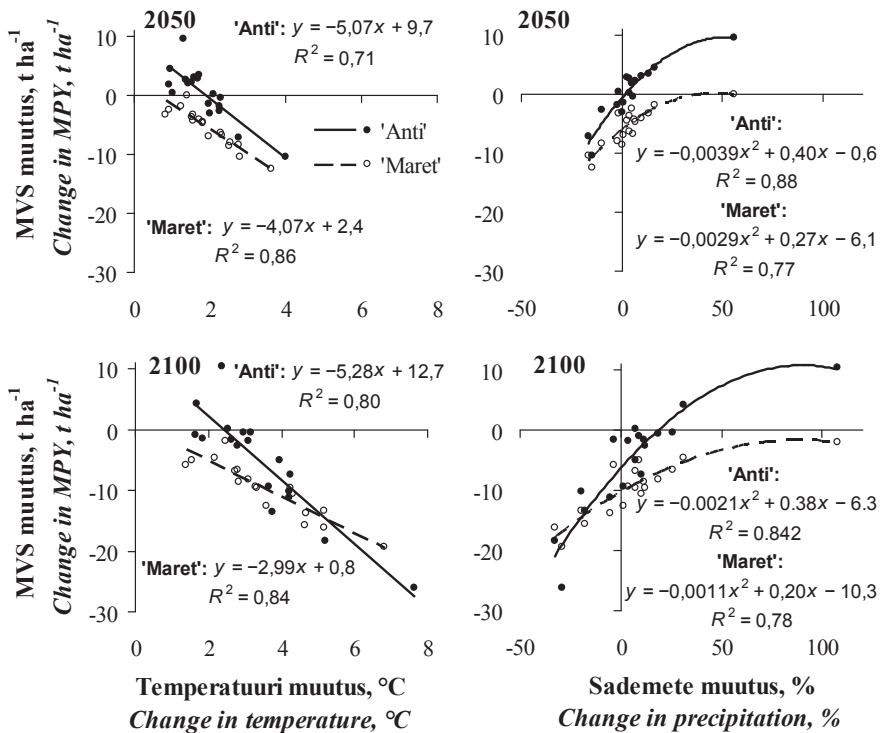
Ka antud töö aluseks olnud kliimamudelid ennustavad suuremat soojenemist talvisel poolaastal, kuid oodata on ka keskmist suvise poolaasta soojenemist, sajandi keskpaigaks 1,3–2,2° ja sajandi lõpuks 2,2–4,9°. Prognoositav keskmine sademete kasv on suhteliselt väike, suvisel poolaastal vastavalt 4–8% ja 5–14%.

Varase sordi kasvatamiseks näitavad arvutused agrokliima ressursside olulist vähenemist kõigis asukohtades kõigi stsenaariumite korral mõlemaks tähtjaks (tabel 1). MVS languse annavad peaaegu kõigi üksikute kasutatud kliimamudelite tulemused. Suurim on ennustatav langus tugevaimat soojenemist ennustava stsenaariumi A2 korral, sajandi lõpuks 39% Tartus ning 34% Tallinnas ja Kuressaares.

Hilise sordi korral esineb sajandi keskpaigaks MVS kasv Tallinnas, 8–11%, mis

on statistiliselt usaldatav siiski ainult kahe, temperatuuri tõusu osas nõrgema stsenaariumi, B1 ja B2 korral (tabel 1). Tartus ja Kuressaares on muutused selleks tähtjaks marginaalsed. Ka sajandi lõpuks jääb Tallinn kõige soodsamasse seisundisse – tugevamate stsenaariumite põhjustatud saagi vähenemine on seal nõrgem kui teistes asukohtades, stsenaarium B1 annab aga ka siis veel MVS 7% kasvu. Saagi langused on Kuressaares ja Tartus ligilähedased, kuid statistiliselt usaldusväärsemad Tartus.

Erinevate kliimamudelite poolt ennustatud temperatuuri muutuste ning nende toel arvatud ja üle 45 ilmastiku aastase käigu keskmistatud MVS muutuste vahel esinevad tugevad negatiivsed korrelatsioonid (joonis 1). Korrelatsioonid on tugevamad sajandi lõpuks, varase sordi korral ja sisemaa tingimustes. Üldiselt on need korrelatsioonid tugevamad, kui vaadelda varase sordi korral keskmise temperatuuri muutusi juunis-juulis ja hilise korral juunis-augustis. Mõnevõrra tugevam rõhuasetus hilisemale perioodile ilmneb mereäärsetes asukohtades Kuressaares ja Tallinnas.



**Joonis 1.** Keskmise MVS muutuse sõltuvus erinevate kliimamudelite poolt ennustatud temperatuuri ja sademete muutusest stsenaariumi B2 järgi Kuressaares. Joonisel on esitatud kõige tugevamini korreleeruvad näitajad, 'Mareti' korral keskmise temperatuuri muutus juunist juulini, 'Anti' korral juunist septembrini ning keskmine sademete muutus juulist augustini

**Figure 1.** Dependences of changes in the MPY on changes in temperature and precipitation, proposed by the outputs of different GCM, in Kuressaaare by the scenario B2. Changes in climate are presented for the periods giving the highest correlation: in the case of temperature from June to July for 'Maret' and from June to September for 'Anti', in the case of precipitation from July to August

Sademe muutuse ja keskmise MVS muutuse vahel eksisteerib valdavalt positiivne korrelatsioon, kuid suuremad sademete juurdekasvud hakkavad juba avaldama negatiivset mõju, mistõttu on seda sõltuvust õigem kirjeldada paraboolse joonega (joonis 1). Kuigi selle seose korrelatsioonikordajad on statistiliselt usaldatavad, on need oluliselt nõrgemad kui temperatuuri korral ja ületavad 0,7 piiri ainult Kuressaares. Seosed on tugevamad hilise sordi korral ja sajandi keskpaiga kohta. Siiski jääb sademete positiivne kompenseeriv mõju temperatuuri tõusu negatiivsest tunduvalt väiksemaks, olles isegi Kuressaares ainult 0,5–1,9 t ha<sup>-1</sup>. Tulemust, et kartuli saagid on ennustatavate kliimamuutuste korral mõjutatud peamiselt temperatuuri tõusust, kirjeldatakse ka mitmetes teistes uurimustes (nt Hijmans, 2003; Štastná, Dufková, 2008).

Temperatuuri tõusu peamine negatiivne mõju avaldub fenoloogilise arengu kiirenemises ja lehepinna arenguks jääva aja lühenemises. Tulemusena jäävad maksimaalse lehepinna väärtused väiksemaks kui seda on võrdlusperioodil (tabel 2). Kuigi varase sordi lehepinna vähenemine on hilise omast numbriliselt väiksem, on see varase sordi korral kriitilisem algselt väiksema lehepinna tõttu. Lisaks lüheneb märgatavalt ka varase sordi kasvuperiood tervikuna (tabel 2), mille pikkus ka praegustes tingimustes ei ole keskmise temperatuuri ega öökülmade esinemisega oluliselt piiratud. Sealjuures nihkuvad varasematele kuupäevadele nii mahapanek kui mugulate kasvu lõpp, aga viimane rohkem. Näiteks sajandi lõpu prognoosis nihkub optimaalne mahapanekuaeg 5–16 päeva ja kasvuperioodi lõpp 26–36 päeva varasemaks. Kuigi tulevased ilmaolud võimaldaks kartulit panna kuu aega ja koristada poolteist kuud varem, jääks saak sellisel juhul veelgi väiksemaks.

**Tabel 2.** Maksimaalse lehepinna indeksi vähenemine ja kasvuperioodi pikkuse muutus kliimamuutuse tingimustes keskmisena kõigi stsenaariumite kohta

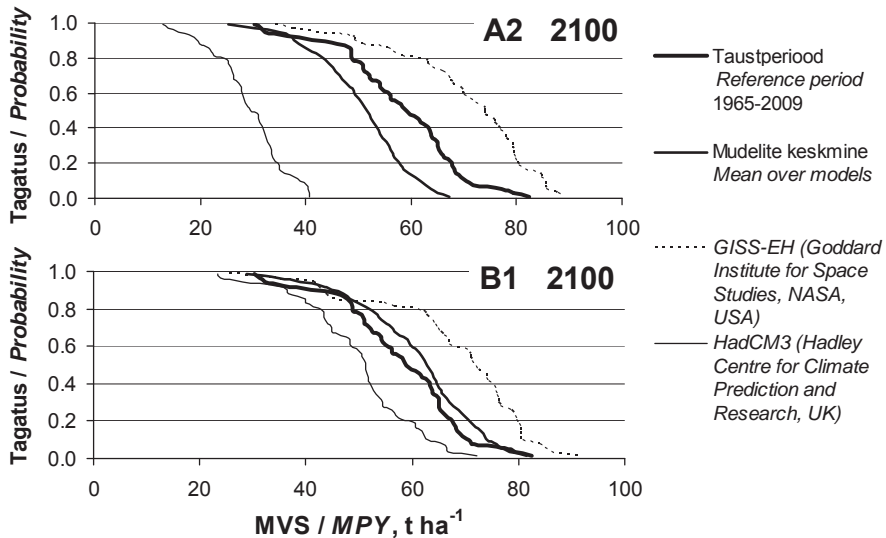
**Table 2.** *Climate change induced changes of maximum LAI and growing period, means over different scenarios*

Sort <i>Variety</i>	Prognoosi aasta <i>Target year</i>	Maksimaalse lehepinna indeksi vähenemine, % <i>Decrease of maximum LAI, %</i>			Kasvuperioodi pikkuse muutumine päevades <i>Changes in duration of growing period, days</i>		
		Tallinn	Kuressaare	Tartu	Tallinn	Kuressaare	Tartu
‘Maret’	2050	6.6	8.6	9.0	-8	-12	-11
	2100	14.9	14.9	19.3	-18	-20	-20
‘Anti’	2050	9.0	11.3	11.2	22	16	17
	2100	17.0	18.2	21.7	30	19	22

Vastupidiselt varasele kartulile pikeneb hilise kartuli kasvuperiood, mis praegu on piiratud üldise temperatuuri fooni ja öökülmade esinemisega. Sajandi keskpaigaks toimub kasvuperioodi pikenemine peamiselt sügise arvel, sajandi lõpuks aga annavad kevad ja sügis enamvähem võrdse panuse. Kõige enam pikeneb kasvuperiood Tallinnas, vastavalt 22 ja 30 päeva sajandi keskpaigaks ja lõpuks (tabel 2).

Erinevate kliimamudelite panus ennustatava saagi suurusesse on küllaltki erinev. Kõige kõrgemad saagid on saadud kliimamudelite baasil, mis ennustavad suuremat

sademete kasvu ja madalat temperatuuri tõusu, näiteks GISS-EH (joonis 2). Kliimamudelid, nagu HadCM3, mille järgi on oodata temperatuuri kõige suuremaid tõuse, eriti kui sellega kaasneb sademete vähenemine juulis–augustis, põhjustavad kõige kehvemaid saagitingimusi. Sajandi lõpuks jõuab kliimamudelite prognoosidest tingitud MVS prognooside erinevus samasse suurusjärku, kui ilmastiku varieeruvusest tingitud erinevus, eriti selgelt on see näha stsenaariumi A2 korral (joonis 2).



**Figure 2.** MVS kliimaatilist prognoosi väljendavad tagatuskõverad stsenaariumite A2 ja B1 järgi hilisele sordile 'Anti' Tallinnas taustperioodi 1965–2009 kohta, prognoosid sajandi lõpuks keskmistatult üle arvutuste, mis tehti erinevate kliimamudelite baasil ja eraldi kahe kõige ekstreemsemad tulemusi andnud kliimamudeli baasil

**Figure 2.** Climatic forecast of MPY in form of cumulative distribution for variety 'Anti' in Tallinn calculated for the reference period 1965–2009, averaged over calculations on the basis of different climate models and by the corrections of two models giving the highest and lowest results, in the case of scenarios A2 and B1 for the target 2100

Saadud tulemused näitavad, et saagikuse vahe varaste ja hiliste sortide vahel suureneb prognoositud kliima soojenemise korral varaste kahjuks veelgi, mis muudab saagi mõttes nende kasvatamise vähem kasumlikuks. Samas nihkub saagi saamise võimalus märgatavalt varasemaks ning lõppkokkuvõttes oleneb majanduslik rentaablus paljuski sellest, kuidas avaldub kliimamuutuste mõju meist lõuna pool, kust pärit varane kartul muudab selle kasvatamise meil praegu ebaefektiivseks.

### Järeldused

Vaatlusaluste kliimamuutuste stsenaariumite poolt ennustatav kliima soojenemine omab varase kartuli kasvatamisele Eestis negatiivset mõju. Meteoroloogiliselt võimaliku saagi statistiliselt oluline vähenemine avaldub mõlemaks prognoositavaks perioodiks kõigis kolmes asukohas. Kõrgemat temperatuuri tõusu ennustavad



stsenaariumid põhjustavad suuremad saagikaod, seda peamiselt tänu arengu kiirenemisele, väiksemaks jäävale lehepinnale ja kasvuperioodi lühenemisele. Sademete hulga suurenemisega kaasnev väike positiivne efekt jääb märgatavalt alla temperatuuri tõusu negatiivsele mõjule. Hilisele kartulisordile osutus mõõdukas kliima soojenemine kasulikuks, pikendades võimalikku kasvuperioodi. Märgatavam kliima soojenemine hakkab aga ka hilise sordi jaoks agrokliimaatilisi ressursse kahandama.

Positiivsem või vähem negatiivsem on kliimamuutuste mõju Põhja-Eestis. Suurem ilmastikuressursside kahanemine toimub Lõuna-Eestis.

## **Kasutatud kirjandus**

- Hijmans, R.J. 2003. The Effect of Climate Change on Global Potato Production. – *Am. J. Potato Res.* **80**, 271–280.
- Hulme, M., Wigley, T.M.L., Barrow, E.M., Raper, S.C.B., Centella, A., Smith, S.J., Chipanshi, A.C. 2000. *Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessments. MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook*. Climatic Research Unit, Norwich, UK, 52 pp.
- IPCC, 2007a. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 996 pp.
- IPCC, 2007b. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- Jaagu, J. 2006. Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation. – *Theor. Appl. Climatol.* **83**, 77–88.
- Jaagus, J., Truu, J. 2004. Climatic regionalisation of Estonia based on multivariate exploratory techniques. – *Estonia. Geographical studies*, 9, pp. 41–55.
- Kadaja, J. 2004. Kartuli produktiooniprotsessi dünaamiline mudel ja selle rakendused. – *Agraarteadus* **15**(2), 74–89.
- Kadaja, J., Tooming, H. 2004. Potato production model based on principle of maximum plant productivity. – *Agric. For. Meteorol.* **127** (1–2), 17–33.
- Peiris, D.R., Crawford, J.W., Grashoff, C., Jefferies, R.A., Porter, J.R., Marshall B. 1996. A simulation study of crop growth and development under climate change. – *Agr. For. Meteorol.* **79**, 271–287.
- Saue, T., Kadaja, J. 2009. Simulated crop yield – an indicator of climate variability. – *Boreal Environ. Res.* **14**(1), 132–142.
- Sepp, J., Tooming, H. 1991. *Resursy produktivnosti kartofelja*. Gidrometeoizdat, Leningrad, 261 s. (Vene keeles ingliskeelse kokkuvõttega).
- Štastná, M., Dufková, J. 2008. Potato Simulation Model and its Evaluation in Selected Central European Country. – *Agriculturae Conspectus Scientiificu* **73** (4), 227–234.
- Tooming, H. 1984. *Ecologičeskie principy maksimal'noj produktivnosti posevov*. Gidrometeoizdat, Leningrad, 264 s. (Vene keeles ingliskeelse kokkuvõttega).
- Wigley, T.M.L., Raper, S.C.B. 1992. Implications for climate and sea level of revised IPCC emissions scenarios. – *Nature* **357**, 293–300.
- Žukovskij, E.E., Sepp, J., Tooming, H. 1989. On the possibility of the yield calculation forecasting calculation. – *Vestn. S.-H. Nauki (Messenger of agricultural sciences)* (5), 68–79. (Vene keeles ingliskeelse kokkuvõttega).



## **SUVINISU AGRONOMILISTEST OMADUSTEST JA SAAGI KVALITEEDIST ERINEVATES KATSEKOHTADES**

**Tiia Kangor, Anne Ingver, Ilmar Tamm**

Jõgeva Sordiaretuse Instituut

**Matis Moks, Ülla Põldur, Ülle Soorm**

Põllumajandusuuringute Keskus, Viljandi Katsekeskus

**Loona Iisak**

Põllumajandusuuringute Keskus, Kuusiku Katsekeskus

**Jüri Kukk**

Põllumajandusuuringute Keskus, Võru Katsejaam

**Abstract.** Kangor, T., Ingver, A., Tamm, I., Moks, M., Põldur, Ü., Soorm, Ü., Iisak, L., Kukk, J. 2011. The agronomical and quality characteristics of spring wheat in different environmental conditions. – *Agronomy 2010/2011*, 95–100.

*The agronomical and quality characteristics of spring wheat varieties in four different Estonian locations (Kuusiku, Viljandi, Võru, Jõgeva) were tested during the years 2005–2010. The objective of this work was to find out on which factors the length of growing period, the yield and quality characteristics of spring wheat depend in Estonian conditions. The variation of the grain yield, the grain quality and the length of growing period were the most influenced by year. Moreover, the protein and gluten content depended more on the interaction year × location. Some significant correlations between the characteristics occurred. The positive connection between protein and gluten content ( $R = 0,94$ ;  $p < 0,001$ ), the length of growing period and TKW ( $R = 0,71$ ;  $p < 0,001$ ), the length of growing period and the grain yield ( $R = 0,66$ ;  $p < 0,001$ ), the volume weight and TKW ( $R = 0,64$ ;  $p < 0,001$ ) were found.*

**Keywords:** environmental conditions, length of growing period, quality characteristics, spring wheat, yield

**Tiia Kangor, Anne Ingver, Ilmar Tamm,** Jõgeva Plant Breeding Institute, 1 Aamisepa St., 48309 Jõgeva alevik, Estonia

**Matis Moks, Ülla Põldur, Ülle Soorm,** Agricultural Research Center, Viljandi Testing Center, 71065 Matapera, Viljandimaa, Estonia

**Loona Iisak,** Agricultural Research Center, Kuusiku Testing Center, 79520 Kuusiku, Raplamaa, Estonia

**Jüri Kukk,** Agricultural Research Center, Võru Testing Station, 14 Pärna tee St., 65501 Väimela, Võrumaa, Estonia

### **Sissejuhatus**

Suvinisu kasvatatakse Eestimaa põldudel põhiliselt müügi otstarbeks, mistõttu põllumehele on oluline peale saagikuse ka müügililja vastavus kokkuostvate firmade poolt kehtestatud kvaliteedinõuetele. Saagikuse ja kvaliteedi määravad sageli peale geneetiliste ja agrotehniliste iseärasuste kasvutingimused (Austin, 1988). Kuna Eesti mullastiku-, ilmastiku- jms. tingimused on erinevad, võib eri piirkondades kasvatatud suvinisu olla kvaliteedilt küllalt mitmekesine.

Töö eesmärgiks oli välja selgitada, millised on suvinisu agronomilised omadused ja saagi kvaliteet erinevates Eestimaa tingimustes ning milline faktor (aasta, katsekoht, sort) neid omadusi kõige enam mõjutab.

## **Materjal ja meetodika**

Käesolevas artiklis on kasutatud Põllumajandusuuringute Keskuse katsepunktides (Viljandi, Kuusiku ja Võru) ning Jõgeva Sordiaretuse Instituudis kuuel aastal (2005–2010) läbi viidud riiklike majanduskatsete andmeid. Katsetes võrreldi viie suvinisusordi ('Manu', 'SW Estrad', 'Zebra', 'Triso', 'Vinjett') kasvuaja pikkust ja saagikust. Terasaagi kvaliteedinäitajatest analüüsiti 1000 tera massi, mahumassi, langemisarvu, kleepvalgu ja proteiinisaldust. Kasvuaja pikkused määrati põllul, terasaagid kaaluti peale koristamist ja arvestati 14% niiskuse sisaldusele. Laborianalüüsid tehti Põllumajandusuuringute Keskuse laboris.

Kõigis neljas katsekohas rakendati ühtset meetodikat. Igas katsekohas anti enne külvi NPK väetist (toimeaines N 80–90 kg ha<sup>-1</sup>; P 10–30 kg ha<sup>-1</sup>; K 30–50 kg ha<sup>-1</sup>, kusjuures P ja K vastavalt mulla vajadusele) ja hiljem kasvuajal (võrsumise lõpul kõrsumise alguses) veel pealtväetisena lisaks lämmastikväetist (N 10–20 kg ha<sup>-1</sup>). Erinevad olid pestitsiidide kasutamisaegad, nimetused ja normid. Kõikides katsekohtades tehti tavapärane umbrohutõrje, kaks haigustõrjet ja vajadusel putukatõrje (aastatel 2006, 2007, 2008, 2009, 2010). Andmed töödeldi kaheastmeliselt. Esimeses etapis töödeldi katseandmed dispersioonanalüüsiga (ANOVA) andmetöötlusprogrammi Agrobase abil. Teises etapis kasutati mitmefaktorilist lineaarset regressioonanalüüsi (www.-project.org). Statistilised usutavused katseliikmete paaride vahel leiti Fisheri LSD testiga (*Least-Significant-Difference Test*).

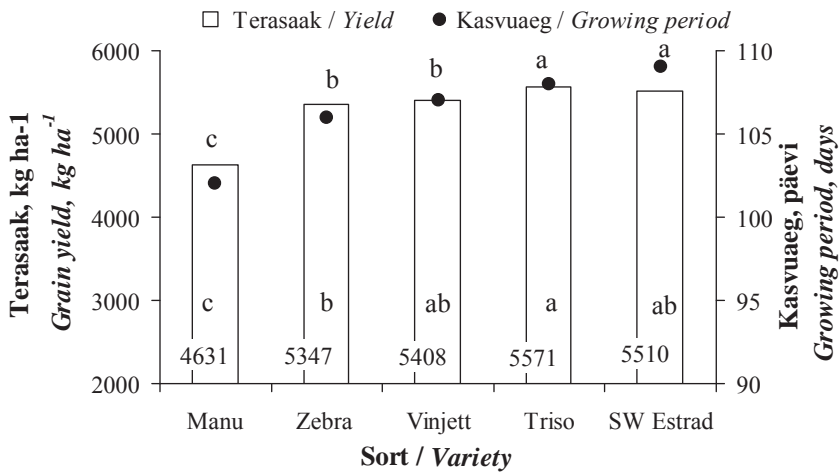
Kõigis katsekohtades oli erinev mullastik – Viljandis gleistunud leetjas muld (KIg), Kuusikul leostunud muld (Ko), Võrus leetunud muld (Lk) ja Jõgeval leetjas muld (KI) (Penu, 2006).

Katseaastate ilm oli samuti erinev. Aastatel 2005, 2006, 2007 ja 2010 esinesid nisu vegetatsiooniperioodil põuased kasvutingimused. Kui 2005. a kannatas nisutaimik kuuma ja kuiva ilma tõttu loomisfaasis, siis 2006. ja 2007. a kestis põuane ilm pikemat aega. 2010. a esines põud peale nisu loomist tera täitumise faasis. 2008. a oli taimede kasvuperioodi esimene pool kuum ja kuiv, kuid peale loomist muutus ilm jahedamaks ja niiskeks. Koristusperiood oli antud aastal vihmane ning vili läks peas kasvama. 2009. a oli kogu vegetatsiooniperiood jahe ja niiske.

## **Tulemused ja arutelu**

**Kasvuaja pikkus** sõltus põhiliselt kasvuaastast ( $R^2_A = 0,81$ ;  $p < 0,001$ ). Suvinisu kasvuaeg varieerus sortide ja katsekohtade keskmisena erinevatel katseaastatel 93 päevast (2010) kuni 114 päevani (2009). Kuiva ja kuuma 2010. a ning jaheda ja sademeterohke 2009. a keskmise kasvuaja erinevus oli 21 päeva. 2010. a peale loomist nisutaimed kuivasid põua tõttu, terad jäid peeneks, sest tera täitumisperiood ja ühtlasi kasvuaeg jäid tunduvalt lühemaks. Suhteliselt lühikeseks jäi suvinisu kasvuaeg ka 2006. a (96 päeva), mil tera täitumisel valitsesid samuti kuumad ja kuivad ilmad. Kuue katseaasta keskmisena valmis suvinisu koristusküpseks Võrus 104 ja Kuusikul 106 päevaga (kus on põhiliselt paepealsed ja õhukese huumushorisonidiga mullad). Jõgeval oli nisu kasvuaja pikkus 107 ning Viljandis 109 päeva. Varajane Soome sort 'Manu' valmis koristusküpseks 102 päevaga, kõige hilisemaks jäid 'Triso' (108 päeva) ja 'SW Estrad' (109 päeva). Jooniselt 1 on näha suvinisu kasvuaja pikkuse seos saagikusega. Selgus, et pikema kasvuajaga hilised sordid andsid suurema terasaagi ( $R = 0,66$ ;  $p < 0,001$ ).

**Terasaak.** Suvinisu terasaagi varieerumist mõjutasid kaks peamist faktorit – aasta ( $R^2_A = 0,45$ ;  $p < 0,001$ ) ning aasta ja katsekoha koosmõju ( $R^2_{AxK} = 0,32$ ;  $p < 0,001$ ). Katsekohtade keskmine nisusaak oli suurim jahedal ja niiskel 2009. a ( $6685 \text{ kg ha}^{-1}$ ), kõige väiksem põuasel 2010. a ( $4217 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Sordi ja katsekoha mõju oli väiksem. Saagi suuruse lõplikul kujunemisel on erilise tähtsusega ilmaolud tera täitumisfaasis (Simmons, 1987; Zahedi, Jenner, 2003). 2010. a madalama saagitaseme määras tera moodustumisel valitsenud kuum ning kuiv ilm. Katseaastate ja katsekohtade keskmised terasaagid on toodud joonisel 1, kus varajase sordi ‘Manu’ terasaak jäi teistest sortidest aastate ja katsekohtade keskmisena Fisheri mitmese võrdlemise testi tulemusena usutavalt väikseimaks ( $4631 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Erinevused ilmnesid ka katsekohtade vahel. Võrreldes teiste katsekohtadega saadi aastate keskmisena Kuusikul suurim nisusaak ( $5717 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ning Võrus jäi see kõige madalamaks ( $4783 \text{ kg ha}^{-1}$ ).



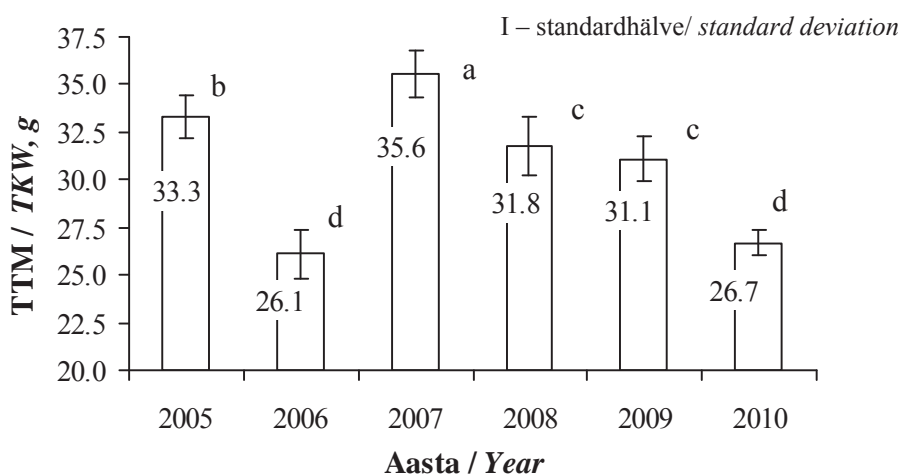
**Joonis 1.** Suvinisusortide keskmised terasaagid ja kasvuaja pikkused. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usutavaid erinevusi  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

**Figure 1.** The average grain yield and length of growing period of spring wheat varieties. The different letters are significantly different  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

**Mahukaal** on oluline näitaja toidunisu kokkuostul ning soovitatavalt peaks see olema mitte alla  $750 \text{ g l}^{-1}$  ([www.tartuveski.ee](http://www.tartuveski.ee)). Meie katsetes sõltus mahukaalu varieerumine peamiselt kahest faktorit – aastast ( $R^2_A = 0,46$ ;  $p < 0,001$ ) ning aasta ja katsekoha koosmõjust ( $R^2_{AxK} = 0,26$ ;  $p < 0,001$ ). Katseaastate keskmisena oli suurima mahukaaluga nisu 2007. aastal ( $817 \text{ g l}^{-1}$ ) ning väikeseks jäi nimetatud kvaliteedinäitaja kahel aastal – 2008. ( $754 \text{ g l}^{-1}$ ) ja 2010. ( $750 \text{ g l}^{-1}$ ). 2008. ja 2010. aasta ilmastiku tingimused olid väga erinevad ja osutusid ebasobivaks mahukaalu suuruse kujunemisele. 2008. a oli ilm koristuse ajal vihmane ning vili läks peas kasvama. 2010. a valitsesid peale loomist kõrge õhutemperatuuriga kuivad ilmad ja terad ei saanud ebapiisava niiskuse tõttu täituda. Kõigis katsekohtades olid mahukaalud katseaastate keskmisena suuremad, kui ette antud toidunisu miinimum, vastavalt  $790 \text{ g l}^{-1}$  Kuusikul,  $786 \text{ g l}^{-1}$  Viljandis,  $767 \text{ g l}^{-1}$  Võrus ja  $764 \text{ g l}^{-1}$  Jõgeval. Katses olevatel sortidel olid aastate ja katsekohtade keskmisena mahukaalud suuremad kui soovituslik ( $750 \text{ g l}^{-1}$ ) piir.

**1000 tera mass (TTM).** Katsetulemustest selgus, et TTM-i variatsiooni mõjutas peamiselt aasta ( $R^2_A = 0,68$ ;  $p < 0,001$ ). Sarnasele järeldusele on tulnud ka teistes

uurimistöodes (Kangor *et al.*, 2010). Põuastel 2006. a ja 2010. a jäi nisu keskmine TTM väikeseks (vastavalt 26,1 g ja 26,7 g), kuid suur oli see 2007. a (35,6 g) (joonis 2). Antud aastal esines põud tera algmete moodustumise ajal ning hiljem soodsamates tingimustes tera täitumise ajal (madalam temperatuur, suurem sademete hulk) kasvasid need raskeks. TTM suuruse kujunemist mõjutavad eelkõige tera täitumisperioodil valitsevad põuased kasvutingimused (Moral *et al.*, 2002). Kõigi sortide keskmised TTM-id jäid vahemikku 29,0–32,5 g. Raskema teraga oli sort ‘Zebra’ ning väikeseks jäi TTM sordil ‘Manu’. Ülejäänud sortide TTM-de vahel usutavad erinevused puudusid. Meie tulemustes ilmnis korrelatsioon TTM ja kasvuaja pikkuse vahel ( $R = 0,71$ ;  $p < 0,001$ ). Järelikult kasvatasid pikema kasvuajaga sordid raskema tera. Positiivne korrelatsioon oli ka TTM ja mahukaalu vahel ( $R = 0,64$ ;  $p < 0,001$ ). Kuue aasta keskmisena koristati raskema teraga nisu Viljandis (31,6 g) ja Kuusikul (31,4 g) ning kergem oli TTM Võrus (30,3 g) ja Jõgeval (29,9 g).

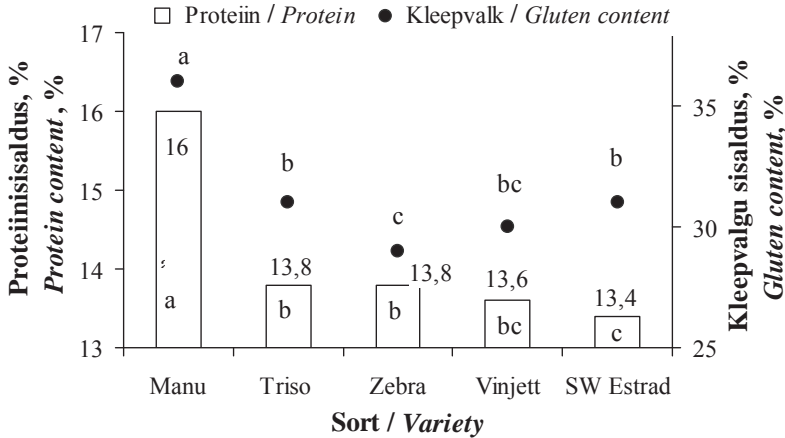


**Joonis 2.** Suvinisu keskmised 1000 tera massid (TTM) aastatel 2005–2010. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usutavaid erinevusi  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

**Figure 2.** The average 1000 kernel weight of spring wheat (TKW) in 2005–2010. The different letters are significantly different  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

**Proteiini- ja kleepvalgu sisaldus.** Saia küpsetuseks sobiv kleepvalk jääb vahemikku 25–30% (Ingver *et al.*, 1995). Tartu Mill AS ostab põllumeestelt nisu, mille proteiinisaldus on vähemalt 12,0% ja kleepvalk 23% (www.tartuveski.ee/). Meie katsetes ilmnis tugev positiivne seos nende kahe omaduse vahel ( $R = 0,94$ ;  $p < 0,001$ ) (joonis 3). Mõlema omaduse varieerumist mõjutasid teistest enam aasta ja katsekohta koosmõju (proteiinil  $R^2_{A \times K} = 0,3$ ;  $p < 0,001$ , kleepvalgul  $R^2_{A \times K} = 0,36$ ;  $p < 0,001$ ) ning aasta mõju eraldi (proteiinil  $R^2_A = 0,28$ ;  $p < 0,001$ ; kleepvalgul  $R^2_A = 0,23$ ;  $p < 0,001$ ). Katsekohtade ja sortide keskmisena oli proteiin terades kõrge põua-aastal 2006 (16,5%) ning oluliselt väiksemaks jäi see niiskel ja jahedal 2009. a (12,3%). Sama tendents ilmnis kleepvalgu sisaldusega, vastavalt 38% 2006. a ja 27% 2009. a. Kõikide katsekohtade vahel olid olulised erinevused nii proteiini- kui ka kleepvalgu sisalduse osas. Aastate keskmisena olid proteiini- ja kleepvalgu sisaldused madalad Viljandis (proteiin 12,7%, kleepvalk 27%) ning kõrged Kuusikul (proteiin 15,2%, kleepvalk 35%). Katsetes ei jäänud näitajad alla Tartu Mill AS poolt kehtestatud miinimumnõuetele.

Proteiinisalduse ja saagikuse vahel ilmnes negatiivne seos ( $R = -0,58$ ;  $p < 0,001$ ). Samasugune seos oli proteiinisalduse ja kasvuaja pikkuse vahel ( $R = -0,60$ ;  $p < 0,001$ ). Teistest sortidest tunduvalt kõrgema proteiini ja kleepvalgu sisalduse poolest paistis silma varajane sort 'Manu' (16%), mille terasaak jäi väiksemaks kui teistel sortidel. Ülejäänud sortide proteiinisalduse suuruses usutavad erinevused puudusid ja nad jäid vahemikku 13,8–13,4%. Suurema saagiga, kuid väiksema proteiinisaldusega olid pikema kasvuajaga sordid 'Triso', 'Vinjett', 'SW Estrad'.



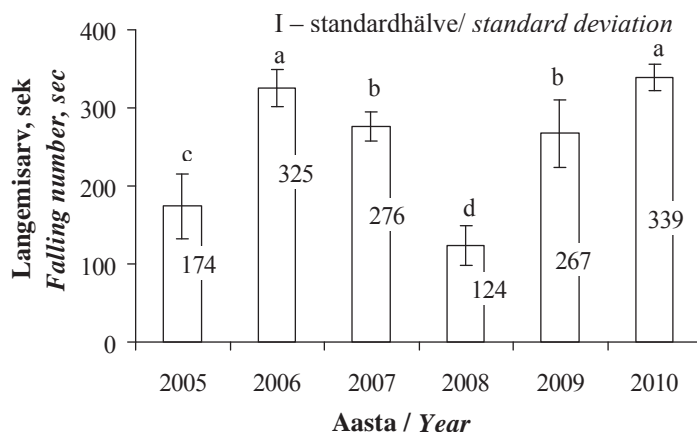
**Joonis 3.** Suvinisuortide keskmised proteiini ja kleepvalgu sisaldused. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usutavaid erinevusi  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

**Figure 3.** The average protein and gluten content of spring wheat varieties. The different letters are significantly different  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

Teistest sortidest madalama kleepvalgu sisaldusega olid sordid 'Vinjett' (30%) ja 'Zebra' (29%), kuid see jäi saia küpsetuseks eespool toodud sobivasse vahemikku.

**Langemisarv.** Saia küpsetuseks optimaalseks langemisarvuks loetakse 250 sek (Ingver, *et al.*, 1995), kuid Tartu Mill AS ostab kokku toidunisu ka langemisarvuga, mis on minimaalselt 220 sek ([www.tartuveski.ee/](http://www.tartuveski.ee/)). Langemisarv näitab alfa-amülaasi seisundit teras. Niisketes koristustingimustes läheb vili peas kasvama ning langemisarv alaneb. Varasemas (Kangor *et al.*, 2009) kui ka käesolevas uurimuses mõjutas langemisarvu suurel määral aasta ( $R^2_A = 0,62$ ;  $p < 0,001$ ).

Jooniselt 4 on näha, et kahel aastal oli sortide keskmine langemisarv teistest aastatest oluliselt kõrgem (2010. a 339 sek, 2006. a 325 sek). Antud aastatel oli tera valmimis- ja koristusajal kuiv ja kuum. Teistest tunduvalt madalamaks jäi see näitaja 2008. a (124 sek), mil nisuterad hakkasid peas kasvama. Madal langemisarv oli ka 2005. a (174 sek), kui augusti esimene pool oli sademeterikas. Eriliselt suur oli langemisarvu varieerumine viimasel ja jahedal 2009. aastal. Katseaastate keskmisena oli lõunapoolsemas katsekohas Võrus koristatud nisu tunduvalt parema langemisarvuga (278 sek) kui põhjapoolsema asukohaga Kuusikul (220 sek). Viimane täitis siiski kokkuostul Tartu Mill AS poolt langemisarvule esitatud miinimumnõude. Kõik katses olnud nisusordid olid sobiva langemisarvuga, kuid oluliselt suurem oli see näitaja sordil 'Zebra' (291 sek). Sordi 'Manu' langemisarv oli katse keskmisena 258 sek ning teiste sortide vahel usutavad erinevused puudusid. Mõningane nõrk ja negatiivne seos oli langemisarvul kasvuajaga ( $R = -0,55$ ;  $p < 0,001$ ).



**Joonis 4.** Suvinisu keskmine langemisarv aastatel 2005–2010. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usutavaid erinevusi  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

**Figure 4.** The average falling number of spring wheat varieties in 2005–2010. The different letters are significantly different  $p < 0,05$  (ANOVA, Fisheri LSD test)

## Kokkuvõte

Kuue aasta keskmisena mõjutasid erinevates Eesti tingimustes kasvatatud suvinisu terasaaki, selle kvaliteeti ning kasvuaja pikkust aastast tulenevad iseärasused. Suurem osakaal oli ka aasta ja katsekoha koosmõjul, eriti proteiini ja kleepvalgu sisalduse osas. Katsekoha ja sordi mõju oli suvinisu agronoomilistele omadustele ja kvaliteedi näitajatele väike. Katses ilmnedid mitmed korrelatsioonid. Usutavad positiivsed seosed leiti proteiini ja kleepvalgu sisalduse, kasvuaja ja 1000 tera massi, kasvuaja ja saagi ning mahukaalu ja 1000 tera massi vahel.

## Kasutatud kirjandus

- Austin, R. B., 1988. A different ideotype for each environment. – *Cereal breeding related to integrated cereal production*. Wageningen pp. 47–60.
- Ingver, A., Küüts, H., Annamaa, K., Nõges, M. 1995. Eestis kasvatamiseks sobivatest suvinisusortidest. – *Nisukasvatuse arendamisest Eesti Vabariigis* nr. 8, lk. 69–80.
- Kangor, T., Ingver, A. 2009. Väetamise mõjust suvinisu küpsetuskvaliteedile. – *Agronomia 2009*. Toimetajad S. Tamm ja R. Schmidt. Tartu, Paar OÜ, lk. 90–93.
- Kangor, T., Ingver, A., Tamm, Ü., Tamm, I. 2010. Effect of fertilization and conditions of year on some characteristics of spring wheat and barley. – *Agronomy Research, Vol. 8, Special Issue 3*, 595–602.
- Moral L. F. G., Miralles D. J., Slafer G. A. 2002. Initiation and appearance of vegetative and reproductive structures throughout barley development. – *Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality*. Eds.: Slafer G. A. et al. Food Products Press, New York, London, Oxford, 243–268.
- Penu, P. 2006. Eesti muldadest põllumehel. <http://pmk.agri.ee/files/f349/MULLAVILJAKUSEST2.pdf> (18.01.2011)
- Simmons, S. R. 1987. Growth, development and physiology. – *Wheat and wheat improvement. Agronomy no 13 (sec. edition)*. Edit. E. G. Heyne, American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp 77–113.
- Tartu Mill AS <http://www.tartuveski.ee/?node=22> (17.12.2010)
- Zahedi, M. & Jenner, C.F. 2003. Analysis of effect in wheat of high temperature on grain filling attributes estimated from mathematical models of grain filling. – *The Journal of Agricultural Science*. 141, 203–212.
- Vaba tarkvara R-project <http://www.r-project.org/>



## HAAVA PUITMASSI JÄÄKMUDA JA KLINKRITOLMU SEGU MÕJU SUVITERAVILJADELE

**Helis Rossner, Triin Teesalu, Avo Toomsoo, Enn Leedu, Alar Astover**  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** *Rossner, H., Teesalu, T., Toomsoo, A., Leedu, E., Astover, A. 2011. The effect of aspen pulp sludge mixture with clinker dust on spring cereals. – Agronomy 2010/2011, 101–108.*

*An aspen pulp sludge (Ltd Estonian Cell) mixture with cement clinker dust (EC mixture) was used as the alternative organic fertilizer for spring wheat and spring barley. The EC mixture dry matter content is 23–25% with pH = 11. The EC mixture was applied with norms 20, 40 t ha<sup>-1</sup> in 2009 for barley and 2010 for wheat. In 2010 only barley was fertilized with norms 20, 30, 40 t ha<sup>-1</sup>. The use of the EC mixture significantly increased grain yields in both years. The treatment with norm 40 t ha<sup>-1</sup> had the highest grain yield (4.3 t ha<sup>-1</sup>) in 2010, which was comparable with the effect of mineral nitrogen norm 120 kg ha<sup>-1</sup>. Grain yield of barley increased in 2010 by 53 kg per each ton of the EC mixture. The EC mixture becomes attractive for farmers when it is more cost effective compared to mineral fertilizers. In the present study the EC mixture has profit benefit when its additional handling costs remain below 35–135 EUR ha<sup>-1</sup>. The higher the price for mineral fertilizers, the more competitive is EC mixture as a fertilizer.*

**Keywords:** *aspen pulp sludge, fertilization, profitability, spring cereals, yields*

**Helis Rossner, Triin Teesalu, Avo Toomsoo, Enn Leedu, Alar Astover;** *Department of Soil Science and Agrochemistry, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St., 51014 Tartu, Estonia*

### Sissejuhatus

Erinevatele tööstusjäätmetele kasutusvõimaluste otsimine on kasulik nii tööstustele jäätmete utiliseerimiseks kui ka põllumajandussektorile alternatiivse orgaanilise väetisena. AS Estonian Cell haava puitmassi tootmisel tekkiv kõrvalprodukt, jääkmuda, on üheks alternatiiviks. Kuna puhta jääkmuda kasutamine väetisena pole seadusandluslike piirangute tõttu lubatud, siis tuleb see eelnevalt kompostida. Üheks võimaluseks on jääkmuda segamine tsemendi tootmise kõrvalprodukti klinkritolmuga, mis on leeliselise reaktsiooniga (pH 12–13) ja sisaldab suures koguses kaaliumi (4–5%). 2008.–2010. aastal uuriti Eesti Maaülikooli IOSDV pikaajalises põldkatses AS Estonian Cell haava puitmassi tootmise jääkmuda kasutamise võimalusi väetusainena ning varasemaid katsetulemusi on avaldatud Astover et al. (2009) ja Teesalu et al. (2009) poolt. Kahel viimasel aastal on katsetatud jääkmuda segu klinkritolmuga. Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida haava puitmassi tootmise jääkmuda ja klinkritolmu segu mõju teraviljade saagile ning kasvatamise tasuvusele, võrreldes mineraalse lämmastikväetiste kasutamisega.

### Materjal ja meetodika

Käesolev uurimistöö põhineb IOSDV pikaajalise põldkatse 2009. ja 2010. aasta



suviniisu 'Vinjett' ja oder 'Anni' saagiandmetel. Katsepõld asub Eerika näivleeturund liivsavimullal, mis on madala huumusesisalduse (1,5–2,0%) ja keskmise fosfori ning kaaliumi sisaldusega. Aastatel 2009 ja 2010 väetati mõlemat kultuuri haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu (edaspidi EC segu) erinevate normidega. Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu valmistati massi järgi vahekorras 10:1 ca. kaks nädalat enne mulda viimist. 2009. a kasutati odral norme 20 ja 40 t ha<sup>-1</sup>. 2010. a anti odrale 20, 30 ja 40 t ha<sup>-1</sup> ning nisule 20 ja 40 t ha<sup>-1</sup> EC segu. EC segu viidi mulda kevadel üks päev enne teravilja külvi nugaäkkega. Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu kuivainesisaldus on 23–25% ja pH üle 10 (tabel 1). EC segu on suhteliselt lämmastiku- ja kaaliumirikas. Segu kitsas C:N suhe viitab kiirele mineraliseerumise potentsiaalile, mis on tõestust leidnud ka varasema lagunemiskatse tulemustega (Astover et al., 2009). Analüüsitulemuste hindamisel peab arvestama, et jääkmuda ja klinkritolmu ebaühtlase segunemise tulemusena võib saadud mass olla küllalt heterogeense koostisega. See võib olla põhjuseks, miks 2010. a proovides oli kaaliumisisaldus väiksem. EC katsevariandid olid alternatiivsete väetiste külvikorras, mille kontroll-lapp (tähistatud „foon“) on EC katsevariantidega sarnase agrofooniga mullal. Võrdluseks on võetud alates katse rajamisest (1989. a) väetamata katselapp (N0) ja katsevariant, kus on ammoniumnitraadina mulda viidud 120 kg N ha<sup>-1</sup>. 2009. a kasvuperioodi ilm oli teraviljade kasvuks soodne, kuid koristuse ajal vihmane. 2010. a ilma iseloomustas kuiv juuli, mis lühendas eriti suviniisu kasvuaega.

**Tabel 1.** Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu koostis 2009. ja 2010. a  
*Table 1.* Composition of aspen pulp sludge mixture with clinker dust in 2009 and 2010

Näitaja <i>Parameter</i>	Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu <i>Aspen pulp sludge mixture with clinker dust</i>		
	Aasta / <i>Year</i>	2009	2010
Kuivaine, % / <i>dry matter, %</i>		24,8	23,1
Kuumutuskadu / <i>loss of ignition</i>		59,9	54,0
pH <sub>KCl</sub>		10,6	11,2
N, %*		3,4	2,93
P, %*		0,24	0,43
K, %*		3,72	1,14
Na, %		0,87	0,67
Ca, %*		11,23	10,57
Mg, %*		1,47	1,03
C, %*		28,9	23,78
C:N		8,6	8,12

\*- kuivaine kohta / *per dry matter*

EC segu kasutamine muutub tootja jaoks atraktiivseks, kui see omab majanduslikku eelist mineraalväetiste kasutamise ees. Majandusliku efektiivsuse hindamise juures lähtuti teraviljade realiseerimishinnast 179 EUR t<sup>-1</sup> nisu ja 134 EUR t<sup>-1</sup> odra puhul. Ammooniumnitraadi maksumuseks on võetud 352 EUR t<sup>-1</sup>, mis teeb ühe t lämmastiku hinnaks 1023 EUR. Üldkulud hektari kohta arvestati 192 EUR ning teravilja kuivatuskulu niiskuse vähendamiseks 20lt %-lt 14le 17,7 EUR t<sup>-1</sup>. EC segu käitlemisega kaasnevad lisakulud on arvestatud 64–160 EUR ha<sup>-1</sup>.

Saagivõrrandi alusel leiti optimaalsed väetiskogused nii agronoomilisest

$$(x_{agr} = \frac{a_1}{2a_2}; \quad a_1, a_2 - \text{saagifunktsiooni kordajad}) \quad \text{kui majanduslikust}$$

$$(x_{maj} = \frac{a_1(P - Ce) - Cv}{2a_2(P - Ce)}, \quad P - \text{toodangu realiseerimishind, EEK kg}^{-1}; \quad Cv - \text{väetise- ja}$$

väetamisega kaasnevad kulud 1 kg tootelemendi kohta, EEK;  $Ce$  – saagi koristamise kulud, EUR  $\text{kg}^{-1}$ ) aspektist lähtuvalt. EC segu variandi saake võrreldi mineraalväetise arvel saadud saagiga ning saagifunktsiooni abil leiti optimaalne mineraalse N kogus ette antud kulude juures.

Kasumianalüüs on tehtud mineraalväetiste puhul kahe katseaasta keskmiste saakide alusel. Kuna turusituatsioon on muutlik, siis on võrreldud EC segu kasutamise eelist mineraalse lämmastiku (120  $\text{kg ha}^{-1}$  normiga) erinevate väetise hinnatasemetega juures (640–1405 EUR  $\text{t}^{-1}$ ). Kasumianalüüs on tehtud ilma pindalatoetusteta. Statistiline andmetöötlus usutavate erinevuste leidmiseks saakide vahel tehti Fisher *post-hoc* LSD testi alusel ( $P < 0,05$ ) STATISTICA 8.00 programmis.

## Tulemused ja arutelu

### *Mõju odra ja suvinisu saagikusele*

Odra väetamine EC segu normiga 40  $\text{t ha}^{-1}$  andis 2009. a katsevariantidest kõrgeima saagi (4,30  $\text{t ha}^{-1}$ ). See ületas mineraalse lämmastikuga saadud suurimat saaki 24% võrra. EC seguga väetamisel normiga 20  $\text{t ha}^{-1}$  saadi sama kõrge saak kui 120  $\text{kg}$  mineraalse lämmastiku kasutamisel (tabel 2).

**Tabel 2.** Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu (EC segu) erinevate normide mõju oder 'Anni' ja suvinisu 'Vinjett' terasaagile ( $\text{t ha}^{-1}$ , 14% niiskuse juures)

**Table 2.** *The effect of aspen pulp sludge mixture with clinker dust (EC segu) on grain yields of spring barley and spring wheat ( $\text{t ha}^{-1}$ , 14% moisture)*

Väetisvariant <i>Treatment of fertilization</i>	Odra terasaak <i>Yield of barley</i>		Nisu terasaak <i>Yield of wheat</i>
	2009.a	2010.a	2010.a
$\text{N0 kg ha}^{-1}$	0,82 <sup>ac</sup>	1,06 <sup>abc</sup>	1,57 <sup>ac</sup>
$\text{N120 kg ha}^{-1}$	3,45 <sup>c</sup>	3,29 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>a</sup>
Foon / <i>background</i>	1,56 <sup>ac</sup>	1,32 <sup>abc</sup>	1,85 <sup>ac</sup>
EC segu 20 $\text{t ha}^{-1}$ (a)	3,19 <sup>c</sup>	2,23 <sup>bc</sup>	2,98
EC segu 30 $\text{t ha}^{-1}$ (b)	-	2,66 <sup>ac</sup>	-
EC segu 40 $\text{t ha}^{-1}$ (c)	4,30 <sup>a</sup>	3,14 <sup>ab</sup>	3,6

Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust ( $p < 0,05$ ) võrreldes: a – EC 20  $\text{t ha}^{-1}$ , b – EC 30  $\text{t ha}^{-1}$  ja c – EC 40  $\text{t ha}^{-1}$  katsevariantidega

*Different letters indicate statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) with treatments: a – EC 20  $\text{t ha}^{-1}$ , b – EC 30  $\text{t ha}^{-1}$  and c – EC 40  $\text{t ha}^{-1}$*

2010. a oli EC segu kasutamise mõju odra terasaagile tagasihoidlikum ning võrreldes sarnase agrofooniga kontrollvariandiga kasvas EC segu 40  $\text{t ha}^{-1}$  normiga

väetades odra terasaak 1,82 t võrra. Kasutades poole või neljandiku võrra väiksemat EC segu normi, vähenes odra terasaak lineaarselt 53 kg ühe tonni EC segu kohta ( $y = 1533,4939 + 52,688x$ ;  $R^2 = 0,999$ ). Suvinisu reageeris EC seguga väetamisele odrast tagasihoidlikumalt. 2010. a oli suvinisu 'Vinjett' terasaak EC segu 40 t normiga väetamisel 45% kõrgem fooni saagist ulatudes 3,6 tonnini hektarilt. Statistiliselt usutavalt ei erinenud see poole väiksema normiga väetamisel saadud ja N 120 kg ha<sup>-1</sup> variandi saagist.

### **Majanduslik tasuvus**

Teravilja väetamise majanduslik tasuvus sõltub lisaks agronoomilisele efektiivsusele ka väetise maksumusest ja käitlemiskuludest, saagi realiseerimishinnast ning enamsaagi käitlemise kuludest. Odra kasvatamisel vastas 2009. aastal 40 t ha<sup>-1</sup> EC segu kasutamine 160 kg ha<sup>-1</sup> mineraalse lämmastiku normile, mis on lähedane agronoomiliselt optimaalsele (tabel 3). Poole madalam EC segu norm andis saagi, millele vastas 111 kg ha<sup>-1</sup> mineraalset lämmastikku, mis on võrdväärne majanduslikult optimaalse mineraalväetise kogusega. 2010. aastal andsid EC segu erinevad normid (20, 30, 40 t ha<sup>-1</sup>) odra saagi, mis vastas 48, 72 ja 136 kg ha<sup>-1</sup> mineraalse lämmastiku kasutamisele. Nisu puhul andis EC segu saagilisa, mis oli madalam küll optimaalsetest mineraalse N nomidest, kuid tagas siiski arvestatava enamsaagi.

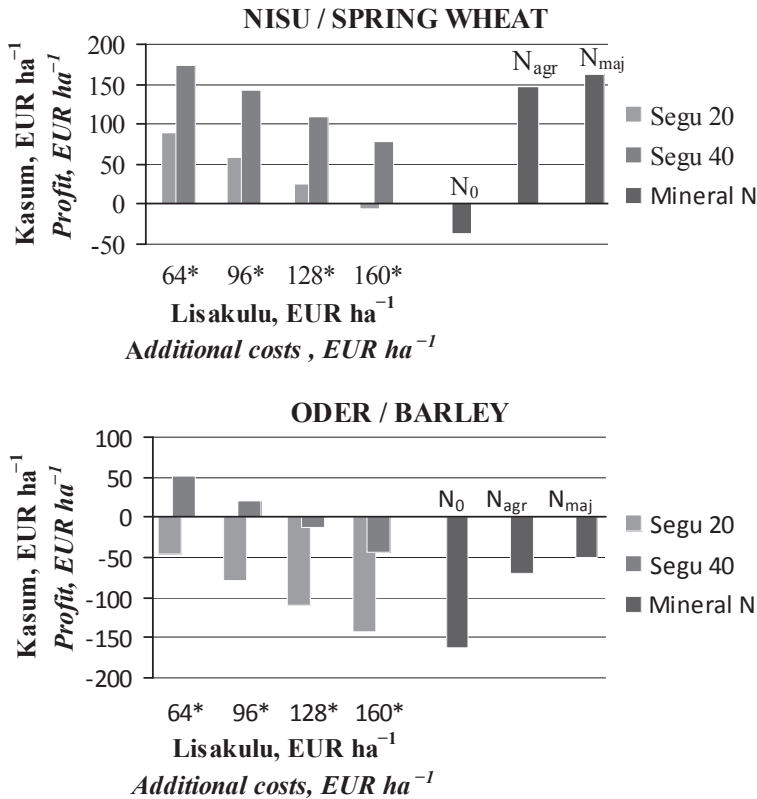
**Tabel 3.** EC katsevariantide saakide saamiseks vajalikud ekvivalentsed mineraalse lämmastiku kogused (kg ha<sup>-1</sup>) 2009. ja 2010. aastal

**Table 3.** Equivalent mineral nitrogen rates (kg ha<sup>-1</sup>) necessary instead of different norms of aspen pulp sludge mixture with clinker dust (EC segu) to crop yields of 2009 and 2010

Aasta/Year	Suvinisu / Springwheat		
	EC segu 20 t ha <sup>-1</sup>		EC segu 40 t ha <sup>-1</sup>
2010	50		85
	Oder/Barley		
	EC segu 20 t ha <sup>-1</sup>		EC segu 40 t ha <sup>-1</sup>
2009	111		160
	EC segu 20 t ha <sup>-1</sup>	EC segu 30 t ha <sup>-1</sup>	EC segu 40 t ha <sup>-1</sup>
2010	48	72	136

Kui eelnevalt sai tõestatud EC segu positiivset mõju saagile, siis tootjale muudab selle kasutamise mineraalväetistega võrreldes atraktiivsemaks kuluefektiivsus. Arvestusliku kasumi kujunemine sõltub kultuurist, väetusvariandist ja kulutasemest (joonis 1). Oder reageeris EC segu kasutamisele küll mõnevõrra paremini kui nisu (tabel 2), kuid etteantud hindade juures jäädakse kasumisse vaid 40 t ha<sup>-1</sup> normi kasutamisel madalamate orgaanilise väetise käitlemiskulude juures. Nisu kasvatamine andis kasumit sõltumata segu normist. 2010. aasta kasvutingimustes saadi kvaliteetne nisu terasaak, mis omakorda tagas toiduvilja realiseerimishinna ja viis tootmise kasumisse. Võrreldes optimaalsete mineraalväetise normidega, andis eelise ainult kõige madalam orgaanika käitlemiskulu variant. Odra kasvatamisel tagas mineraalväetiste

ees eelise vaid EC segu 40 t ha<sup>-1</sup> normi kasutamine. Madalam EC segu norm tagas eelise vaid 64 EUR ha<sup>-1</sup> käitlemise lisakulu juures.

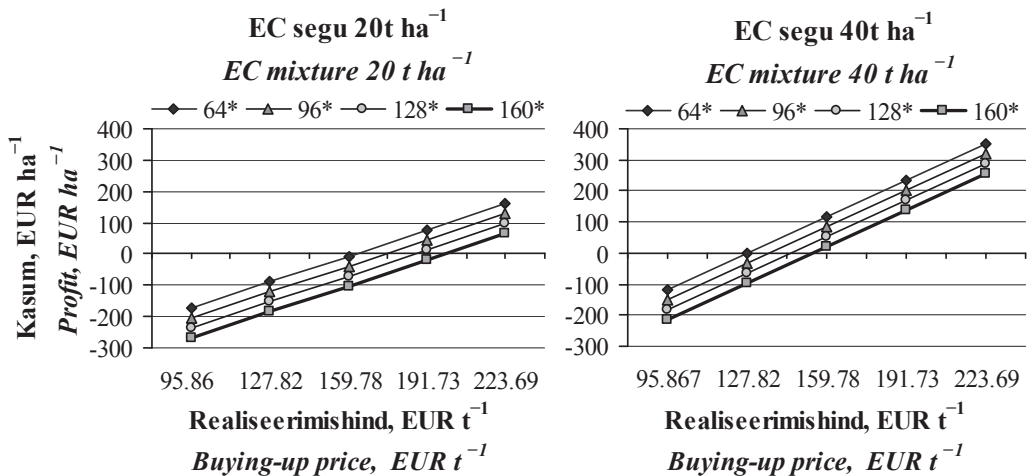


**Joonis 1.** Suviniisu 2010. aasta ja odra 2009–2010. a keskmise saagikuse alusel leitud arvestuslik kasum sõltuvalt väetisvariandist. \*EC segu käitlemise lisakulu, EUR ha<sup>-1</sup>  
**Figure 1.** Springwheat (2010) and barley (based on average yield of 2009–10) estimated profit based on different fertilizing regimes. \*Additional handling costs for EC mixture, EUR ha<sup>-1</sup>

Kui hetke majandussituatsioonis ei pruugi EC segu kasutamisel olla kulueelist mineraalväetiste ees (joonis 1), siis turukonjunktuuri (sisendi- ja realiseerimishindade) muutudes võib EC segu kasutamine saavutada eelise. 2009. aasta teravilja kokkuostuhinnad jäid 64 – 128 EUR t<sup>-1</sup> piirsesse, 2010. aastal on need ligikaudu kahekordistunud. Kui 20 t EC segu laotamisel arvestada käitlemiskuludeks 96 EUR ha<sup>-1</sup>, siis on kasumliku odrakasvatuse jaoks vajalik teravilja realiseerimishind ca 173 EUR t<sup>-1</sup> (joonis 2). EC segu norm 40 t ha<sup>-1</sup> tagab suurema enamsaagi ja kasumisse jõutakse madalama realiseerimishinna (137 EUR t<sup>-1</sup>) juures. Etteantud tingimustel ja alla 128 EUR t<sup>-1</sup> realiseerimishinna korral ei taga EC segu 40 t ha<sup>-1</sup> kasutamine ilma toetusteta kasumit (joonis 2).

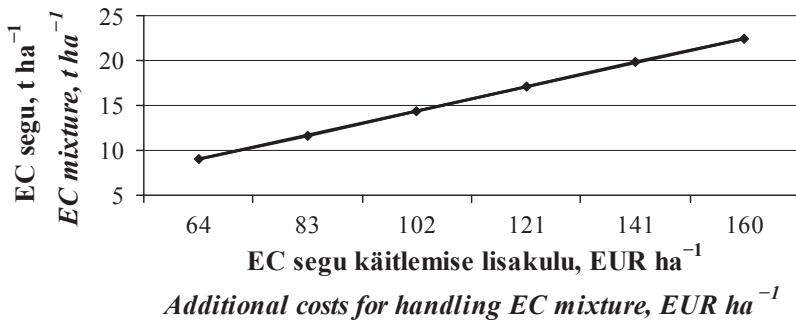
2010. aastal võimaldasid odra EC segu katsevariandid (20, 30, 40 t ha<sup>-1</sup>) leida saagi ja segu vahelise seose. Ühe tonni segu arvel saadi keskmiselt 53 kg enamsaaki. Etteantud odra kokkuostuhinna juures annab see 7 EUR lisatulu. Kui lähtuda orgaanika

laotamisega kaasnevast lisakulust 64 EUR ha<sup>-1</sup>, siis nende kulude tasa teenimiseks tuleks EC segu kasutada vähemalt normiga 9 t ha<sup>-1</sup>. Maksimaalse lisakulu korral on selle katteks vajalik EC segu norm vähemalt 23 t ha<sup>-1</sup> (joonis 3). Selline kogus segu annab enamsaagiks 1,2 t ha<sup>-1</sup>.



**Joonis 2.** Odrakasvatuse arvestusliku kasumi sõltuvus teravilja realiseerimishinnast ja EC segu käitlemise lisakulust 2010. a. \*EC segu käitlemisega kaasnev lisakulu, EUR ha<sup>-1</sup>

**Joonis 2.** Calculated profit for barley production depending on purchase price and EC mixture handling costs in 2010. \*Additional handling costs for EC mixture, EUR ha<sup>-1</sup>



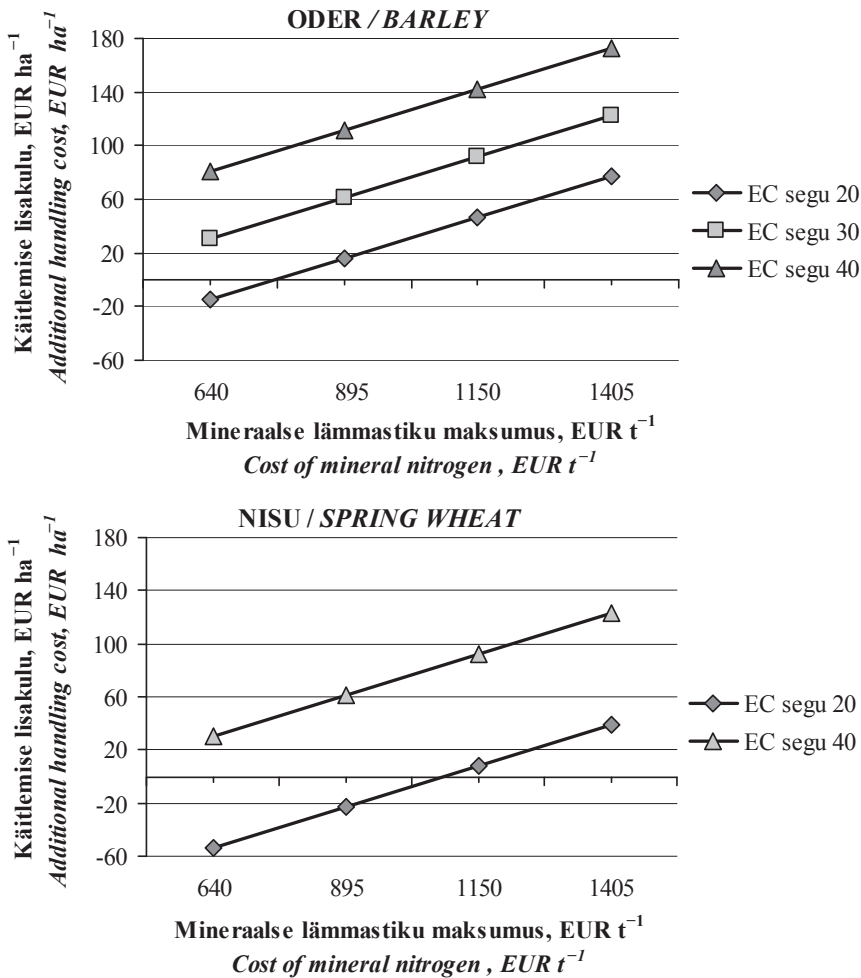
**Joonis 3.** Haava puitmassi tootmisjäägi ja klinkritolmu segu (EC segu) käitlemisega kaasneva kulu ja normi vaheline seos 2010. aasta odra saagi alusel

**Figure 3.** Aspen pulp sludge mixture with clinker dust (EC mixture) norm depending on handling costs in barley production 2010

Orgaaniliste väetiste käitlemisega kaasnevad kulud (laadimine, vedu, laotamine), nimetatud tööde tehnoloogia ja tasuvuse määrab suures osas ära veokaugus tekke- ja laotamiskoha vahel (Koik et al., 2009). Autorid on võrrelnud tahesõnniku käitlemisel (28 t ha<sup>-1</sup>) otseveo ja ümberlaadimise tehnoloogiat. Otseveo korral on ühe km kaugusele põllule transportimise ja laotamise lisakulud mineraalväetisega võrreldes 69 EUR ha<sup>-1</sup> ja suurenevad 9,8 EUR ha<sup>-1</sup> iga täiendava kilomeetri kohta. Koik et al.

(2009) poolt väljatoodu on mineraalväetise (18-8-16+3S+(Mg, B, Se)) hinna 432,8 EUR t<sup>-1</sup> juures.

Mineraalväetise hinna muutudes muutub ka orgaaniliste väetiste sealhulgas EC segu kasutamise majanduslik eelis ja selle käitlemise aktsepteeritav lisakulu. Mida kõrgem on mineraalväetiste hind, seda atraktiivsemaks muutub haava puitmassi jääkmuda segu kasutamine väetusainena. Odra kasvatamisel EC segu normiga 20 t ha<sup>-1</sup> saavutatakse sama kasum võrreldes mineraalse N 120 kg ha<sup>-1</sup> normiga, kui lämmastiku hind on 765 EUR t<sup>-1</sup> (joonis 4).



**Joonis 4.** EC segu käitlemise lisakulu tasuvuse piirmäär sõltuvalt mineraalse lämmastiku maksumusest, mis on määratud kui orgaanilise väetise käitlemise kulutase (EUR ha<sup>-1</sup>), mille juures 2010.a. EC katsevariantide arvutuslik kasum on võrdne N120 katsevariandi näitajaga.

**Figure 4.** Profitable limit of additional handling-costs of EC mixture depending on mineral nitrogen cost determined as handling costs limit for organic fertilizers (EUR ha<sup>-1</sup>) at a point where 2010 EC mixture calculated profit was equalized with profit for mineral N120.

Siiski ei ole toodud hindade juures EC segu kasutamine atraktiivne, kuna käitlemise lisakulud muudavad segu kasutamise kallimaks. Mineraalse lämmastiku hind 1405 EUR t<sup>-1</sup> võimaldaks 20 t ha<sup>-1</sup> seguga majandada täiendava 78 lisakulu euroga. EC segu 40-tonnise annuse mõju nii odra kui nisu saagikusele 2010. aastal tagaks mineraalse lämmastikuga võrreldes majandusliku eelise vastavalt 80 – 175 ja 30 – 120 EUR ha<sup>-1</sup> lisakulu juures. Seega teraviljakasvuks soodsal aastal ja kõrge mineraalse lämmastiku hinna tingimustes võib eeldada EC segu kasutamisest kasumieelist.

Käesolev analüüs annab esialgse ülevaate, millise lisakulu taseme juures võiks puitmassi tootmise jäätmel oma kasumieelist võrreldes mineraalväetistega. 2010. aasta turuhindade juures tasus odra kasvatamisel kasutada EC segu, kui selle käitlemise lisakulu võrreldes mineraalväetistega jäi vahemikku 35–135 EUR ha<sup>-1</sup>. Odraga võrreldes on nisu reageerimine mineraalsele lämmastikule parem ja EC segule tagasihoidlikum, mistõttu kujuneb maksimaalne aktsepteeritav lisakulu madalamaks ja EC segu kasutamine vähem atraktiivseks.

### **Kokkuvõte**

Käesolevad katsetulemused tõestavad EC jääkmuda ja klinkritolmu segu sobivust põllukultuuride väetamiseks ning järgnevatel aastatel tuleb hinnata veel selle järelmõju ning võimalikke muutusi mulla omadustele. Senised analüüsitulemused ei ole näidanud EC segu kasutamisega kaasnevat negatiivset mõju mulla kvaliteedile. Katsealale iseloomulikel madala huumusesisaldusega muldadel on EC segu kasutamine perspektiivne lahend tagamaks ka mineraalväetisteta kõrget produktioonitaset.

Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu suurendas mõlemal katseaastal usutavalt odra ja suvinisu saagikust ning selle kasutamine normiga 40 t ha<sup>-1</sup> omas võrdväärset mõju 120 kg mineraalse lämmastiku annusega. EC segu kasutamisel oli odra saagikasv võrreldes nisuga suurem. Poole väiksema normi korral jäi terasaak statistiliselt usutavalt väiksemaks odral umbes 30% ja nisul 16%.

EC segu kasutamine muutub teraviljatootja jaoks atraktiivseks, kui see omab majanduslikku eelist mineraalväetiste kasutamise ees. Käesoleva katse võrdluses on EC segu kasutamine majanduslikult otstarbekas, kui selle käitlemise lisakulud ei ületa 35–135 EUR ha<sup>-1</sup>. Mida kallimaks muutuvad mineraalväetised, seda suuremaks kujuneb EC segu konkurentsivõime väetisena. Globaalseid trende (suurenev toidunõudlus, fossiilsete energiaallikate piiratus jms) arvestades võib pikemas perspektiivis prognoosida EC jääkmuda kui võimaliku väetusaine suurenevat konkurentsivõimet võrreldes mineraalväetistega.

### **Kasutatud kirjandus**

- Astover, A., Kuldkapp, P., Leedu, E., Teesalu, T., Toomsoo, A., Rossner, H. 2009. Haava puitmassi tootmise jääkmuda mõju odra saagile. – *Teraviljafoorum 2009*, koost. O. Kreen. Põllumajandus-kaubanduskoda, lk. 30–31.
- Koik, E., Tamm, K., Vettik, R., Viil, P. 2009. Taimetoiteelementide põllule viimise kulud sõltuvalt väetise liigist. – *Agronoomia 2009*, 212–217.
- Teesalu, T., Astover, A., Toomsoo, A., Leedu, E. 2009. Haava puitmassi jääkmuda ja selle komposti mõju odra saagikusele. – *Agronoomia 2009*, 118–121.



## MEREADRUST ÜLDISELT JA SELLE KASUTAMISE VÕIMALUSTEST KARTULI KASVATAMISEL

**Marje Särekanno<sup>1,2</sup>, Katrin Kotkas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Eesti Maaviiljeluse Instituut, Taimebiotehnoloogia osakond EVIKA

<sup>2</sup>Põllumajandusuuringute keskus, Põllumajandusseire ja uuringute osakond

**Abstract.** Särekanno, M., Kotkas, K. 2011. Seaweed in general and utilization possibilities in growing potatoes. – *Agronomy 2010/2011*, 109–116.

*In 2010 the Department of Plant Biotechnology EVIKA, Estonian Research Institute of Agriculture started an experiment to determine the influence of seaweed on potato growth, in particular, its influence on potato productivity and quality. The experiment included five versions: 1) control (with nothing); 2) mineral fertiliser Cropcare 10-10-20; 0,1 kg m<sup>-2</sup>; 3) seaweed 1,5 kg m<sup>-2</sup>; 4) seaweed 3 kg m<sup>-2</sup>; 5) seaweed 5 kg m<sup>-2</sup>. The field trial area was 84 m<sup>2</sup>. The local early maturing potato variety "Maret", which was bred at the Plant Breeding Institute of Jõgeva was used. Year 2010 was droughty and hot throughout the vegetation period.*

*Using seaweed, the plants sprouted 7–10 days earlier than other variants. The plants with seaweed were more vigorous and stronger throughout the growing period. The most productive was variant seaweed 5 kg m<sup>-2</sup> (more tubers per plant, average weight of tuber, yield, and stems per plant). The variant using seaweed at 1,5 kg m<sup>-2</sup> produced more suitable seed-size tubers. In tuber quality, the results were similar in different variants. Mineral fertiliser influence did not appear this year. Trials continue.*

**Keywords:** potato, productivity, seaweed, tubers quality, tubers size distribution

**Marje Särekanno**, Department of Plant Biotechnology EVIKA, Estonian Research Institute of Agriculture, 6a Teaduse St., 75501 Saku, Estonia

Department of Agricultural Research and monitoring of Agricultural Research Centre, 4/6 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia

**Katrin Kotkas** Department of Plant Biotechnology EVIKA, Estonian Research Institute of Agriculture, 6a Teaduse St., 75501 Saku, Estonia

### Sissejuhatus

Põllumajanduses on tootmise vähenemise, üldise hinnatõusu ja maaviiljelusega ning väikeaiapidamisega tegelevate tootjate arvu kasvuga seoses süvenemas probleem - kuidas kompenseerida taimekasvatuses saagiga põldudelt eemaldatavaid toitainekoguseid ja parandada mulla orgaanilist viljakust. Keskkonna seisukohalt teeb muret viimasel ajal rannikuäärsete alade üha kiirenev kinnikasvamine, mille üheks põhjuseks on sinna ladestuv mereadru, mis otseselt soodustab roostumist ja randade loodusliku seisundi järk-järgulist halvenemist (Helcom, 2003). Sotsiaalses plaanis on rannäärsetel aladel suur tööpuudus ja sealsed elanikud on huvitatud tööhõive suurendamisest ning samal ajal randade puhtana hoidmise kaudu ka oma elukeskkonna paremaks muutmisest. Mitmele probleemile üheaegselt võimaliku lahenduse otsimine oligi ajendiks miks põllumajanduses kohaliku mereadru taaskasutusele võtmise teemaga tegelemist alustati.

Kuigi teadaolevalt on kohalikest randadest kogutud adru taimekasvatuses

kasutatud pikka aega, puuduvad Eestis siiani sellealased teaduslikult põhjendatud ja publitseeritud katsetulemused. Autorile teadaolevalt on viimastel aastatel erinevate kultuuridega lühiajalisi mereadruga väetamise katseid teostatud viljapuude ja marjakultuuridega Eesti Maaülikooli (EMÜ), Polli Aiandusuuringute Keskuses ja Rõhu katsejaamas. Erinevate põllukultuuridega katseid EMÜ, Põllumajandus- ja keskkonnainstituudis. Jõgeva Sordiaretusinstituudis on pooleli adrukatsed mahe tomati kasvatamiseks soovitude väljatöötamiseks.

2010. aastal Eesti Maaviiljeluse Instituudi (EMVI), Taimebiotehnoloogia osakonnas EVIKA planeeriti mereadru katse eeluuringuna. Esmaseks eesmärgiks oli koguda üldist teavet ja anda ülevaade mereadru kasutamise võimaluste kohta.

Korraldatud põldkatse eesmärgiks on välja selgitada otse rannast kogutava taheda mereadru erinevate koguste kasutamisel ilmnev mõju kartuli mugulasaagile ja kvaliteedile. Katset on plaanis jätkata ja kogutava info põhjal vormistada vajalikud soovitusel taimekasvatajatele.

## **Ülevaade mereadru kasutamise võimaluste kohta**

### ***Töõnduslik vetikavarude kasutamine***

Vetikad on looduses esmase orgaanilise aine tootjad. Veekogudes algab neist enamik toiduahelaid. Läänemere rannavete taimestikku iseloomustab neli vetikate vööndit: sini-, rohe-, pruun- ja punavetikate vöönd. Enam levinud on pruunvetiktaimed (*Phaeophyceae*), kuhu kuulub ca 265 perekonda ja 1500–2000 liiki ([http://www.botany.ut.ee/~olli/PE/protist\\_47.html](http://www.botany.ut.ee/~olli/PE/protist_47.html), 13.12.2010; *Wikipedia*, 13.12.2010). Ainsaks tänapäeval Läänemeres töõnduslikult tarbitavaks vetikaliigiks on punavetikas – agarik ehk *Furcellaria lumbicalis*, mis moodustab omapäraseid koosluseid koos teise punavetika liigiga *Coccotylus truncatus*. Punavetikate tähtsus tuleneb nende rakukestades hulgaliselt sisalduvatest kallerduvatest ainetest, millest tuntuim on agarik. Agarikust saadavat agarit kasutatakse laialdaselt meditsiinis, mikrobioloogias, toiduainete-, tselluloosi- ja tekstiilitööstuses (Helcom, 2003).

Töõnduslikult leiab kasutamist Väinameres leiduv vetikamass, kus agariku osakaal on suurem kui 75%. Kassari lahest on agarit välja püütud traaleritega alates 1966. aastast. Alates 1976 aastast hakati tormiheidiseid koguma ka Saaremaa ja Muhu randadest, mis on oluline täiendus väljapüütavale agarikule (Trei, 1991). Kahjuks ei ole aga Eesti vetest kogutav agarik tööstuse seisukohalt nii kvaliteetne kui soojades piirkondades kasvavatest punavetikatest pärit agar (Trei, 1974, Kukk, 1981; Martin et al. 1996; <http://bio.edu.ee/taimed/general/vetiktaimed.html>, 13.12.2010)

Läänemeres hinnatakse regulaarse seire käigus igal aastal mitmeid vetikate kooslust iseloomustavaid parameetrid nagu biomass, katvus, liigiline struktuur jt. Koosluse leviku pindala on kõikunud 30–180 km<sup>-2</sup>, kooslus on levinud 5–9 m sügavusel ja selle biomassi hinnatakse 30–40 tuhande tonnini märgkaalus (Helcom, 2003, Trei, 1974, 1978, 1991, Martin, et al. 1996).

Lisaks Väinamerele, on Läänemeres kirjeldatud sarnaseid kooslusi Taani vetes Kattégatis (Austin 1959) ja Poola ranniku lähedal Puck'i lahes (Kruk-Dowgiallo & Ciszewskiego, 1994).

Kirjanduse andmetel on osad pruunvetikad, peaaegslikult lehtadru *Laminaria* ja teised lähedased perekonnad mujal maailmas üsna olulise majandusliku tähtsusega. Hiinas ja Jaapanis korjatakse neid loodusest, aga kasvatatakse ka kunstlikult

(marikultuurid). Austraalias, Tansaalias, Jaapanis, Hiinas, Rootsis, Soomes ja teistes riikides on adrus sisalduvate erinevate vetikaliikide kasutamine leidnud rakendust toiduna, samuti ka toiduainete-, põllumajandus-, meditsiinitoodete-, ilutoodete- ja ravimitootmisega tegelevates majandusharudes (Trei, 1974, Kuk, 1981; Martin et.al. 1996; <http://bio.edu.ee/taimed/general/vetiktaimed.html>, 13.12.2010).

### ***Adru kasutamine põllumajanduses***

Eesti rannikualadel ja saartel on mereadru kasutatud aastasadu põllule "lisarammu" saamise eesmärgil ja sõnniku puudumise korral kasutatud selle asendajana, mis toidab mulda ja parandab mullaomadusi. Tormituulte poolt randa uhutava vetikavalli moodustavad peamiselt erinevad pruun- ja punavetikad. Sellest valdava osa moodustab pruunvetiktaimede hõimkonda kuuluv põisadru- *Fucus vesiculosus*. Praeguseks on otse randadest kogutava mereadru kasutamine orgaanilise väetisena praktiliselt olematu, samas keskkonna tingimuste halvenemise tõttu on merest väljauhutava adru kogus järjest suurenenud. Põhjuseks merevees fosfori- ja lämmastikuühendite suurenemise tõttu ilmnev vetikate vohamine ja suurenev hapnikupuudus mere põhjakihtides ([http://www.helcom.fi/environment2/eutrophication/en\\_GB/front](http://www.helcom.fi/environment2/eutrophication/en_GB/front), 13.12.2010).

Mujal maailmas on adrust või selle baasil toodetud kasvuainete kasutamine taimekasvatades leidnud laialdast rakendust. Teadaolevalt alustati adru põllumajanduses kasutamise alaste teaduslike uuringutega 20. sajandi neljakümnendatel aastatel Kanadas ja USA-s. Esimene rahvusvaheline adru teemaline sümpoosium toimus 1952. aastal Edinburgis ("First International Seaweed Symposium"), osales 21 riiki. Nüüdseks on adru põllumajandusliku kasutamise uuringutega tegelevate riikide arv märgatavalt suurenenud ja välja on töötatud, põllumajanduses kasutatavad, erinevatel tehnoloogiatel põhinevad adru baasil toodetavad toodetesarjad (Craigie, 2010).

Aastast 1974 Tansaalias ja Austraalias teostatud uurimisöö tulemusena töötati mereadru baasil välja toodetari "Seasol", mida realiseeritakse suure eduga paljudes riikides erinevate kultuuride saagikuse ja haiguskindluse tõstmiseks (<http://www.nrrbs.com.au/fertseasol.htm/>, 13.12.2010; <http://www.seasol.com.au/>, 13.12.2010).

Šotimaal välja töötatud, mereadru ekstraktil põhinevaid taimede juurdumist ja kasvu soodustavaid ning haiguskindlust tõstvaid tooteid, „Maxicrop“ kaubamärgi all turustatakse praeguseks 40 erinevas riigis (<http://www.maxicrop.co.uk/>, 13.12.2010).

Adrujahu baasil Soome firma Biolan Oy poolt toodetavad erinevad loodusväetised on müügiedu leidnud ka Eestis, eeskätt väikeaiapidajate ja lillekasvatajate hulgas ([http://www.biolan.fi/estonia/default.asp?active\\_page\\_id=1](http://www.biolan.fi/estonia/default.asp?active_page_id=1), 13.12.2010).

Erinevate kultuuride adrul kasvatamise meetodikaid ja nõuandeid kasvatajatele vahendatakse aiapidajatele suunatud arvukatel interneti kodulekülgedel (<http://forums2.gardenweb.com/forums/load/cornucop/msg012205442502.html>, 13.12.2010; <http://www.bbc.co.uk/dna/mbgardening/NF2759005?thread=7482055&post=95721896>, 13.12.2010).

Põllumajanduses turustatava adru osakaal moodustab teadaolevalt 1% kogu adru toodangust (Craigie, 2010).

## **Materjal ja meetodika**

Katse korraldati Sakus, EMVI kartuli katsepõllul (59.3N, 24.7E). Katseala mullatüüp oli liivsavi, *Sceletic Regosol* (WRB, 2006). Katse alustamisel määrati mulla keemiline koostis: pH 5,4 (ISO 10390); P 97 mg kg<sup>-1</sup>; K 145 mg kg<sup>-1</sup>, Mg 92 mg kg<sup>-1</sup> Melich III järgi. Katses oli 5 varianti: 1) kontroll (adru ja mineraalväetiseta); 2) mineraalväetis (Cropcare 10-10-20; 0,1 kg m<sup>-2</sup>); 3) mereadru 1,5 kg m<sup>-2</sup>; 4) mereadru 3 kg m<sup>-2</sup>; 5) mereadru 5 kg m<sup>-2</sup>. Kasvatati Jõgeva SAI aretatud varajast sorti „Maret“. Katseala suuruseks oli 84 m<sup>2</sup>, katse koristati neljas korduses. Kasutatud mereadru koguti Vormsi saarelt, Kärslety rannast, vahetult enne mugulate mahapanekut. 19. mail laotati adru käsitsi vao põhja, sellele järgnes kohene mugulate mahapanek ja vagude kinnijamine. Kasutati tavapärasest kartuli kasvatamise agrotehnoloogiat, keemilist taimekaitset ei teostatud. Saak koristati 30. augustil. Katseandmed töödeldi dispersioonanalüüsi meetodil.

Vegetatsiooniperioodid teostati fenoloogilisi vaatlusi, mille käigus hinnati taimede arengut (tärgamine, õitsemine, varte arv). Koristamisel iga korduse mugulad loendati; kaaluti; fraktsioneeriti ( $\varnothing < 30$  mm,  $\varnothing 31-59$  mm ja  $\varnothing > 60$  mm mugulad). Hinnati mugulate kuju, ühtlikkust ja üldist väljanägemist.

Mereadru ja mulla keemiline koostis, samuti koristusjärgne mugulate kvaliteedi analüüs (tärglise sisaldus, nitraatiooni ja jälgelementide P, K, Ca, Mg sisaldus) määrati Põllumajandusuuringute Keskuses (PMK).

## **Põldkatse tulemused ja arutelu**

Keemilise analüüsi põhjal sisaldas mereadru soodsas vahekorras enamasti kõiki taimede vajaminevaid makro- ja mikroelemente (pH<sub>KCL</sub> 6,6; N 8,1 kg t<sup>-1</sup>; P 0,55 kg t<sup>-1</sup>; K 4,2 kg t<sup>-1</sup>; Mg 1,8 kg t<sup>-1</sup>; Cu 1,9 kg t<sup>-1</sup>; B 28,9 kg t<sup>-1</sup>), olles toitainete sisalduse poolest võrdväärne taheda veisesõnnikuga.

2010. aasta vegetatsiooniperiood osutus ilmastiku poolest keeruliseks ja kasvutingimuste poolest kartuli kasvuks ebasoodsaks. Maikuu kolmandas dekaadis, vahetult peale mugulate mahapanekut, muutus ilm külmaks ja eelnevate aastatega võrreldes idanesid mugulad ajaliselt kauem. Mereadru kasutamise variantides tärkasid mugulad nädala võrra varem, võrreldes ülejäänud katsepõlluga. Põhjuseks tõenäoliselt mereadrus sisaldunud niiskus ja orgaanilise aine lagunemisel aktiveerunud mikroorganismide tegevuse tulemusena kiiremini soojenenud muld, mis tagas mugulate kiirema idanemise.

Taimede edasist kasvuperioodi 2010. aastal iseloomustas pikk kuiv ja kuum periood kuni juuli keskpaigani, mil taimed said turgutust üksikute, tugevate sajupäevade niiskusest. Taimiku kasvuaegsel visuaalsel hindamisel ilmses, et adru variantides kasvanud taimed olid kogu kasvuperioodi vältel tugevamad ja jõulisemad võrreldes kontrollvariandi ja mineraalväetist saanud variantidega. Arvatavasti said taimed adru massist kasvuks vajalikul tasemel toitaineid. On teada, et orgaanilise aine lagunemise tulemusena vabaneb otseselt vaid osa toitaineid, osa lämmastikust, fosforist ja kaaliumist seotakse mulla mikroorganismide poolt, osa aga seotakse mulla mineraalide ja huumuse koosseisu. Teisiti öeldes, neid toitaineid ei uhuta mullast välja. Nii moodustub toitainete varu taimedele ja suureneb mulla huumusesisaldus. Kirjanduse andmetel muudetakse põhiosa mereadrus sisalduvatest toitainetest mikroorganismide vahendusel taimedele kättesaadavaks juba esimesel kasutusaastal, lisaks sisalduvad

mereadru tugevatoimelised looduslikud mõjuained mis aitavad taimedel teisi toitaineid omandada ja parandavad seeläbi ka nende tervist (Kärblane, 1996).

Katse korraldamisel eeldasime, et adru kasutamisel võib probleemiks kujuneda rohke lühiajaliste umbrohtude vohamine. Tegelikult seda ei juhtunud, arvatavasti õigel ajal teostatud vaheltharimiste, aga osaliselt ka kuiva ja kuumade suve tõttu.

Saagiandmete dispersioonanalüüsi põhjal (tabel 1) osutus käesoleva aasta tingimustes produktiivseimaks mereadru 5 kg m<sup>-2</sup> (variant). Eelnimetatud variandi korral saadi kontrollvariandi suhtes oluliselt suurem mugulate arv, ühe pesa keskmine mass, saak ning varte arv pesas. Mineraalväetist saanud variandi tulemuste põhjal võib järeldada, et mineraalväetise mõju selle aasta kasvutingimustes ei avaldunud, ehk, et taimed ei suutnud väetise potentsiaali saagiks realiseerida tänu kuumale ja kuivale suvele. Meie katse põhjal tehtud üldistus ühtib ka P. Viili (2010) poolt samal aastal teraviljade kasvu kohta tehtud üldistusega – „Väetamise intensiivsus ei vähendanud põua negatiivset mõju külvikorra produktiivsusele“.

**Tabel 1.** Saagi struktuur

**Table 1.** Yield structure

Variant <i>Variant</i>	Mugulate arv taime kohta, tk <i>Number of tubers per plant</i>	Mugula keskmine mass, g <i>Average weight of tuber, g</i>	Saak, kg m <sup>-2</sup> <i>Yield, kg m<sup>-2</sup></i>
Kontroll/ <i>Control</i>	9,5	56,1	2,23
Mineraalväetis <i>Mineral fertiliser</i> 0,1 kg m <sup>-2</sup>	7,4	72,1*	2,24
Mereadru / <i>Seaweed</i> 1,5 kg m <sup>-2</sup>	12,3*	52,6	2,70
Mereadru / <i>Seaweed</i> 3 kg m <sup>-2</sup>	11,9	56,6	2,81*
Mereadru / <i>Seaweed</i> 5 kg m <sup>-2</sup>	12,5*	59,9	3,13*
PD <sub>95%</sub> / <i>LSD</i> <sub>95%</sub>	2,7	10,5	0,48

PD<sub>95%</sub> / *LSD*<sub>95%</sub> – piirdiferents 95% tõenäosuse korral / *Least significant differences at 95%*

\* statistiliselt oluline erinevus kontrollvariandi suhtes (P < 0,05) / *Significant differences (P < 0.05) between variants*

Kartul tarbib õitsemise ja mugulate intensiivse kasvu ajal rohkesti vett, mida katseaastal nappis. Produktiivne veevaru oli juulis ja augustis optimaalsest väiksem, langedes künnikihis juuli lõpuks alla kriitilise piiri. Pealsed närbusid, mugulate kasv oli väga väike või peaaegu seiskunud. Augustikuu sadudest niiskusevarud paranesid ning mugulate kasv intensiivistus alles kuu lõpus. Vihmad jäid 2010. a hiljaks varajaste sortide jaoks, mistõttu nende mugulad jäid väikeseks (Keppart, 2010). See leidis kinnitust ka meie katses. Katse variandist olenemata jäi saak madalaks ja mugulasaak koosnes valdavalt väiksematest mugulatest, kui kasvuks soodsatel aastatel on sordile „Maret“ iseloomulik. Statistilisele andmetöötlusele tuginedes saadi kontrollvariandi suhtes mineraalväetisega väetatud variandis oluliselt enam suuri ( $\varnothing > 60$  mm) ja

oluliselt vähem väikseid mugulaid ( $\varnothing < 30$  mm). Seemnefraktsiooniks sobilikuma suurusega mugulaid ( $\varnothing 31\text{--}59$  mm) saadi oluliselt rohkem mereadru  $1,5 \text{ kg m}^{-2}$  kasutamise variandis (tabel 2).

Kõigis katsevariantides oli mugulate kuju ühtlane, koor sile ja hariliku kärna nakkuseta, mida võib välja tuua aasta eripärana. Asjaolu, et mugulad ei nakatunud harilikku kärna, mida kuivadel ja kuumadel aastatel tihti juhtub, viitab sellele, et mugulate moodustumise alguses (juuli I dekaad) pidi mullas olema piisavalt niiskust, et kiirikseente poolt põhjustatavat hariliku kärna nakkust ei ilmnenu. Adrus sisalduva niiskuse arvele seda panna ei saa, sest kärnavabad olid ka kontrollvariandi ja mineraalväetist saanud variantide mugulad.

**Tabel 2.** Saagi fraktsioonilisus ja selle erinevus kontrollvariandi suhtes

**Table 2.** The tuber size distribution and its difference from control

Variant / Variant	$\varnothing < 30$ mm		$\varnothing 31\text{--}59$ mm		$\varnothing > 60$ mm	
	%	Erinevus, % Difference, %	%	Erinevus, % Difference, %	%	Erinevus, % Difference, %
Kontroll / Control	18,7	0,0	70,2	0,0	11,1	0,0
Mineraalväetis Mineral fertiliser $0,1 \text{ kg m}^{-2}$	8,5	-10,2*	68,8	-1,4	22,7	11,6*
Mereadru / Seaweed $1,5 \text{ kg m}^{-2}$	16,1	-2,6	77,8	7,6*	6,1	5,0*
Mereadru / Seaweed $3 \text{ kg m}^{-2}$	19,4	0,7	67,6	-2,6	13,0	1,9
Mereadru / Seaweed $5 \text{ kg m}^{-2}$	22,0	3,3	65,7	-4,5	12,3	1,2
PD <sub>95%</sub> / LSD <sub>95%</sub>		6,2		7,2		4,4

PD<sub>95%</sub> / LSD<sub>95%</sub> - piirdiferents 95% tõenäosuse korral / Least significant differences at 95%

\* statistiliselt oluline erinevus kontrollvariandi suhtes ( $P < 0,05$ ) / Significant differences ( $P < 0,05$ ) between variants

PMK-s teostatud mugulate kvaliteedi analüüsi tulemused olid variantide lõikes sarnased (tabel 3). Suurem oli küll nitraatiooni sisaldus mineraalväetise ja mereadru kasutamise variantides, mis on igati põhjendatud, kuna kontrollvariandis täiendavalt lämmastikku ei lisatud ja mugulate moodustumine toimus mullas sisalduva lämmastiku arvel. Nitraatide salvestumine saagis näitab N sisaldust mullas kasvamise ajast kuni koristusajani. Lisaks mõjutab mugulate nitraadisaldust mugulates kasvuaja ilmastik, sort ja muud tegurid (Margna & Reinik, 2005).

Katses fikseeritud mugulate nitraadisaldus (tabel 3) jääb juurviljade nitraadisalduse klassifitseerimise meetoodika kohaselt madala nitraadisalduse ( $10\text{--}150 \text{ mg kg}^{-1}$ ) klassi, ega kujuta mingit ohtu inimese tervisele. Tärgluse sisaldus ja makroelementide P; K; Ca, Mg sisaldus oli erinevate katsevariantide korral mugulates praktiliselt võrdne.



**Tabel 3.** Mugulate kvaliteet**Table 3.** *Tuber quality*

Variant <i>Variant</i>	Tärklise sisaldus, % <i>Starch content, %</i>	NO <sub>3</sub> mg kg <sup>-1</sup>	Sisaldus kuivaines, % <i>Content in dry weight, %</i>			
			P	K	Ca	Mg
Kontroll <i>Control</i>	22,4	29,3	0,193	1,79	0,029	0,077
Mineraalväetis <i>Mineral fertiliser</i>	22,1	58,5	0,172	1,73	0,024	0,078
Mereadru <i>Seaweed</i>	22,7	89,9	0,184	1,78	0,028	0,074

### Kokkuvõte

Mereadru kasutamisel:

- tärkaside taimed 7–10 päeva varem;
- taimik oli jõulisem ja ühtlasem kõigis mereadru saanud variantides;
- produktiivseimaks osutus mereadru kogus 5 kg m<sup>-2</sup> (suurim mugulate arv, ühe pesa keskmine mass, saak ning varte arv taime kohta);
- mereadru 1,5 kg m<sup>-2</sup> variandis saadi suurim kogus seemnefraktsiooniks sobiliku suurusega mugulaid;
- mugulate kvaliteedi osas olid tulemused sarnased.

Mineraalväetise kasutamisel:

- saadi teiste variantidega võrreldes arvuliselt vähem, aga oluliselt suurema ühe mugula keskmise massiga mugulaid;
- saadi oluliselt enam suuri ( $\varnothing > 60$  mm) ja oluliselt vähem väikseid mugulaid ( $\varnothing < 30$  mm) teiste variantidega võrreldes;
- mineraalväetise täielik mõju selle aasta kasvutingimustes jäi avaldumata arvatavasti kuuma ja kuiva kasvuperioodi tõttu.

Kuna katse tulemused piirduvad ühe aasta tulemustega, on selge, et lõplike järelduste tegemiseks sellest ei piisa ja katseid tuleb jätkata. Arvata võib, et tänu keerulistele ilmastikuoludele ei avaldunud ka mereadru täielik potentsiaal orgaanilise väetisena. Osa vetikate massist oli mullas saagi koristamisel alles lagunemata. Edaspidistes katsetes tuleks täiendavalt uurida ka mereadru järelmõju mullas ja mulla mikrobioloogilist elutegevust.

### Tänuavaldused

Uurimist toetas Põllumajandusministeeriumi programm “Sordiaretusprogramm 2009–2019”.

### Kasutatud kirjandus

Austin, A.P. 1959. Observation on *Furcellaria fastigiata* (L.) Lam. Forma *aegagropila* Reinke in Danish waters together with a note on other unattached algal forms. – *Hydrobiologia* **14**, 255–277.



- Craigie, J.S. 2010. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. – *Journal of Applied Physiology*, DOI: 10.1007/s10811-010-9560-4
- HELCOM, 2003. Kassari lahe töenduslikult tarbitav punavetikakooslus: varude hindamine ja prognoos. <http://www.talveakadeemia.ee/2006/artikkelEeskujuks.pdf>, (13.12.2010.).
- Keppart, L. 2010. Tänavune suvi taimekasvatuses. – *Maamajandus*, okt, 13–15.
- Kruk-Dowgiallo, L. & Ciszewskiego, P. 1994. Zatoka Pucka: mozliwosci rewaloryzacji. *Institut Ochrony Srodowiska*, Warszawa, 23.
- Kärblane, H. 1996. Orgaanilised väetised. – *Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*, lk. 107–145.
- Kukk, H. 1981. Inimtegevuse mõju Väinamere töenduslikule punavetikale agarikule (*Furcellaria lumbricalis*). – *Inimtegevus ja keskkonnakaitse: teaduslik-praktiline konverents 19 ja 20. märtsil 1981.a.*, Eesti NSV TA, Tallinn, lk. 79–91.
- Margna, L., Reinik, M. 2005. Toidu kvaliteedi ja ohutuse seire Saasteainete seire 2004. a. [http://www.agri.ee/public/saasteainete\\_seire\\_2004.pdf](http://www.agri.ee/public/saasteainete_seire_2004.pdf), (22.12.2010.).
- Martin, G., Paalme, T. & Kukk, H. 1996. Long term dynamics of the commercially useable *Furcellaria lumbricalis*-*Coccotylus truncatus* community in Kassari Bay, West Estonian Archipelago, the Baltic Sea. – In *Proc. of Polish-Swedish symposium on Baltic Coastal Fisheries: Resources and Management*. Sea Fisheries Institute, Gdynia., p. 121–129.
- Trei, T. 1991. *Taimed Läänemere põhjal*. Valgus, Tallinn, 129.
- Trei, T. 1978. The physiognomy and structure of the sublittoral macrophyte communities in Kassari Bay (an area between the Isles of Hiiumaa and Saaremaa) – In *Kieler Meeresforsch., Sonderheft*, **4**, 117–121.
- Trei, T. 1974. Agarik. – *Eesti loodus* **17**, 646–647.
- Viiil, P. 2010. Ilmastik mõjutab saaki suurel määral. – *Maamajandus*, okt, 10–12.
- Vikipedia., Agar. <http://et.wikipedia.org/wiki/Agar>, (13.12.2010.).
- WRB, 2006. Reference Base for Soil Resources. *World soil Resources Reports* **103**, 92–93. (<http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2006final.pdf>, 22.12.2010.).

## **KARTULI MAHAPANEKUEELSE ETTEVALMISTUSVIISI MÕJU HILISE KARTULI 'ANTI' SAAGIKUSELE**

**Berit Tein, Vyacheslav Eremeev**  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** *Tein, B., Eremeev, V. 2010. The effect of pre-planting treatment of tubers on yield of late potato cultivar 'Anti'. – Agronomy 2010/2011, 117–122.*

*The trials were carried out in 2006 and 2008 at the Department of Field Crop and Grassland Husbandry of the Estonian University of Life Sciences. The yield, commercial tubers and commercial yield of late maturing potato was studied in cultivar 'Anti'. In the experiments five different potato pre-planting thermo-treatments were used – pre-sprouting (PS), thermal shock 2, 4 and 6 days (TS2, TS4, TS6), pre-sprouting with thermal shock (PS+TS) and one non thermo-treated (0) variant. The experiments showed that when growing a late maturing potato cultivar, pre-sprouting tubers should be used. Pre-sprouting gave in both experimental years consistently high yields when other thermo-treated variants had large variations in yields. Thermo-treated tubers gave higher yields compared to the variant where thermo-treatment was not used.*

**Keywords:** *physiological age, pre-sprouting, thermal shock, thermo-treatment*

**Berit Tein, Vyacheslav Eremeev,** *Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St., EE51014 Tartu, Estonia*

### **Sissejuhatus**

Käesoleval ajal on kartul enamikus maades üks põhilisi toiduaineid, milleta ei osata läbi saada. Seega on kartulil kindel koht maailma tähtsamate toiduviljade seas (Kiik, 1989). Kartul on ka Eestis üks tähtsamaid toiduaineid selle kultuuri viljelemiseks soodsa kliima tõttu (Lõhmus, 2002) ning oma suure saagivõime ja mitmekülgsuse kasutamisevõimaluste pärast (Säga, 2000).

Hilise kartuli kasvatamise eesmärgiks on saada võimalikult hea säilivusega talvekartul. Kuna hilisemad sordid on pikema kasvuajaga kui varajasemad, siis on võimalik hilistelt sortidelt saada suuremaid saake kui varajastelt.

Mitmesugused võtted enne mugulate mahapanekut võivad mõjutada saakide suurust, kvaliteeti (Leszczyński, 1989) ja valmimise aega. Et saada varem ja rohkem kaubanduslikke saake, tuleks seemnemugulaid mahapanekueelselt termiliselt töödelda. Mugulate termiline töötlemine kiirendab kartuli tärkamist ning seeläbi on idandatud mugulatelt võimalik saada varem kaubanduslikku saaki kui idandamata mugulatelt (Firman, Allen, 2007). Seemnemugulate termiline töötlemine lisab mugulatele füsioloogilist vanust ning lühendab aega, mis on vajalik, et mugulasaak saaks koristusküpseks (Allen, et al., 1992). Mugula füsioloogiline vanus võimaldab idudel paremini areneda ja suurendab nende arvukust, samuti mõjutab taime kasvudünaamikat ning suurendab mugulasaaki (van der Zaag, van Loon, 1987; Burke, O'Donovan, 1998).

Eelidandamisele, kui aja- ja töömahukale seemnemugulate ettevalmistusviisile, nähakse asendust soojalöögi näol, mis on vähem energiat ja aega nõudev. Varasemalt

on uuritud, kuidas soojalöök 2 päeva ja eelidandamine mõjutavad varajaste ja keskvalmivate sortide saagikust, kuid pole uuritud soojalöögi 4 ja 6 päeva ning soojalöögi ja eelidandamise koosmõju (termotöötlemisaja pikendamine) hilise kartuli saagikusele. Käesoleva uurimustöö eesmärgiks ongi uurida, kuidas soojalöögi erinevad variandid mõjutavad hilise kartulisordi 'Anti' saagikust, kaubanduslike mugulate osakaalu suurst kogusaagist ning kaubandusliku saagi suurst kogusaagist.

## **Materjal ja meetodika**

Katse korraldati Eesti Maaülikooli taimekasvatuse ja rohumaa viljeluse osakonna katsepõldudel Eerikal 2006. ja 2008. aastal. Katselappide suurus oli mõlemal katseaastal 15,4 m<sup>2</sup> ning katselappe oli kokku 24 – kuus varianti neljas korduses. Variantid paigutati katsesse randomiseeritult. Katsetes kasutati hilist kartulisorti 'Anti'. Vagude vaheläius oli 70 cm ja mugulate kaugus vaos 25 cm. Katseala mullastik on liivsavi löimisega näivleetunud muld. Katses kasutati agrotehnikat, mis on iseloomulik kartulikatsetele.

Katses kasutati järgmisi variante: 1. Töötlemata variant (0) – seemnemugulad viidi põllule otse keldrist, termilist töötlemist ei toimunud; 2. Soojalöök 2 (SL2) – soojalööki alustati nädal enne mahapanekut ja seemnemugulaid soojendati 2 päeva 30 °C juures, seejärel hoiti 5 päeva soojas (12–15 °C) ja valgustatud ruumis (Lõhmus et al., 1999; Ereemeev et al., 2008); 3. Soojalöök 4 (SL4) – seemnemugulate soojendamine, alustati nädal enne mahapanekut, 4 päeva 30 °C juures, seejärel 3 päeva soojas (12–15 °C) ja valgustatud ruumis; 4. Soojalöök 6 (SL6) – seemnemugulate soojendamist alustati nädal enne mahapanekut ja see kestis 6 päeva 30 °C juures, seejärel 1 päev soojas (12–15 °C) ja valgustatud ruumis; 5. Eelidandamine (E) – mugulaid hoiti 38 päeva enne mahapanekut küllaldase niiskusega valgustatud ruumis temperatuuril 12–15 °C (Ereemeev et al., 2005); 6. Soojalöök ja eelidandamine (SL+E) – seemnemugulate soojendamine 2 päeva 30 °C juures, seejärel 36 päeva soojas (12–15 °C) ja valgustatud ruumis.

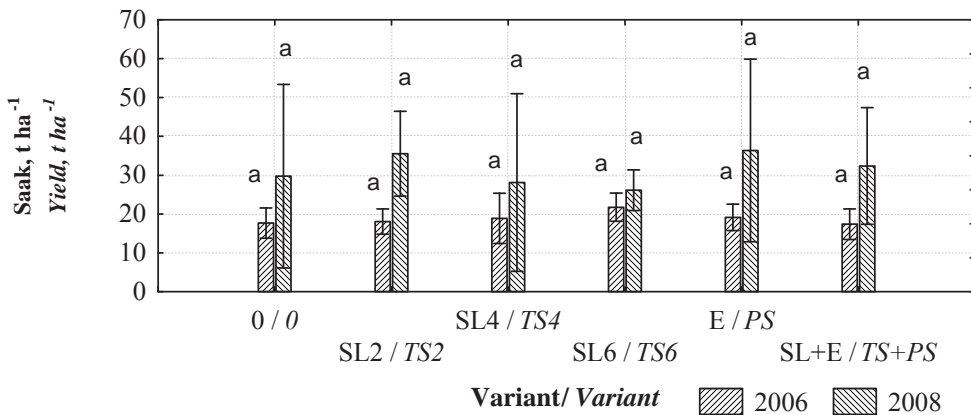
Kasvuaastate ilmastik oli erinev: 2006. aasta oli soe ja küllaltki põuane (sademeid kasvuperioodi jooksul 177,4 mm). Kasvuaja temperatuurid kõikusid suhteliselt palju ning sademete jaotumine oli väga ebahütlane. Intensiivsel mugulate moodustumise ja kasvu perioodil (juuni lõpp–augusti algus) olid temperatuurid kõrgemad või ligilähedased paljude aastate keskmistele temperatuuridele, kuid samal perioodil oli sademeid äärmiselt vähe, jäädes oluliselt alla ka paljude aastate keskmistele sademetele. 2008. aasta oli mõnevõrra jahedam kui 2006. aasta ning kasvuaja temperatuurid jäid natuke alla paljude aastate keskmistele. Sademeid oli 2008. aasta kasvuperioodil rohkem, kokku 309,6 mm. Kohati oli perioode, kus sademeid oli tunduvalt rohkem (juuli teine ja augusti esimene dekaad), kui paljude aastate keskmiselt samal perioodil. 2008. kasvuaastal tekkis seetõttu kohati probleeme ka liigniiskusega

Katseandmed töödeldi statistiliselt regressioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutati andmetöötlusprogrammi Statistica 7.0 (Anova, Fisher LSD test) (Statsoft, 2005).

## Tulemused ja arutelu

Seemnemugulate eelidandamine kindlustab pikema kasvuajaga sortide valmimise, kiirendab saagi formeerumist ja aitab parandada ka saagikust. Soojalöök kiirendab mugulate valmimist, nii et mugulad saaksid varem koristusküpsiks. Samuti kiirendab soojalöök pealsete kasvu, mille tõttu vaovahed kattuvad kiiremini (Jõudu, 2002) pakkudes umbrohtudele suuremat konkurentsi. Kui eelidandamisega on enne kartuli mahapanekut hiljaks jäädud, siis on võimalik see asendada vähem aeganõudva soojalöögi.

2008. aasta ilm oli kartulikasvuks sobivam kui 2006. aasta ilm. 2006. aasta katseala muld oli põua tõttu suhteliselt kõva, mis pärssis ka mugulate arenemist ja kasvamist. Seetõttu olid 2006. kasvuaasta variantide keskmised saagid väiksemad kui 2008. aasta saagid (joonis 1).



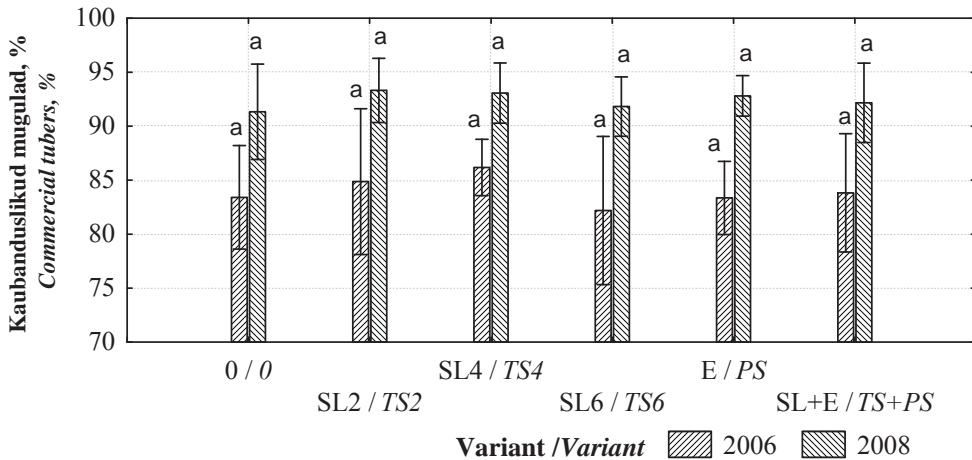
**Joonis 1.** Kogusaak, t ha<sup>-1</sup>. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0,05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega (Anova, Fisher LSD test)

**Figure 1.** Total yield, t ha<sup>-1</sup>. Means followed by a different letter in the same row are significantly different ( $P < 0.05$ ) (Anova, Fisher LSD test)

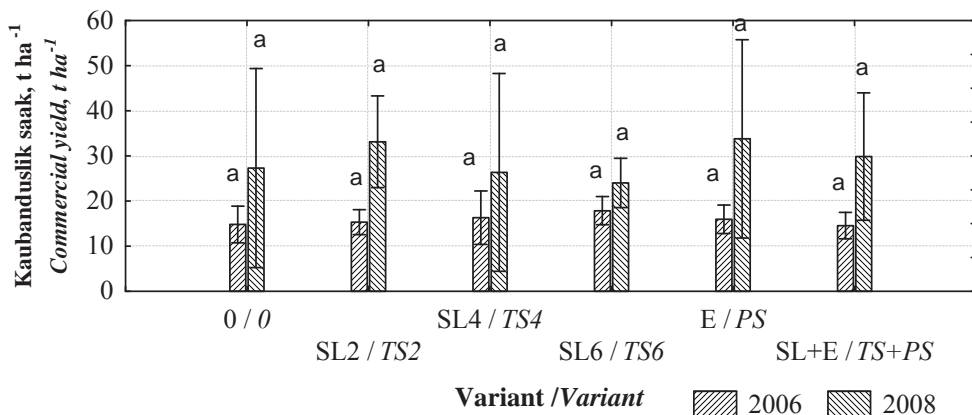
Andmete statistilisel läbitöötamisel selgus, et usutavaid erinevusi, sõltuvalt mugulate ettevalmistusviisist variantide kogusaagile mõlemal katseaastal ei ilmnenud. Suurima keskmise kogusaagiga oli 2006. aastal variant SL6 – 21,8 t ha<sup>-1</sup>. Järgneb variant E – 19,1 t ha<sup>-1</sup>. Väikseim kogusaak saadi variandilt SL+E – 17,4 t ha<sup>-1</sup>. Suurim keskmine kogusaak saadi 2008. aastal variandilt E – 36,4 t ha<sup>-1</sup>, järgnes variant SL2 – 35,5 t ha<sup>-1</sup>. Madalaimaks osutus keskmine kogusaak variandil SL6 – 26,1 t ha<sup>-1</sup>. Katsesest selgus, et soojalöögi töödelatud variantidel esines kahe katseaasta jooksul palju saagikõikumisi. Variant, mis ühel aastal võis olla saagikas jäi teisel katseaastal saagikuses teistele oluliselt alla.

Kaubanduslikeks mugulateks loeti mugulad, millede läbimõõt oli üle 35 mm. Mida suurem on kaubanduslike mugulate osakaal kogusaagist, seda suuremat tulu on võimalik saada nende mugulate realiseerimisel. Keskmine kaubandusliku saagi osakaal kogusaagist oli mõlemal katseaastal kõikidel variantidel vähemalt üle 80% kogusaagist (joonis 2). Vaatamata sellele, et variandi SL4 kogusaak oli nii 2006. kui 2008.

katseaastal keskmiste seas, saadi antud variandilt mõlemal katseaastal ühed suurimad kaubandusliku saagi osakaalud kogusaagist (2006. aastal 86% ja 2008. aastal 93%). Variandi SL2 keskmine kaubanduslike mugulate osakaal kogusaagist 2006. aastal oli 84,9%, mis oli variandi SL4 järel kaubanduslike mugulate osakaalu suurust arvestades järgmine.



**Joonis 2.** Kaubanduslikud mugulad, %. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0,05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega (Anova, Fisher LSD test)  
**Figure 2.** Commercial tubers, %. Means followed by a different letter in the same row are significantly different ( $P < 0.05$ ) (Anova, Fisher LSD test)



**Joonis 3.** Kaubanduslik saak,  $t\ ha^{-1}$ . Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0,05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega (Anova, Fisher LSD test)  
**Figure 3.** Commercial yield,  $t\ ha^{-1}$ . Means followed by a different letter in the same row are significantly different ( $P < 0.05$ ) (Anova, Fisher LSD test)

2008. katseaastal oli keskmine kaubandusliku mugulasaagi osakaal kogusaagist suurim variandil SL2 – 93% ja väikseim variandil 0 – 91%. Variandi SL6 saagikus oli

2006. katseaastal küll suurim, kuid kaubanduslike mugulate keskmine osakaal kogusaagist jäi antud variandil sel aastal kõige väiksemaks (82%). Ka 2008. aastal oli variandi SL6 kaubanduslike mugulate osakaal üks madalaimaid (92%). Mõlemal katseaastal ei erinenud variandid üksteisest statistiliselt usutavalt.

Suurima keskmise kaubandusliku saagiga oli 2006. aastal variant SL6 – 17,9 t ha<sup>-1</sup> (joonis 3). Järgnes variant SL4 – 16,3 t ha<sup>-1</sup>. Väikseim keskmine kaubanduslik saak saadi variandilt SL+E – 14,5 t ha<sup>-1</sup>. 2008. katseaastal saadi kõikidelt variantidelt keskmine kaubanduslik saak üle 20 t ha<sup>-1</sup>. Suurim keskmine kaubanduslik saak saadi variandilt E – 33,8 t ha<sup>-1</sup>, millele järgnes variant SL2 – 33,1 t ha<sup>-1</sup>. Väikseimaks jäi keskmine kaubanduslik saak variandil SL6 – 24 t ha<sup>-1</sup>.

## Järeldused

Katsest selgus, et hilise sordi kasvatamisel on siiski otstarbekam kasutada mugulate eelidandamist, mis annab erineva ilmastikuga aastatel suuremaid ja stabiilsemaid saake kui soojalöögi saanud variandid, olles seega riskivabam. Soojalöögi efektiivsus sõltub väga palju kasvuaastast ning on seetõttu riskantsem. Kui eelidandamisega on enne kartuli mahapanekut hiljaks jäänud, siis oleks alternatiivina võimalik eelidandamine asendada vähem aeganõudva soojalöögiga, sest soojalöögi saanud variantidelt saadi kõrgemaid saake, kui töötlemata variandilt. Kuna soojalöök koos eelidandamisega on väga energia – ja töömahukas ning variandi saagikused jäid keskpäraste hulka, siis pole hiliste sortide ettevalmistamisel mahapanekuks sellist ettevalmistusviisi otstarbekas kasutada. Soojalöögi saanud variantidest andis mõlemal aastal keskpäraseid saake variant SL4. Variantide SL2 ja SL6 katseaastate saagid varieerusid väga suures vahemikus. Kui ühel aastal oli üks variant saagikuselt parem ja teine jäi saagikuselt väiksemaks, siis teisel katseaastal oli see vastupidine. Seega on variantide SL2 ja SL6 kasutamine seotud suure riskiga.

## Kasutatud kirjandus

- Allen, E.J., O'Brien, P., Firman, D. 1992. Seed tuber production and management. – *The Potato Crop*. Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. Ed. P.M. Harris, pp. 247–291.
- Burke, J.J., O'Donovan, T. 1998. Effect of seed treatment and harvest date on the yield and quality of ware potatoes. – *Crops Research Centre, Oak Park, Carlow*, 11 pp.
- Eremeev, V., Lõhmus, A., Jõudu, J. 2005. A field study of early potato with different physiological age. – *Latvian Journal of Agronomy* **8**, 99–103.
- Eremeev, V., Lõhmus, A., Lääniste, P., Jõudu, J., Talgre, L., Lauringson, E. 2008. The influence of thermal shock and pre-sprouting of seed potatoes on formation of some yield structure elements. – *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science, Section B – Plant Soil Science* **58** (3), 236–244.
- Firman, D.M., Allen, E.J. 2007. Crop Management. Planning and Preparation. – *Potato Biology and Biotechnology – Advances and Perspectives*, Elsevier. Eds. D. Vreugdenhil, J. Bradshaw, C. Gebhardt, F. Govers, D.K.L. Mackerron, M.A. Taylor, H.A. Ross, Netherland, pp. 719–729.
- Jõudu, J. 2002. Seemnemugulate ettevalmistamine mahapanekuks. – *Kartulikasvatus*. Toim. J. Jõudu, Tartu, lk 212–524.
- Kiik, H. 1989. *Maailma viljad*. Tallinn, 560 lk.

- Leszczyński, W. 1989. The Effect of Different Factors on Potato Tuber Quality. – *Potato Science and Technology, Elsevier Applied Science*. Eds. G. Lisińska, W. Leszczyński, Poland, lk 89–128.
- Lõhmus, A. 2002. Kartulisaadused ja nende tootmine. – *Kartulikasvatus*. Toim. J. Jõudu, Tartu, lk 507–524.
- Lõhmus, A., Jõudu, J., Lääniste, P., Jeremejev, V. 1999. Kartuli kvaliteedi parandamine Seemnemugulate mahapanekueelse töötlemisega. – *Teaduselt põllule ja aeda*. Tartu Ülikooli kirjastus, lk 151–158.
- Statsoft 2005. *Statistica 7.0*. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA, 716 lk.
- Säga, E. 2000. Seemnemugulate mahapanekueelse ettevalmistamisviisi ja katteloori mõju varajaste Kartulisortide mugulasaagi moodustamisele. – Magistritöö põllumajandus-teaduse magistrikraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal. Tartu, 77 lk.
- Van der Zaag, D.E., Van Loon, C.D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. Review of literature and integration of some experimental results. – *Potato Research* **30**, 451–472.



## BIOSÖE MÕJUST VÄETISE EFEKTIIVSUSELE JA ODRA SAAGILE

**Triin Varul, Indrek Keres, Merrit Noormets, Rein Viiralt, Henn Raave**  
EMÜ Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Märt Nõges, Jaanus Rebane**  
Põllumajandusuuringute Keskus

**Abstract.** Varul, T., Keres, I., Nõges, M., Noormets, M., Rebane, J., Viiralt, R., Raave, H. 2011. Biochar influence to fertilizers efficiency and barley yield – *Agronomy 2010/2011*, 123–126.

*The aim of current study was to investigate the biochar impact on (i) barley seed germination, (ii) fertilizers' efficiency and (iii) barley grain and straw yield. The pot experiment was conducted at the University of Life Science at Eerika, Estonia, in 2010. The experiment comprised a 3×4×2 factorial design with four replicates. We tested the effects of (1) substrate (soil (100%); soil + biochar (activated char) and soil + biochar (charcoal), (2) fertilizer (mineral fertilizer, pig slurry, digestate of pig slurry and solid phase of sewage sludge digestate) and (3) mineral fertilizer application rate, in kg ha<sup>-1</sup> (Control (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>), N<sub>80</sub> P<sub>25</sub>K<sub>100</sub>). Organic manures were applied in quantities according to the nitrogen rates of 80 kg. The application rate calculation was based on NH<sub>4</sub> content in manure. The first year results showed that biochar may have a positive impact on (i) the seed germination and (ii) the fertilizers' efficiency*

**Keywords:** barley, biochar, charcoal, digestate, slurry

**Triin Varul, Indrek Keres, Märt Nõges, Merrit Noormets, Jaanus Rebane, Rein Viiralt, Henn Raave** Institute of Agricultural and Environmental Sciences. Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1, Tartu 51014, Estonia

**Märt Nõges, Jaanus Rebane** Agricultural Research Center, Teaduse 4/6, 75501 Saku, Harjumaa

### Sissejuhatus

Amazonase vesikonnas on arvukalt paikkondi, kus on väga kõrge viljakusega nn indiaanlaste must muld *Terra preta de Indio*. Selle mulla eripäraks on suur biosöe (inglise k. *biochar*) sisaldus, mida arvatakse olevat kõrge viljakuse põhjuseks (Atkinson et al., 2010).

Biosöeks nimetatakse hapnikuvaeses keskkonnas temperatuuride vahemikus 400–650 °C söestatud naturaalist orgaanilist ainet (puit, sõnnik või lehed jms), mis segatakse mulda, et parandada selle omadusi (Lehmann, Joseph, 2009). Hapnikuvaene keskkond tagab, et umbes 50% algses materjalis sisaldunud süsinikust säilib biosöes. Biosüsi koosneb ~80% ulatuses elementaarsest süsinikust, tänu millele on ta tavatingimustes (mullas) keemiliselt äärmiselt inertne. Biosöe omadused tulenevad tema inertsusel, äärmiselt suurest eripinnast ja esimestel aastatel pärast mulda viimist mõningal määral ka mittetäieliku söestumisega seonduvatest aromaatsetest struktuuridest, mis aja jooksul lagunevad.

Agronoomilisest seisukohast on biosüsi väärtuslik, sest arvatakse, et selle abil on võimalik muuta mulla struktuuri, tekstuuri, poorsust, tihedust ja seeläbi mulla õhu hapnikusisaldust ja mulla veemahtuvust (Amonette, Joseph, 2009). Biosüsi tõstab

mulla pH-d, elektrijuhtivust ja katioonide neelamismahtuvust ning vähendab toitainete leostumist (Lehman et al., 2003).

Biosöe agronoomilise tähtsuse uurimine on alles algusjärgus. Sellekohaseid uurimistöid on teada vähe ja valdavas osas on need toimunud troopilistes tingimustes (Atkinson et al., 2010). Selge ei ole, kui kaua säilib biosüsi mullas mõõduka kliimaga regioonis, kus maapind talvel külmub. Erinevad on seisukohad biosöe mõju kohta mulla elustikule. Kui osa seni saadud tulemustest näitab, et biosöe mõju mulla elustikule on positiivne (Amonette, Joseph, 2009), siis on ka vastupidiseid tulemusi, mille järgi mikroorganismide mitmekesisus biosöe muldaviimisel väheneb (Marluthi et al., 2010). Samuti võib leida vastakaid seisukohti biosöe mõju kohta taimede toitumisele. Osa uurimistöid näitab, et biosöe mõjul N kasutusefektiivsus suureneb (Steiner et al., 2008), kuid samas teiste järgi suurendab biosüsi taimejääkide muldaviimisel N immobilisatsiooni ja vähendab taimedele omastatava N sisaldust (Novak et al., 2010).

Eesti Maaülikoolis alustati koostöös Põllumajandusuuringute Keskusega biosöe mõju uurimisega 2010. aasta kevadel, kui rajati pilootkatse eesmärgiga uurida, millist mõju avaldab biosüsi väetiste efektiivsusele. Käesolevas artiklis käsitletakse selle katse esimese aasta tulemusi.

## **Materjal ja meetodika**

Biosöe mõju uurimiseks rajati 2010. a maikuu katse, kus katse faktoriteks olid kasvusubstraat, väetis ja väetise norm. Katse rajati katsenõudesse pindalaga 0,0706 m<sup>2</sup> ja sügavusega 30 cm. Kasvusubstraate oli katses kolm: (i) põllumuld; (ii) põllumuld + aktiivsüsi; (iii) põllumuld + grillsüsi. Aktiivsüsi (väga puhas süsi) ja grillsüsi on mõlemad vaadeldavad kui biosöed, sest need on toodetud orgaanilise aine termilisel lagundamisel hapnikuvaeses keskkonnas (pürolüüs). Kõigil kasvusubstraatidel oli viis väetusvarianti: (i) looduslik foon (kontroll); (ii) mineraalväetis; (iii) sealäga, (iiii) digestaat sealäga baasil, (iiiii) digestaat reoveesette baasil. Katses oli kaks väetusvarianti: (i) kontroll (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) ja (ii) N<sub>80</sub>P<sub>25</sub>K<sub>100</sub>. Katsemulla pH enne biosöe lisamist oli 6,7. Biosütti lisati iga kasvunõu kohta 350 g, mis teeb hektar normiks 50 t ha<sup>-1</sup>. Biosüsi ja muld segati omavahel enne katsenõu täitmist. Kõik väetised anti kevadel enne seemnete külvi. Orgaanilised väetised anti koguses, mis vastas 80 kg lämmastikule hektari kohta. Normi arvutamise aluseks oli orgaanilise väetise ammoniumlämmastiku sisaldus. Kõik katsevariandid olid neljas korduses. Katsekultuuriks oli oder, mida külvati 559 terna m<sup>-2</sup>. Katses mõõdeti taimede tärkamist, produktiivvõrsete arvu ja odra terade ja põhu saaki. Statistiline andmetöötlus tehti programmiga Statistica 9.0. Katseandmeid töödeldi ühefaktorilise dispersioonanalüüsi meetodil (one-way ANOVA), kus faktoriteks olid kasvusubstraat ja väetis.

## **Tulemused ja arutelu**

Taimede tärkamine oli kõige parem muld + aktiivsüsi substraadil, kus mõõtmise ajaks oli tärnanud 534 taime m<sup>-2</sup>. Puhtal põllumullal ja muld + grillsüsi substraadil oli tärnanud taimede arv vastavalt 483 ja 485 taime m<sup>-2</sup>. Saadud tulemus osutab võimalusele, et muld kuhu on segatud biosütti võib soojeneda puhta mullaga võrreldes kiiremini või säilitab paremini niiskust. Ühtlasi näitab see tulemus, et biosöe muldaviimisel võib olla positiivne mõju seemnete idanemisele.

**Tabel 1.** Kasvusubstraadi ja väetise mõju odra terade saagile, g m<sup>-2</sup>  
**Table 1.** The substrate and the fertilizer effect on grain yield of barley, g m<sup>-2</sup>

Väetis <i>Fertilizer</i>	Põllumuld <i>Soil(100%)</i>	Põllumuld + aktiivsüsi <i>Soil + activated char</i>	Põllumuld + grillsüsi <i>Soil + charcoal</i>
Kontroll <i>Control</i>	171,0 <sup>aA</sup> 1)	183,1 <sup>aA</sup>	159,4 <sup>aA</sup>
Mineraalväetis N <sub>80</sub> P <sub>25</sub> K <sub>100</sub> <i>Mineral fertilizer N<sub>80</sub>P<sub>25</sub>K<sub>100</sub></i>	214,9 <sup>aAB</sup>	208,9 <sup>aA</sup>	297,6 <sup>bB</sup>
Sealäga <i>Pig slurry</i>	262,7 <sup>aB</sup>	249,6 <sup>aA</sup>	310,6 <sup>aB</sup>
Digestaat sealäga baasil <i>Digestate of pig slurry</i>	215,3 <sup>aAB</sup>	224,9 <sup>aA</sup>	330,3 <sup>bB</sup>
Digestaat reoveesette baasil <i>Digestate of sewage sludge</i>	187,0 <sup>aA</sup>	201,5 <sup>aA</sup>	285,9 <sup>bB</sup>

<sup>1)</sup> Erineva väikse tähega indekseeritud saigid on tabeli rea ja erineva suure tähega märgistatud saigid tabeli veeru ulatuses usutavalt erinevad ( $P < 0,05$ )  
*The values with different letters in the same line and different capital letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )*

**Tabel 2.** Kasvusubstraadi ja väetise mõju odra põhu saagile, g KA m<sup>-2</sup>  
**Table 2.** The substrate and the fertilizer effect on the yield of barley straw, g DM m<sup>-2</sup>

Väetis <i>Fertilizer</i>	Põllumuld <i>Soil(100%)</i>	Põllumuld + aktiivsüsi <i>Soil + activated char</i>	Põllumuld + grillsüsi <i>Soil + charcoal</i>
Kontroll <i>Control</i>	208,9 <sup>bA</sup> 1)	177,0 <sup>aA</sup>	220,0 <sup>bA</sup>
Mineraalväetis N <sub>80</sub> P <sub>25</sub> K <sub>100</sub> <i>Mineral fertilizer N<sub>80</sub>P<sub>25</sub>K<sub>100</sub></i>	355,5 <sup>bB</sup>	266,6 <sup>aB</sup>	339,1 <sup>bB</sup>
Sealäga <i>Pig slurry</i>	327,5 <sup>bB</sup>	264,1 <sup>aB</sup>	344,7 <sup>bB</sup>
Digestaat sealäga baasil <i>Digestate of pig slurry</i>	356,9 <sup>aB</sup>	263,8 <sup>bB</sup>	364,7 <sup>aB</sup>
Digestaat reoveesette baasil <i>Digestate of sewage sludge</i>	364,0 <sup>aB</sup>	276,2 <sup>aB</sup>	435,0 <sup>aC</sup>

<sup>1)</sup> Erineva väikse tähega indekseeritud saigid on tabeli rea ja erineva suure tähega märgistatud saigid tabeli veeru ulatuses usutavalt erinevad ( $P < 0,05$ )  
*The values with different letters in the same line and capital letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )*

Produktiivvõrsete arv oli suurim muld + grillsüsi substraadil (588 tk m<sup>-2</sup>), millele järgnes puhas põllumuld (525 tk m<sup>-2</sup>). Teistega võrreldes oli produktiivvõrseid usutavalt ( $P < 0,05$ ) vähem muld + aktiivsüsi (473 tk m<sup>-2</sup>) kasvusubstraadil. Nende arv

oli seal väiksem isegi tärnanud taimede arvust, mis näitab, et osa taimi pärast tärkamist hukkus.

Terasaak oli mullal ja muld + aktiivsüsi substraadil kõigil väetusfoonidel sarnane (tabel 1). Muld + grillsüsi kasvusubstraadil terade saak väetamata variandis teiste substraatidega võrreldes ei erinenud, kuid oli usutavalt ( $P < 0,05$ ) suurem enamikes väetist saanud variantides. Ainsaks erandiks oli sealäga foon. Näiteks põllumullal olnud väetist saanud variantidega võrreldes oli terasaak muld + grillsüsi analoogsetes variantides 18,2–53,5% suurem. Saadud tulemuste puhul väärib tähelepanu, et terade saak suurenes grillsöe mõjul ainult väetatud variantides. Kontrollvariandis oli terade saak kõigil substraatidel ligilähedaselt sama suur. See näitab, et grillsöe muldaviimisel ei lisandunud toitained, vaid suurenema pidi väetiste efektiivsus.

Põhu saak oli sarnane mullal ja muld + grillsöel kasvanud odral ning usutavalt väiksem ( $P < 0,05$ ) muld + aktiivsöe variandis (tabel 2).

### Kokkuvõte

Meie katse esimese aasta tulemused näitavad, et biosöel võib olla positiivne mõju nii seemnete idanemisele kui ka väetiste efektiivsusele.

### Tänuavaldused

Uurimistööd toetab EV Põllumajandusministeerium (leping nr 74) ja EV hariduse ja teadusministeerium (SF 0170052s08).

### Kasutatud kirjandus

- Amonette, J.E., Joseph, S. 2009. Characteristics of biochar: microchemical properties. Chapter 3. In: Lehmann, J., Joseph, S. 2009. – *Biochar for environmental management science and technology*. Earthscan, London, pp 33–52.
- Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D., Hipps, N.A. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. – *Plant soil* **337**, 1–18.
- Dai, X., Boutton, T.W., Glaser, B., Ansley, R.J., Zech, W. 2005. Black carbon in temperate mixedgrass savanna. – *Soil Biol Biochem* **37**, 1879–1881.
- Lehmann, J., da Silva, Jr. JP, Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. – *Plant Soil* **249**, 343–357.
- Lehmann, J., Joseph, S. 2009. *Biochar for environmental management science and technology*. Earthscan, London, pp 271–290.
- Novak, J. M., Busscher W. J., Watts D. W., Laird D. A., Ahmedna M. A., Niandou M. A. S. 2010 Short-term CO<sub>2</sub> mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kandiudult. – *Geoderma*, **154**, 281–288
- Steiner, C., Glaser, B., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Blum, W.E.H., Zech, W. 2008. Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal. – *J Plant Nutr Soil Sci* **171**, 893–899.
- Marluthi, S., Ralebitso, K., Pattanathu, R., Ennis, C. 2010. Biocahr: impact on soil microbial ecology. [http://www.geos.ed.ac.uk/scs/biochar/rothamsted2010/UKBRC2010\\_Maruthi.pdf](http://www.geos.ed.ac.uk/scs/biochar/rothamsted2010/UKBRC2010_Maruthi.pdf)

ROHUMAAVILJELUS  
GRASSLAND MANAGEMENT



## IDA-KITSEHERNE JA KÕRRELISTE SEGUKÜLVIDE SAAK NING SAAGI KVALITEET

Heli Meripõld, Paul Lättemäe, Uno Tamm, Silvi Tamm  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Abstract.** Meripõld, H., Lättemäe, P., Tamm, U., Tamm, S. 2011. Yield and quality of different fodder galega grass-mixtures – *Agronomy* 2010/ 2011, 129–132

*Fodder galega (Galega orientalis Lam.) belongs to the group of legume crops. Pure galega is rich in nutrients, in particular crude protein, but poor in soluble sugars. In order to improve fermentation properties, optimize nutrient concentration and increase dry matter yield, galega usually is grown in mixture with grass. There are certain grass species suitable for the mixture. In this study galega mixtures with timothy 'Tika', meadow fescue 'Arni' and bromegrass 'Lincoln' were under investigation in two successive years 2008-09. Three cuts were carried out during vegetation. Nitrogen fertilization rates applied were N0, N50, N100 and nitrogen was applied in spring prior to the first and second cut. The total dry matter (DM) yield varied from 7,2 to 12,4 t'j c<sup>-1</sup>. DM-yield was dependent on the year, mixture and fertilization level. The yields of the first cut were approximately 53% of total yield. The crude protein (CP) concentration of dry matter varied from 138–202 g kg<sup>-1</sup>. CP was dependent on the year, mixture and fertilization. High N fertilization rate favoured grass growth and reduced the role of galega in the sward.*

**Keywords:** fertilization, fodder galega (goat's rue), forage yield, galega-grass mixtures

*Heli Meripõld, Paul Lättemäe, Uno Tamm, Silvi Tamm Department of Grassland, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia*

### Sissejuhatus

Ida-kitsehernest ehk galeegat on teiste liblikõieliste söödataimede lutserni ja ristikute kõrval kasvatatud Eestis ligi nelikümmend aastat. Ida-kitsehernes on väga püsiv ja suure saagivõimega. Kaheniitelisel kasutusel on ta kõrgesaagiline, kuivainet (KA) 8,5–10,5 t ha<sup>-1</sup> ning proteiinirikas (200–220 g kg<sup>-1</sup> kuivaines) söödataim (Raig et al., 2001, Frame, 2005). Ida-kitsehernes on kõrge toiteväärtusega siis, kui esimene niide teha õiepungade moodustamise faasis või õitsemise algul (Nõmmsalu, Meripõld, 1998). Ida-kitsehernest võib kasvatada üksikliigina, kuid segukülv kõrrelistega võimaldab otstarbekamalt lahendada viimaste lämmastikväetise vajaduse ida-kitseherne poolt bioloogiliselt seotud lämmastikuga. Lämmastik on oluline ka suhkrute tootmisel taimede fotosünteesil. Segusse võetavate kõrreliste valikul tuleb arvestada selle mõjuga toiteväärtusele, liigi arengukiiruse ja püsivusega. Varasemad uurimused on näidanud, et ida-kitseherne kasvatamine segus kõrrelistega parandab sööda toiteväärtust ja sileeruvusomadusi (Adamovich et al. 2001; Lättemäe et al., 2005). Katse eesmärk oli uurida ida-kitseherne ja erinevate kõrreliste segukülvide saaki ning selle kvaliteeti sõltuvalt lämmastikväetise foonist.



## **Materjal ja meetodika**

Uurimus viidi läbi viienda ja kuuenda kasutusaasta taimikul (2008–2009). Katseala paiknes Sakus tüüpilisel kamar-karbonaatumullal, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  7,4 (ISO 10390), huumusesisaldus 4,1% (NIRS meetod) ning laktaatlahustuva P ja K sisaldus vastavalt 97 ja 166 mg kg<sup>-1</sup> (Mehlich III meetod). Pikaajalise kestusega ida-kitseherne sorti 'Gale' kasvatati põldkatses segus hariliku aruheinaga (*Festuca pratensis*) 'Arni', kusjuures kõrrelise külvisenormiks oli 10 kg ha<sup>-1</sup>, timutiga (*Phleum pratense*) 'Tika' 6 kg ha<sup>-1</sup> ja ohtetu lustega (*Bromus inermis*) 'Lincoln' 15 kg ha<sup>-1</sup>. Ida-kitseherne 'Gale' külvisenorm oli 20 kg ha<sup>-1</sup>. Katselapi suurus oli 14 m<sup>2</sup>. Katses tehti kolm niidet.

Esimest korda väetati kõrreliste konkurentsivõime tõstmiseks ja esimese niite saagiosa suurendamiseks vegetatsiooniperioodi algul, mil mügarbakterite tegevus on madalate temperatuuride tõttu pärsitud. Kasutati kolme N väetusfooni (N0, N50, N100). Lämmastikväetis anti ammoniumsalpeetrina. Teist korda väetati sama kogusega peale 1 niidet. Eelmistel kasutusaastatel katsed ei väetatud. Enne niitmist määrati taimikus ida-kitseherne osakaal KA alusel. Katsed niideti mikrotraktoriga MF 70. Rohu proovid analüüsiti EMÜ Taimebiokeemia laboris NIRS analüsaatoril Van Soesti skeemi järgi. Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil (ANOVA). Ilmastikutingimused ei olnud 2008 aasta kevadel rohukasvuks soodsad. Kui mai I ja III dekaadis kogunes päevas 5,5–6 efektiivset temperatuurikraadi üle lävitemperatuuri 5 °C, siis II dekaad oli jahe. Efektiivse temperatuuri summa maikuu lõpuks oli Sakus 166 kraadi. Juunikuu I dekaad oli soe (summeerus 8–10 kraadi päevas) ja põuane (sademeid maikuu 20% ja juuni I dekaadis 18% aastate keskmisest normist). Vegetatsiooniperiood algas 2009 aastal Sakus 22 aprillil. Maikuu I ja II dekaad olid suhteliselt jahedad, rohukasvule avaldasid mõju öökülmad (16–18 mail kuni -3,9 °C). Maikuu III dekaad oli veidi soojem (efektiivsete temperatuuride summa 75 kraadi), mis kiirendas kõrreliste heintaimede arengut. Juunikuu I ja II dekaadi efektiivsete temperatuuride summa oli viimase seitsme aasta väiksem (119 kraadi). See periood on aga oluline liblikõieliste saagi suuruse ja kvaliteedi kujunemisel. Selline kevad põhjustas soojanõudlikumate liikide (liblikõielised) aeglasema arengu ja väiksema juurdekasvu I niites.

## **Tulemused ja arutelu**

Katsetulemustest selgus, et ida-kitseherne kõrreliste segukülvid andsid kõrge kuivainesaagi. Esimesel aastal oli saagikus katsevariantides suhteliselt ühetaoline, ulatudes kolme niite kogusummas 10,7–12,4 t ha<sup>-1</sup> (tabel 1). Märkimisväärsed erinevused väetusvariantide keskmiste saakide vahel puudusid. Teisel aastal oli keskmine saagikus väiksem ja rohkem varieeruv, ulatudes 7,2 kuni 11,4 t ha<sup>-1</sup>. Märkimisväärsed erinevused olid 'Gale'/'Arni' ja 'Gale'/'Tika' ning 'Gale'/'Lincoln' vahel, samuti N0 ja N50 väetusvariantide juures.

Lämmastikväetise mõju esimese niite saagile oli suurem neis segukülvides 'Tika' ja 'Lincolniga', kus 'Gale' osakaal oli väiksem. 'Gale'/'Arni' segu andis väiksema KA saagi võrreldes teiste segukülvidega. Esimese aasta I niide moodustas 51% kogu KA saagist ja teisel aastal 53%.

Väetusfoon N50 suurendas esimese niite saaki ja 'Gale'/'Tika' ning 'Gale'/'Lincoln' kogusaaki. 2008 aastal oli üle segukülvide keskmine 'Gale' osakaal

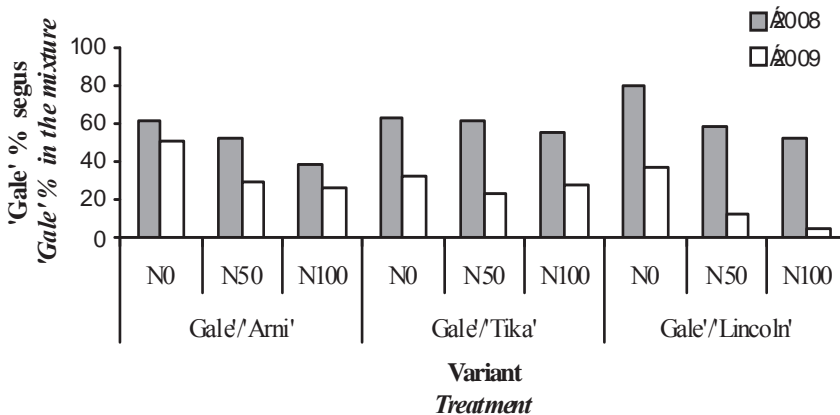
taimikus 59% ja teisel aastal oli see langenud alla 27%. 'Gale' osatähtsus vähenes reeglina väetusfooni suurenemisel (joonis 1). Väetusfooni N0 ja N50 juures oli väiksema konkurentsivõimega 'Arni'.

**Table 1.** Ida-kitseherne kõrrelise segukülvi kuivainesaa (t ha<sup>-1</sup>) aastatel 2008–2009  
**Table 1.** The DM yield (t ha<sup>-1</sup>) of fodder galega-grass mixtures in 2008–09

Segukülv <i>Mixture</i>	Aasta /Year 2008			Aasta /Year 2009		
	N0	N50	N100	N0	N50	N100
'Gale'/'Arni'	11,6	10,7	11,6	7,6	7,2	7,8
'Gale'/'Tika'	10,8	11,3	10,8	8,2	11,4	11,4
'Gale'/'Lincoln'	11,3	12,4	10,9	8,1	10,1	11,4
<i>Keskmine/Average</i>	11,2	11,5	11,1	8,0	9,6	10,2
	*LSD <sub>0,05</sub> ? '0,39			*LSD <sub>0,05</sub> ? '0.64		
	**LSD <sub>0,05</sub> ? '0,22			**LSD <sub>0,05</sub> ? '0.37		

\*– LSD<sub>0,05</sub> Väetis / Least significant difference of N treatment; \*\*– Segu /'of mixture treatment

Väetusfoonil N100 oli kõrrelistest kõige konkurentsivõimelisem sort 'Lincoln', millega 2009 aastal oli esimeses ja teises niites sorti 'Gale' vaid 5% .



**Joonis 1.** Ida-kitseherne protsent segukülvide 2008. ja 2009. a esimeses niites  
**Figure 1.** The proportion of galega (%) in galega-grass mixture of first cut in 2008–09

Ida-kitseherne ja kõrreliste segukülvide toiteväärtused esimese niite kohta, mil toiteväärtuse muutused on kõige suuremad, on esitatud tabelis 2. Segukülvide saagi toiteväärtus sõltus eelkõige väetamise tasemest. Kõige suurema kiusisaldusega oli 'Gale'/'Lincoln' segu, ühtlaselt suurem energeetiline toiteväärtus aga 'Gale'/'Arni' segudel.

2008. aastal oli saagi toorproteiini (TP) sisaldus keskmiselt 170 g kg<sup>-1</sup> KA-s ja metaboliseeruva energia (ME) sisaldus 10,1 MJ kg<sup>-1</sup> KA-s. 2009. aastal olid TP ja ME sisaldused vastavalt 181 g kg<sup>-1</sup> KA ja 10,2 MJ kg<sup>-1</sup> KA kohta. Madalam TP ja ME sisaldus oli variantides kus N väetist ei kasutatud. Väetamine alandas samuti neutraalkiu (NDF) ja happekiu (ADF) fraktsioonide sisaldust segus.

**Tabel 2.** Ida-kitseherne ja kõrreliste segukülvide esimese niite toiteväärtus 2008.–2009. a.  
**Table 2.** The nutritive value of the fodder galega-grass mixtures of first cut in 2008–09

Segu <i>Mixture</i>	N väetis <i>N fertilizer</i>	TP / CP g kg <sup>-1</sup> KA	NDF g kg <sup>-1</sup> KA	ADF g kg <sup>-1</sup> KA	ME MJ kg <sup>-1</sup> KA
'Gale'/'Arni'	N0	174	437	310	10,1
'Gale'/'Arni'	N50	171	415	307	10,2
'Gale'/'Arni'	N100	187	401	278	10,6
'Gale'/'Tika'	N0	160	463	339	9,8
'Gale'/'Tika'	N50	187	455	329	10,0
'Gale'/'Tika'	N100	202	388	278	10,6
'Gale'/'Lincoln'	N0	138	463	335	9,8
'Gale'/'Lincoln'	N50	175	470	329	10,0
'Gale'/'Lincoln'	N100	197	466	306	10,3

### Järeldused

Kuivainesaak sõltus katseaastatel ida-kitseherne-kõrreliste segust ja väetamise tasemest. Esimesel aastal oli saagikus suhteliselt stabiilne, ulatudes 10,7–12,4 t ha<sup>-1</sup>. Teisel aastal oli kogusaak väiksem ja varieerus rohkem, madalaim 'Gale'/'Arni' segukülvis. Suurema KA saagiga olid 'Gale'/'Tika' ja 'Gale'/'Lincoln', kuid mõlemad segud olid suurema kiusisaldusega ja väiksema energeetilise toiteväärtusega. Ühtlaselt suurem energeetiline toiteväärtus oli aga 'Gale'/'Arni' segudel. Väetusfooni suurenemisel vähenes taimikus ida-kitseherne osatähtsus.

### Kasutatud kirjandus

- Adamovich, A., Drikis, J., Auzins, V. 2001. Fodder Galega-grass swards for forage production in organic arable-livestock systems. – *Proceedings of the conference on Sustainable Agriculture in Baltic States*. Tartu, pp.10–17.
- Frame, J. 2005. Forage Legumes for Temperate Grasslands, Polymouth, UK, ISBN FAO 92-5-105043-0 pp. 73–78.
- Lättemäe, P., Meripõld, H., Lääts, A., Kaldmäe, H. 2005. The improvement of fodder galega silage quality by using galega-grass mixtures and additive. – *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity, Grassland Science in Europe, Vol. 10*. Tartu, pp. 635–638
- Nõmmsalu, H., Meripõld, H. 1998. Yield and quality of fodder galega/grass mixtures without nitrogen application. – In: *Proceedings of the 17<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation*, Debrecen, Hungary, pp. 247–250.
- Raig, H., Nõmmsalu, H., Meripõld, H., Metlitskaja, J. 2001. – *Fodder Galega*, ERIA, Saku, 141 p.

## LUTSERNI SEGUKÜLVI BOTAANILISE KOOSSEISU MÕJU ROHUSÖÖDA KVALITEEDILE

**Uno Tamm, Paul Lättemäe, Silvi Tamm**  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Abstract.** *Tamm, U., Lättemäe, P., Tamm, S. The effect of botanical composition of lucerne-grass mixture on nutritive value of forage. – Agronomy 2010/2011, 133–138.*

*Complementary species are used in legume-grass mixtures in order to use environmental resources efficiently and reduce N emission. The aim of this investigation was to study the common lucerne (*Medicago sativa*, L) 'FSG 408 DP' and hybrid lucerne (*Medicago varia*, HL) 'Karlu'-grass mixtures during the years 2007–09. The grasses used in the mixture were hybrid-ryegrass 'Molisto', tall fescue 'Seine', meadow fescue 'Darimo', reed canarygrass 'Palaton' and smooth brome grass 'Lincoln'.*

*Maturity stages were accompanied by significant changes in nutritive value: increased NDF, decreased CP, DDM, ME. Especially in the first cut the quality declines rapidly when the forage biomass increases. Dynamics of quality changes depended on the speed of species' seasonal development. Botanical composition of lucerne-grass mixtures showed positive correlation between percent of lucerne and CP ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ) and negative correlation between percent of lucerne and NDF ( $r = -0,55$ ;  $p < 0,01$ ). The harvests of the lucernes had positive protein balance values (PBV) in the rumen. The PBV was decreased close to zero in the 'Karlu'/'Molisto', 'Karlu'/'Darimo' and 'Karlu'/'Lincoln' mixtures of the first cut. Hybrid lucerne 'Karlu' was more persistent in the mixtures compared to common lucerne 'FSG 408 DP'.*

**Keywords:** *crude protein (CP), dry matter digestibility (DDM), metabolizable energy (ME), neutral-detergent fiber (NDF)*

*Uno Tamm, Paul Lättemäe, Silvi Tamm, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia*

### Sissejuhatus

Lutserni-kõrrelise segukülvi kasvatamisel on võrreldes lutserni puhaskülviga väiksem keskkonna lämmastikuga saastatus, teiselt poolt on võrreldes kõrreliste puhaskülviga võimalik pikendada rohusööda optimaalset koristusaega. Segukülvi rohusööt on väiksema proteiinisaldusega, sest kõrreliste bioloogiline areng on lutsernist kiirem. Lutserni-kõrreliste omavahelise suhte muutmise saame reguleerida rohusööda seeduvust ja rohusööda toorproteiini (TP) kasutamise efektiivsust.

Kõrrelised ja lutsern erinevad neutraaldetergentkiu (NDF), happedetergentkiu (ADF) ja ligniini (ADL) kontsentratsiooni poolest, kõrrelised on kõrgema kiusisaldusega, kuid sealjuures väiksema ligniinisaldusega kui lutsern. Võrreldes kõrrelistega on liblikõielised suurema lõhustamatu NDF-ga, kuid NDF lõhustuvuse kiirus on liblikõielistel suurem (Hoffman et al, 1993). Lutserni rakuseinad on rohkem lignifeerunud ja vähem seeduvad kui kõrrelistel. Vartes ja kõrtes on ksüleemi ja sklerenhüümi kudede kontsentratsioon kõrge (Moore, Jung, 2001). Ksüleemi ja sklerenhüümi kudedel arenevad väga paksud sekundaarsed seinad, mis on tugevasti lignifeerunud. Liblikõieliste paksuseinaline ksüleem on põhimõtteliselt seedumatu,

vaatamata väga pikale vatsas püsimise ajale, kuid kõrreliste paksuseinalise sklerenhüümi koed on suures osas aeglaselt seduvad (Jung, Engels, 2002).

Sõltuvalt arengufaasist seedivad veised 60–70% kõrreliste NDF-ist ja 40–50% liblikõieliste NDF-ist (Buxton, Redfearn, 1997). Võrdse kuivaine (KA) seeduvusega liblikõieliste ja kõrreliste rohusööda söömus on liblikõieliste rohusöödal suurem. Segukülvide rohusööda väärtust mõjutab sööda botaaniline koosseis ja liikide arengufaas koristamisel.

Käesolevas uurimistöös analüüsitakse 2007–2009 aasta tulemuste põhjal lutserni-kõrreliste segukatsesse võetud liikide ja sortide sobivust ning taimikus püsimist, maapealse biomassi botaanilise koosseisu muutumist ja selle mõju kuivaine saagi ning toiteväärtuse dünaamikale niidete ja aastate lõikes.

## **Materjal ja meetodika**

Harilik lutsern (*Medicago sativa*) 'FSG 408 DP' ja hübriidlutsern (*Medicago varia*) 'Karlu' külvati 31.mail 2006 puhaskülvis ( $16 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ja vastavalt variandile segus ühe kõrrelisega (kõrrelise külvisenorm oli pool puhaskülvimäärast): põld-raihein (*Lolium hybridum*) 'Molisto', roog-aruhein (*Festuca arundinacea*) 'Seine', harilik aruhein (*Festuca pratensis*) 'Darimo', päideroog (*Phalaris arundinacea*) 'Palaton' ja ohtetu luste (*Bromus inermis*) 'Lincoln'. Katsepõld paiknes Sakus keskmise viljakusega rähksel mullal ( $\text{pH}_{\text{kel}} 7,0$ , huumus 4,6%, P 94 ja K 173  $\text{mg kg}^{-1}$  Mehlich 3 järgi). Fosfor-kaaliumväetist (P 15, K 164) anti igal sügisel.

2007.aastal algas vegetatsioon varakult (14. aprillil), kuid maikuu alguse külmalaine nullis aprillikuu looduse arengu edumaa. Heintaimede kasv hoogustus 14. maist ( $t^{\circ}$  üle  $10^{\circ}\text{C}$ ). Mai lõpus oli erakordselt soe ( $17\text{--}23^{\circ}\text{C}$ ). Tänu maikuu soojusele oli I niide varajane. Juunis ei tulnud vihma kahe nädala jooksul. Põud takistas ädalakasvu juuni I dekaadi lõpus. Juunikuu teisel poolel sadas 22 mm (39% normist) ja juulis 87 mm (97% normist), mis lõi ädalakasvuks soodsamad tingimused.

2008. aasta kevadperiood oli Sakus jahe ja põuane. Maikuu keskel oli nädalane väga jahe periood. Mai I dekaadis kogunes efekt. temperatuure ( $> 5^{\circ}\text{C}$ ) 5,5–6 kraadi päevas, II dekaadis aga ainult 3–4 kraadi. Heintaimede areng oli tugevate öökülmade ja süveneva põua tõttu aeglane. Mai lõpuks oli efekt. temperatuuride summa Sakus 175 kraadi. Heintaimede optimaalne koristusaeg saabus kõrrelistel juuni alguses, liblikõieliste-kõrreliste segukülvidel juuni I dekaadis, lutsernil II dekaadis. Jaanipäevaks põud lõppes ja tingimused ädalakasvuks paranesid.

2009. aastal algas vegetatsiooniperiood Sakus 22. aprillil. Maikuu I ja II dekaad olid suhteliselt jahedad, mõju avaldasid maikuu öökülmad ( $16\text{--}18.$  mail kuni  $-3,9^{\circ}\text{C}$ ). Maikuu III dekaad oli soojem (efekt. temperatuuride summa dekaadis 81 kraadi) ja see kiirendas kõrreliste arengut. Juunikuu I ja II dekaad olid viimase seitsme aastaga võrreldes kõige väiksema efekt. temperatuuride summaga (119 kraadi). Nendes tingimustes oli liblikõieliste ja põld-raiheina juurdekasv I niiteks tavalisest aeglasem.

Rohuproovide keemilise koostise määramisel kasutati Van Soesti süsteemi. Analüüsid tehti PMK taimse materjali laboratooriumis. Saagi energiasisaldus (ME) ja seeduvus (DDM) arvatati. Rohusööda proteiini täpsemaks iseloomustamiseks kasutati metaboliseeruva proteiini ja vatsa proteiini bilansi näitajaid, mis saadi katseproovide analüüsitulemuste EMÜ Loomakasvatuse instituudi vastavasisulisel arvutiprogrammi

sisestamisel (Kärt jt, 2002). Katseandmete statistilisel analüüsil kasutati dispersioonanalüüsi, seoste tugevuse ja usutavuse hindamiseks regressioonanalüüsi.

## Tulemused ja arutelu

Esimese kasutusaasta (2007) taimiku tihedus puhaskülvis oli hariliku lutsernil suurem võrreldes hübriidlutserniga (taimede arv ruutmeetril vastavalt 144 ja 120 tk). Segusse võetud kõrrelistest oli kõige tugevama konkurentsivõimega 2007. aastal põld-raihein, mis vähendas lutsernitaimede arvu harilikul lutsernil 90-le ja hübriidlutsernil 73-le. Teised kõrrelised mõjutasid lutserni arvukust vähem (taimi 108–123 tk m<sup>-2</sup>).

Kolme kasutusaasta (2007–2009) keskmisena olid lutsernisegude KA saagid hariliku aruheina ja põld-raiheinaga lutserni puhaskülvist 5–8% suuremad. Kõige rohkem ületasid segukülvide KA saagid puhaskülvi saake 2008 aastal, hariliku lutserni-kõrreliste segud –12%, hübriidlutserni segud –20% (tabel 1).

**Tabel 1.** Lutserni-kõrreliste segukülvide kuivaine saak 2007–2009, t ha<sup>-1</sup>

**Table 1.** DM yield of lucerne-grass mixtures in 2007–09, t ha<sup>-1</sup>

Taimik/Sward	<i>Medicago sativa</i> (FSG 408DP)			<i>Medicago varia</i> ('Karlu')		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Lutsern (L) / <i>Lucerne</i> (L)	15,5	12,6	10,8	14,8	11,8	11,3
L+ <i>Lolium hybridum</i>	15,4	14,9	11,9	13,7	14,4	11,8
L+ <i>Festuca arundinacea</i>	14,7	13,4	8,8	15,5	14,5	10,9
L+ <i>Festuca pratensis</i>	16,5	14,8	9,5	15,2	15,0	10,6
L+ <i>Phalaris arundinacea</i>	15,2	14,5	8,9	14,9	13,7	9,5
L+ <i>Bromus inermis</i>	16,0	13,3	9,4	15,5	13,0	9,7
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,34	0,63	0,53	0,46	0,24	0,31

Saagi jaotus niidete lõikes oli ühtlasem hariliku lutserni külvides. Hübriidlutsern kõrrelistega andis majanduslikult arvestatava III niite KA saagi. 2007–2009 aastate keskmisena ületas III niites põld-raihein, roog-aruheina ja hariliku aruheina segude KA saak hariliku lutserni KA saaki 5%, hübriidlutserni III niite segud põld-raihein, roog-aruheina ja hariliku aruheinaga oli hübriidlutserni KA puhassaagist 38% suuremad. 2009. aastal olid lutserni segukülvid väiksema saagiga kui lutserni puhaskülvid (va segu põld-raiheinaga).

Tugeva konkurentsi tõttu oli jäänud 2009. aasta sügiseks segukülvides hariliku lutserni taimi taimikusse hariliku aruheinaga 28 ja roog-aruheinaga 26, ohtetu lustega 36 ja põld-raiheinaga 44 tk m<sup>-2</sup> (puhaskülvis 67).

Kui 2007 aastal KA botaanilise kaalanalüüsi järgi moodustasid kõrrelised hariliku lutserni segudes KA-s 5–24% ja hübriidlutserni katses 5–35% siis 2009. aastal oli harilikku aruheina kuni 39% ja roog-aruheina 45% (teistes variantides kõrrelisi 14–29%).

Hübriidlutsern *Karlu* talus kõrrelisi saateliigina paremini. 2009 aasta segudes hariliku aruheina ja roog-aruheinaga oli lutsernitaimi vastavalt 60 ja 48 tk m<sup>-2</sup> (puhaskülvis 72). Segukülvidest andis usutavalt suurema saagi lutsern põld-raiheinaga.



Kõrrelise lisamine lutsernile muutis rohusööda keemilist koostist. I niide tehti lutserni õiepungade moodustumise lõppfaasis või õitsemise algul olenevalt kevad-suvisest temperatuurist ja sademetest.

Liblikõieliste kõrge proteiinisaldus ja selle suur lõhustuvus vatsas on probleemiks söötmisel. Hea rohusööda proteiinisalduse miinimumnõudeks on 15% (Tamm 2005). Kuigi kõrreliste mõjul proteiinisaldus vähenes ei jäänud see hariliku lutserni segudes heale rohusöödale nõutud tasemest väiksemaks. Kõrreliste liikidest oli tugevama mõjuga ohtetu luste ja nõrgema mõjuga harilik päideroog (tabel 2).

Lutserni puhaskülvi toorproteiinisaldus I, II, III niites oli 193–233 g kg<sup>-1</sup> KA. Hariliku lutserni segukülvide proteiinisaldus I ja II niites oli optimaalne (154–183 g kg<sup>-1</sup> KA), va päideroo seguvariant (194–199 g kg<sup>-1</sup>), sest päideroogu oli KA saagis ainult 5–21%. Päideroog ei talu varajases arengufaasis süstemaatilist kolmekordset niitmist. Hübridlutserni segudes ohtetu luste ja põld-raiheinaga (kõrrelisi kuni 35%) oli proteiinisaldus kõige väiksem (126–140 g kg<sup>-1</sup> KA-s). Hübridlutserni `Karlu` segukülvide väiksem proteiinisaldus oli tingitud nädala võrra hilisemast koristamisest. Arengult olid lutsernid koristamisel küll võrdsed, kuid segusse võetud kõrrelised jõudsid vanemasse arengufaasi, mis läbi vähenes hübridlutserni segude proteiinisaldus rohkem kui segudes hariliku lutserniga. Toorproteiinisaldus I niites oli usutavas seoses lutserni protsendiga segukülvis ( $r = 0,73, P < 0,05$ ).

**Tabel 2.** Lutserni-kõrreliste I niite KA proteiinisaldus g kg<sup>-1</sup>

**Table 2.** Protein content of lucerne-grass mixtures in the first cut (g kg<sup>-1</sup> DM)

Taimik/Sward	<i>Medicago sativa</i> (FSG 408DP)			<i>Medicago varia</i> ('Karlu')		
	TP / CP	MP / MP	VPB / PBV	TP / CP	MP / MP	VPB / PBV
Lutsern (L) / <i>Lucerne</i> (L)	210	87	59	193	83	49
L+ <i>Lolium hybridum</i>	168	83	26	140	79	5
L+ <i>Festuca arundinacea</i>	175	84	30	168	82	27
L+ <i>Festuca pratensis</i>	181	84	36	143	80	6
L+ <i>Phalaris arundinacea</i>	194	86	46	190	84	43
L+ <i>Bromus inermis</i>	154	81	15	126	77	-5

TP – toorproteiin / CP – crude protein

MP – metaboliseeruv proteiin / MP – metabolizable protein

VPB – vatsa proteiini bilans / PBV – protein balance values

Metaboliseeruva proteiini sisalduse hindamiseks on laekunud vähe andmeid. Tulemusi saab võrrelda EMÜ Loomakasvatusinstituudi tabeliandmetega (Tartu 2004), millest selgub, et kõrrelise osatähtsuse suurenemisel tõuseb lutserniseigus varajasel koristamisel metaboliseeruva proteiini sisaldus, vaatamata toorproteiinisalduse vähenemisele. Hilisemal koristamisel muutub metaboliseeruva proteiini sisaldus üldiselt väiksemaks, kuid kõrreliste osatähtsus seda usutavalt ei muuda.

Käesoleva katse tulemustest selgus, et lutserni puhaskülvist saadud rohusööda metaboliseeruva proteiini sisaldus oli 83–87 g kg<sup>-1</sup> ja kõikide kõrreliste mõjul see vähenes. Kõrrelistest oli kõige suurema mõjuga ohtetu luste. Niidete lõikes olulisi erinevusi ei olnud.



Vatsa proteiini bilanss (VPB) näitab mikroobse proteiini sünteesiks vajaliku lõhustunud proteiini liiga või defitsiiti, võttes arvesse mikroorganismidele kättesaadavat energiat. Lutsernisöötades on proteiinisaldus kõrge ja vatsas lõhustuva proteiini osatähtsus sööda proteiinist väga suur (80–85%) ning sellest tulenevalt VPB tugevalt positiivne. Kõrreliste mõjul see näitaja vähenes. Katseandmetele tuginedes oli VPB enamike kõrreliste lisamisel poole väiksem kui puhaskülvis, kuid ohtetu luste, hariliku aruheina ja põld-raiheina segus hübriidlutserniga nullilähedane.

Analüüsiandmed näitasid, et kõrreliste mõjul suurenes oluliselt kuivaine NDF sisaldus, vähenes seeduvus ja metaboliseeruva energia sisaldus (tabel 3). Segukülvide I niite saagi ja NDF vahel oli positiivne seos ( $r = 0,60$ ,  $P < 0,01$ ) ning botaanilise kaalanalüüsi andmetel negatiivne seos lutserni protsendi ja NDF vahel ( $r = -0,55$ ,  $P < 0,01$ ).

**Tabel 3.** Lutserni-kõrreliste I niite KA toiteväärtus

**Table 3.** The nutritive value of lucerne-grass mixtures DM in the first cut

Taimik/Sward	<i>Medicago sativa</i> (FSG 408DP)			<i>Medicago varia</i> ('Karlu')		
	NDF, g kg <sup>-1</sup>	DDM, g kg <sup>-1</sup>	ME, MJ kg <sup>-1</sup>	NDF, g kg <sup>-1</sup>	DDM, g kg <sup>-1</sup>	ME, MJ kg <sup>-1</sup>
Lutsern (L)/Lucerne (L)	382	657	10,3	414	635	10,0
L+ <i>Lolium hybridum</i>	424	638	10,0	498	616	9,6
L+ <i>Festuca arundinacea</i>	437	631	9,9	487	587	9,1
L+ <i>Festuca pratensis</i>	414	637	10,0	466	620	9,8
L+ <i>Phalaris arundinacea</i>	391	657	10,4	428	630	9,9
L+ <i>Bromus inermis</i>	467	632	9,9	426	583	9,0

NDF – neutraaldetergentkiud / *neutral-detergent fiber*

DDM – kuivaine seeduvus / *digestibility dry matter*

ME – metaboliseeruv energia / *metabolizable energy*

Raku seinaaine (NDF) intensiivne kasv on lutsernil varsumise lõpul-õiepungade moodustumisel. Sellel perioodil ladestub biomass põhiliselt lutserni vartesse, varte NDF kasvas 468-lt 571-ni g kg<sup>-1</sup> KA. Kõrreliste varte NDF kasv kõrsumisest loomise alguseks oli 536 vs 626 g kg<sup>-1</sup> KA. Lutserni varte ligniini (ADL) kontsentratsioon NDF-st oli õiepungade moodustumise faasis 16,1%, kõrreliste vartel loomise algul 5,4%, see on üks põhjus, miks kõrreliste kiud on potentsiaalselt seeduvam kui lutserni kiud. Vaatamata sellele vähenes rohusööda seeduvus lutsernisegusse võetud kõrreliste mõjul. Märkimisväärne vähenemine oli roog-aruheina ja ohtetu luste mõjul. Seeduvuse langus oli suurem hübriidlutserni segude koristamisel, seoses hübriidlutserni segude hilisema niitmisega ja väiksem päideroo-lutserni variantides, sest päideroogu oli segukülvi KA-s ainult 5–21%.

Hariliku lutserni segukülvide II niite toiteväärtust mõjutasid suvised kõrged temperatuurid rohkem kui hübriidlutserni segudel. Segukülvide II niite seeduvus ja ainevahetusenergia sisaldus 'FSG 408 DP' ja 'Karlu' segukülvides olid vastavalt 609–644 g kg<sup>-1</sup> ja 9,5–10,1 MJ kg<sup>-1</sup> ning 613–637 g kg<sup>-1</sup> ja 9,5–9,9 MJ kg<sup>-1</sup> KA.

III niite tehti bioloogiliselt varasemas arengufaasis, sellest tulenevalt saadi kõrge seeduvus ja ainevahetusenergia väärtus (vastavalt 648–664 g kg<sup>-1</sup> ja 10,2–10,5

MJ kg<sup>-1</sup> hariliku lutserni ja 673–685 g kg<sup>-1</sup> ja 10,7–10,9 MJ kg<sup>-1</sup> KA hübriidlutserni segud). Põld-raihein, harilik aruhein ja roog-aruhein olid segukülvis lutserniga niidete lõikes ühtlasema vegetatsioonikasvuga.

Ainevahetusenergia sisaldus (ME) oli mõlema lutserni puhaskülvis hea. Kõrreliste mõjul see vähenes, kusjuures tugevama mõjuga olid ohtetu luste ja viimastel aastatel roog-aruhein, niidetes, kus kõrreliste protsent KA-s oli suurem (30–50%).

Roog-aruheina ja ohtetu luste liigiomadused vähendasid lutserni-kõrrelise segude kuivaine seeduvust ja ainevahetusenergia sisaldust kõige enam.

Liigilise koosseisu hindamine on oluline segukülvide optimaalse niiteaja määramisel. Koristamise hilinemisel toimub kõrreliste kiirema arengu mõjul segukülvide rohusöödas proteiinisisalduse ja ainevahetusenergia oluline vähenemine.

### **Kokkuvõte**

1. Hübriidlutsern talus kõrreliste konkurentsi saateliigina paremini kui harilik lutsern. Roog-aruhein vähendas hariliku lutserni osa segus juba teisel kasutusaastal. Hariliku- ja hübriidlutserni segukülvis oli põld-raiheina, hariliku aruheina ja ohtetu luste % botaanilise kaalanalüüsi andmetel ühtlasem – 24–39%.
2. Segukülvide kasvatamine võimaldab saada suuremat saaki ja mõjutada rohusööda kvaliteeti. Lutserni-kõrrelise segukülvis vähenes kõrrelise mõjul toorproteiini ja metaboliseeriva proteiini sisaldus. Kõige suurema mõjuga oli ohtetu luste, mis muutis vatsa proteiini bilansi negatiivseks.
3. Majanduslikest ja füsioloogilistest kaalutlustest lähtuvalt sobib veiste põhisöödana kasutada hariliku ja hübriidlutserni segusid põld-raiheina ja harilik aruheinaga. Heaks võib lugeda ka lutserni-roog-aruheina rohusööta kui segukülvi KA-s on kõrrelisi alla 30%.

### **Tänuavaldus**

Uurimistööd toetas Põllumajandusministeerium (leping nr. 3.4.- 23/121 ja 152).

### **Kasutatud kirjandus**

- Buxton, D. R. and Redfearn, D. D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. – *The Journal of Nutrition* **127**(5), 814S–818S.
- Hoffman, P.C., Sievert, S. J., Shaver, R.D., Welch, D. A. and Combs, D. K. 1993. In situ DM, protein and fiber degradation of perennial forages. – *J. Dairy Sci* **76**, 2632–2643.
- Jung, H.G. and Engels, F.M. 2002. Alfalfa Stem Tissues: cell-wall deposition, composition and degradability. – *Crop Science*, **42**, 524–534.
- Kärt, O., Karis, V., Ots, M. 2002. *Mäletsejaliste proteiinitoitumine ja metaboliseeruv proteiinil põhinev söötade hindamise süsteem*. Tartu, 40 lk
- Moore, K. J. and Jung, H-J. G. 2001. Lignin and fiber digestion. – *J. Range Manage* **54**, 420–430.
- Söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse tabelid. Tartu, 2004.
- Tamm, U. 2005. Rohusööda toiteväärtuse hindamine. – *Rohusööda toiteväärtus*, lk 6–9.

## VÄETAMISE MÕJU LÄMMASTIKU JA KAALIUMI LEOSTUMISELE ROHUMAAL

**Mailiis Tampere, Karin Kauer, Merrit Noormets, Argaadi Parol, Henn Raave, Are Selge, Rein Viiralt**

EMÜ Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Abstract.** *Tampere, M., Kauer, K., Noormets, M., Parol, A., Raave, H., Selge, A., Viiralt, R. Effect of fertilization on nitrogen and potassium leaching in grassland. – Agronomy 2010/2011, 139–146*

*In recent years environmentally friendly production (organic farming especially) has become a source of interest, however, it is still not clear if organic farming is more environmentally friendly. The objective of the present research was to study nitrogen and potassium leaching from three grassland swards in relation to the level of fertilizing and fertilizer type.*

*In the experiment we tested the effect of 1) sward type (three - species grass mixture, grass mixture with white clover and grass mixture with lucerne), 2) level of fertilizing, and 3) fertilizer type (mineral fertilizer, cattle slurry and sewage sludge) on the N and K leaching in the vegetation period, beyond the vegetation period and in the experimental period as a whole. The experiment was carried out in mini-lysimeters filled with loamy sand soil (depth 30 cm, area 0.0706 m<sup>2</sup>). All organic fertilizers were applied in quantities corresponding to nitrogen rates given by mineral fertilizers. Quantities of soaked-through soil water and leachate chemical composition were measured.*

*Our results showed that fertilization of grassland does not increase the leaching of nutrient elements from topsoil if the rates of fertilizers harmonize with the needs of the herbage. Organic manures did not decrease leaching of N and K in comparison with NPK mineral fertilizer. To prevent the nutrient leaching from grasslands it is necessary to establish high-productive swards and implement a well-balanced fertilizer programme.*

**Keywords:** *cattle slurry, grassland nutrition, mineral fertilizers, nutrient losses*

**Mailiis Tampere, Karin Kauer, Merrit Noormets, Argaadi Parol, Henn Raave, Are Selge, Rein Viiralt, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St. , 51014 Tartu, Estonia**

### Sissejuhatus

Viimastel aastatel räägitakse üha rohkem saakide tootmisest keskkonnasõbralikul moel. Välja on pakutud orgaaniline e. maheviljelus, mille puhul eeldatakse, et see aitab võrreldes tavaviljelusega paremini säilitada mullas olulisi toitaineid ja vähendab põllumajanduse kõrvalmõju vee kvaliteedile. Orgaanilise viljeluse keskkonnasõbralikkus tuleneb asjaolust, et siin ei ole lubatud kasutada tööstuslikult toodetud vees lahustuvaid anorgaanilisi väetisi. Kasutatavad toidained peavad pärinema kas orgaanilistest allikatest (nt. loomasõnnik ja haljasväetis) või looduslikult esinevatest väga madala lahustuvusega mineraalidest (Torstensson *et al.*, 2006). Lubatud on ka sümbioosselt seotud lämmastik. Täna ei ole siiski veel päris selge, kas orgaanilisele viljelusele üleminek tagab puhtama keskkonna või mitte. Maheviljeluse ja tavaviljeluse võrdlus on näidanud, et maheviljeluse korral on lämmastiku leostumise potentsiaal

väiksem kui tavaviljeluse korral (Hansen *et al.*, 2000; Haas *et al.*, 2002), kui ka seda, et lämmastiku leostumise potentsiaalid mahe- ja tavaviljeluse korral ei erine (Kristensen *et al.*, 1994). A. Granstedt (1992) väidab, et orgaanilised väetised on keskkonnasõbralikumad kui mineraalväetised. L. Bergström, K. Goulding (2005), G. Torstensson *et al.* (2006) uurimistööd seda ei kinnita. Nad märgivad, et taimede vajadus ja toitainete vabanemine orgaanilisest ainest on nõrgalt sünkroniseeritud. Osa toitaineid vabaneb mulda ka ajal, kui taim neid ei vaja ning seetõttu võivad need kergesti leostuda. Et orgaaniliste väetiste kasutamisel võib leostumine olla mineraalväetistega võrreldes suurem, näitavad kaudseltselt ka mitmed teised uurimistööd. L. Engström *et al.* (2005) uurimistööst selgus, et ammooniumlämmastik, mida on orgaanilistes väetistes umbes 50% üldlämmastikust, nitrititseeerub mullas veel ka  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  juures. Teadaolevalt lõpetavad taimed sügisel kasvu temperatuuri langedes  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  allapoole. Hilissügisel ja varakevadel sõltub leostuv nitraatide kogus peamiselt vabade nitraatide kogusest mullas (Mengel, Kirkby, 2001). Selge ei ole samuti liblikõieliste mõju nitraatide leostumisele. Märgitakse, et maheviljeluse korral, kus lämmastik seotakse bioloogiliselt, on nitraatide leostumine väiksem kui intensiivselt viljeldavalt rohumaalt, kus aastas antav lämmastikunorm on üle  $200\text{ kg ha}^{-1}$  (Pain, 2000). Inglismaal toimunud katse näitas seevastu, et liblikõieliste taimikust oli leostumine suurem kui kõrreliste omast. Eriti kasvas see ajal, kui liblikõieliste osakaal hakkas taimiku vanuse tõttu langema (Low, Armitage, 1970).

Senistes uurimistöödes on peamine tähelepanu olnud pööratud N leostumisele. Vähem on uuritud teiste taimede oluliste elementide leostumist. Heintaimede kasvuks oluline kaalium on mullas liikuv ioon ja võib seetõttu samuti kergesti leostuda. Seni on selle elemendi leostumisele pööratud vähe tähelepanu, kuna K leostumine ei põhjusta otseselt eutrofeerumist (Alfaro *et al.*, 2004). Vähesed sellekohased uurimistööd on näidanud, et K leostumine rohumaadel on tavaliselt väike, kuid kõrge kättesaadava K tase mullas ja suured väetistega antavad K kogused võivad seda kadu oluliselt suurendada (Kayser, Isselstein, 2010).

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida N ja K leostumist sõltuvalt taimiku liigilisest koosseisust, väetustasemest ja kasutatava väetise liigist (orgaaniline *versus* mineraalväetis). Uurimistöö tulemusi on osaliselt käsitletud varem kogumikus Agronoomia 2009 artiklis „Vedelsõnniku kasutamine rohumaade väetamisel“.

## Metoodika

Katse rajati 2007. aastal EMÜ Eerika katsejaamas nõukatsena. Kasvunõudena kasutati üksteise sisse asetatud plastmassämbreid (minilüsimeetrid: kokku 186 nõud, ava pindalaga  $0,0706\text{ m}^2$  ja sügavusega 30 cm). Pealmise nõu põhi augustati, et taimikust ja mullast läbivoolanud vesi saaks koguneda alumise ämbri põhja, kust seda perioodiliselt eemaldati. Vesi võeti välja imipumbaga. Lõimiselt on nõukatse muld liivakas saviliiv (liiva 64, tolmu 29 ja savi 7%) eripinnaga  $30,6\text{ m}^2\text{g}^{-1}$ , mis sisaldas katse algul orgaanilist ainet 1,7-1,9% ja üld-N 0,11% ning liikuvat P 94-102 ja K 165-180  $\text{mg kg}^{-1}$ .

Katse ülesehitus oli  $3 \times 3 \times 6$  faktoriaalne. Katsefaktorid on: (i) 3 taimikut: kõrreliste taimik (timut, karjamaa raihein, aasnurmikas), kõrreliised + valge ristik 'Jõgeva 4', kõrreliised + lutsern 'Juurlu'; (ii) 3 väetist: veiseläga, reoveesete, mineraalväetis (NPK- ammooniumsalpeeter, KCl, superfosfaat); (iii) 6 mineraalväetise

normi:  $N_0P_0K_0$  (kontroll),  $N_0P_{30}K_{60}$ ,  $N_0P_{60}K_{120}$ ,  $N_{60}P_{30}K_{60}$ ,  $N_{120}P_{60}K_{120}$ ,  $N_{180}P_{60}K_{120}$ ). Kõik orgaanilised väetised anti koguses, mis vastas mineraalväetisega antavale N normile. Orgaanilise väetiste norm arvatati ammoniumlämmastiku alusel. Katses võrreldavad väetised anti jaotatult kuni kolmes osas. Esimene väetamine tehti kevadel 1 nädal pärast rohuksvu algust. Teist korda väetati üks nädal pärast teist niidet ja kolmas kord üks nädal pärast kolmandat niidet. Väetamiste arv sõltus lämmastiku normist. Korraga anti väetist koguses, mis vastas lämmastiku normile  $N_{60}$  kg ha<sup>-1</sup>. Variante, milles väetamiseks ettenähtud norm (kg ha<sup>-1</sup>) oli  $N_{60}$ ,  $N_{120}$ ,  $N_{180}$  väetati vastavalt 1, 2 ja 3 korda vegetatsiooniperioodi jooksul. PK väetis anti kõigile nõudele korraga kevadel koos lämmastikväetisega.

Vett koguti vegetatsiooniperioodil 1 kord kuus, suuremate sadude korral ka 2 korda kuus. Väljaspool vegetatsiooniperioodi võeti veeproove vastavalt võimalusele. Nii 2007/2008 kui 2008/2009 aasta talv oli väga külm, mistõttu oli võimalik veeproove koguda ainult novembris ja aprillis. Vahepealsel ajal oli muld külmunud. Katses määrati igast nõust läbinõrgunud vee kogus (mõõdeti mensuuriga) ning üld-N ja K sisaldus nõrgvees. Keemilised analüüsid tehti EMÜ mullateaduse ja agrokeemia osakonna laboris. Üld-N sisaldus määrati elementanalüsaatoriga *VarioMax* ja üld-K sisaldus leekfotomeetriga. Leostunud elemendi kogus leiti nõrgvee koguse ja elemendi (N ja K) sisalduse korrutamisel. Katse andmed töödeldi Statistica 9.0 programmis ühe ja mitmefaktorilise dispersioonanalüüsiga (oneway and factorial ANOVA). Tulemuste erinevuse usaldusväärsust hinnati Fisher LSD testiga.

## Tulemused ja arutelu

### *Rohukamara liigilise koosseisu mõju N ja K leostumisel*

N ja K leostumine oli katses võrreldud taimikute puhul erinev ( $P < 0,05$ ). Vegetatsiooniperioodil (tabel 1) leostus kõige vähem kõrreliste + valge ristiku ja kõige rohkem kõrreliste taimikust. Väljaspool vegetatsiooniperioodi (tabel 2) oli liigilise koosseisu mõju N ja K leostumisele väiksem. Kõrreliste ja kõrreliste + valge ristiku taimikust leostunud N kogused omavahel ei erinenud ( $P > 0,05$ ), kuid nendega võrreldes usutavalt rohkem ( $P < 0,05$ ) leostus N välja kõrreliste + lutserni taimikust. K leostus kõige vähem ( $P < 0,05$ ) kõrreliste + valge ristiku taimikust. Kõrreliste ja kõrreliste + lutserni taimikust K leostumine ei erinenud ( $P > 0,05$ ).

Katseaastal tervikuna (s.o. 2008 ja 2009 keskmisena) oli N ja K leostumine kõige väiksem ( $P < 0,05$ ) kõrreliste + valge ristiku ( $N 2193$  ja  $K 694$  mg m<sup>-2</sup>) ning suurim ( $N 2937$  ja  $K 3069$  mg m<sup>-2</sup>) kõrreliste taimikust. Kõrreliste + lutserni taimikust leostus katseaastal N ja K vastavalt 2765 ja 2323 mg m<sup>-2</sup>.

Nii meie (Viiralt *et al.*, 2009) kui ka varasemad uurimistööd (Saarman, Viiralt, 1982; Kalmet *et al.*, 1996; Decau, *et al.*, 2004) näitavad, et vegetatsiooniperioodil sõltub toitainete leostumine peamiselt taimikust läbinõrguvast veekogusest, mis on seda väiksem, mida suurem on taimiku saak. Kõrreliste + valge ristiku taimiku saak oli teiste katses olnud taimikutega võrreldes usutavalt suurem mõlemal katseaastal (2009. a. andmed on avaldamata), mis selgitab, miks just sellest taimikust leostus N ja K välja kõige vähem. Valge ristiku puhul avaldas ilmselt mõju ka tema kõrreliste ja lutserniga võrreldes suurem veetarve. Visuaalselt võis seda märgata kuumadel suvepäevadel, millal valge ristiku taimed kippusid närbuma, kõrreliste ja lutserni puhul aga selliseid märke näha ei olnud.

**Tabel 1.** Lämmastiku ja kaaliumi leostumine rohumaa taimikutest 2008. ja 2009.a. vegetatsiooniperioodil

**Table 1.** Leaching of nitrogen and potassium from grass swards during vegetation period in 2008–09

Taimik Sward	Kontroll Control N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	Väetis / Fertilizer				Keskmine leostumine <sup>5</sup> Average leaching
		Mineraalväetis Inorganic fertilizer		Orgaaniline väetis Organic fertilizer		
		P K <sup>1</sup>	NPK <sup>2</sup>	Läga <sup>3</sup> Slurry	Reoveesete <sup>3</sup> Sewage sludge	
<b>Lämmastik / Nitrogen, mg m<sup>-2</sup></b>						
Kõrrelised / Grasses	2589 <sup>ab</sup> 4	2689 <sup>aA</sup>	2303 <sup>aC</sup>	2567 <sup>aC</sup>	2468 <sup>aB</sup>	2489 <sup>C</sup>
Kõrrelised + valge ristik / Grasses + white clover	1848 <sup>acA</sup>	1399 <sup>bB</sup>	1517 <sup>bcA</sup>	1901 <sup>aA</sup>	1832 <sup>aA</sup>	1740 <sup>A</sup>
Kõrrelised + lutsern / Grasses + lucerne	2343 <sup>abAB</sup>	2466 <sup>aA</sup>	1978 <sup>bB</sup>	2300 <sup>aB</sup>	2231 <sup>abAB</sup>	2229 <sup>B</sup>
<b>Kaalium / Potassium mg m<sup>-2</sup></b>						
Kõrrelised/ Grasses	3032 <sup>abA</sup>	3834 <sup>abC</sup>	2320 <sup>aA</sup>	2632 <sup>aC</sup>	2597 <sup>aC</sup>	2733 <sup>C</sup>
Kõrrelised + valge ristik / Grasses + white clover	718 <sup>abB</sup>	635 <sup>abA</sup>	520 <sup>abB</sup>	745 <sup>ba</sup>	454 <sup>aA</sup>	625 <sup>A</sup>
Kõrrelised + lutsern / Grasses + lucerne	2351 <sup>abA</sup>	3005 <sup>bB</sup>	1922 <sup>aA</sup>	1890 <sup>aB</sup>	1812 <sup>aB</sup>	2061 <sup>B</sup>

<sup>1</sup>Väetiskoguste N<sub>0</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>0</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> kg ha<sup>-1</sup> keskmine / <sup>1</sup>Mean of treatments N<sub>0</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>0</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> kg ha<sup>-1</sup>

<sup>2</sup>Väetiskoguste N<sub>60</sub> P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>, N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> kg ha<sup>-1</sup> keskmine / <sup>2</sup>Mean of treatments N<sub>60</sub> P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>, N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> kg ha<sup>-1</sup>

<sup>3</sup>Väetiskoguste N<sub>60-180</sub> kg ha<sup>-1</sup> keskmine / <sup>3</sup>Mean of treatments N<sub>60-180</sub> kg ha<sup>-1</sup>

<sup>4</sup>Erinevad väiketähed samas reas ja suured tähed samas veerus näitavad usutavat erinevust (P < 0.05) / <sup>4</sup>The values with different small letters in the same line and capital letters in the same column are significantly different (P < 0.05)

<sup>5</sup>Ühelt taimikult keskmiselt leostunud N ja K kogus leiti kõigi katses olnud väetusvariantide keskmisena / <sup>5</sup>Mean of all fertilizer treatments tested in corresponding sward



**Tabel 2.** Lämmastiku ja kaaliumi leostumine rohumaa taimikutest väljaspool vegetatsiooniperioodi 2008. ja 2009.a.

**Table 2.** Leaching of nitrogen and potassium from grass swards in late autumn and early spring in 2008–09

Taimik Sward	Kontroll Control N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	Väetis / Fertilizer				Keskmine leostumine <sup>5</sup> Average leaching
		Mineraalväetis Inorganic fertilizer		Orgaaniline väetis Organic fertilizer		
		P K <sup>1</sup>	NPK <sup>2</sup>	Läga <sup>3</sup> Slurry	Reoveesete <sup>3</sup> Sewage sludge	
<b>Lämmastik / Nitrogen mg m<sup>-2</sup></b>						
Kõrrelised / Grasses	378 <sup>aA</sup> 4	389 <sup>aAB</sup>	376 <sup>aA</sup>	454 <sup>aA</sup>	451 <sup>aA</sup>	427 <sup>A</sup>
Kõrrelised + valge ristik / Grasses + white clover	422 <sup>abcA</sup>	281 <sup>aA</sup>	462 <sup>bcA</sup>	531 <sup>cA</sup>	411 <sup>abA</sup>	453 <sup>A</sup>
Kõrrelised + lutsern / Grasses + lucerne	475 <sup>aA</sup>	499 <sup>aB</sup>	524 <sup>aA</sup>	539 <sup>aA</sup>	494 <sup>aA</sup>	521 <sup>B</sup>
<b>Kaalium / Potassium mg m<sup>-2</sup></b>						
Kõrrelised / Grasses	314 <sup>abA</sup>	434 <sup>cA</sup>	257 <sup>aA</sup>	324 <sup>bA</sup>	294 <sup>abA</sup>	315 <sup>B</sup>
Kõrrelised + valge ristik / Grasses + white clover	90 <sup>abB</sup>	84 <sup>abB</sup>	111 <sup>abB</sup>	125 <sup>bB</sup>	65 <sup>aB</sup>	103 <sup>A</sup>
Kõrrelised + lutsern / Grasses + lucerne	252 <sup>abA</sup>	393 <sup>cA</sup>	235 <sup>aA</sup>	322 <sup>bcA</sup>	292 <sup>abA</sup>	304 <sup>B</sup>

<sup>1-3</sup>Selgitus vt. tabel 1/ <sup>1-3</sup>See notes in Table 1

K leostumist mõjutava tegurina on märgitud ka mulla N varu, mille kasvades suureneb taimede vajadus K järele, mistõttu seda leostub vähem (Taube *et al.*, 1995). Selle teooria kohaselt peaks kõrreliste + liblikõieline taimikust, kus N varu tänu sümbioosile N on mullas suurem, olema K leostumine kõrreliste taimikuga võrreldes väiksem. Meie katses leidis see kinnitust ainult kõrreliste + valge ristiku taimiku puhul, kust K leostumine oli kõrreliste taimikuga võrreldes väiksem. Kõrreliste ja kõrreliste + lutserni taimiku vahel usutavat erinevust ei olnud.



N leostumine liblikõieliste taimikust kasvab, kui liblikõieliste osakaal hakkab taimikus langema (Low, Armitage, 1970). Lutsernile ei sobinud meie katses kasvutingimused ja selle osakaal hakkas juba pärast esimest aastat märgatavalt vähenema. Me arvame, et suurem leostumine oli selle taimiku puhul põhjustatud lutserni surnud juurtes ja neil resideerunud mügarbakterites sisaldunud N mineraliseerumisest. Tänapäeval on laialt levinud arvamus, et liblikõieliste võtmine seemenesegusse vähendab N leostumist (Jensen, Hauggaard-Nielsen, 2003; Drinkwater *et al.*, 1998; Askegaard, Eriksen, 2008, 2008a). Meie katse tulemused üldjoontes kinnitavad seda. Samas näitavad meie andmed, et liblikõieliste mõju avaldub peamiselt vegetatsiooniperioodil ning see on seotud mullast läbinõrguva veekoguse vähenemisega. Väljaspool vegetatsiooniperioodi võib liblikõielist sisaldavast taimikust leostuda N välja kõrrelistega võrreldes ka rohkem.

### ***Väetustaseme ja väetise liigi mõju N ja K leostumisele***

Vegetatsiooniperioodil N leostumine kõrreliste taimikust ei sõltunud väetamise tasemest ja kasutatud väetisest ( $P > 0,05$ ). Seevastu kõrreliste + valge ristiku taimikust leostus N usutavalt vähem ( $P < 0,05$ ) välja mineraalväetise (PK ja NPK) kasutamisel. Nendega võrreldes oli N leostumine suurem ( $P < 0,05$ ) orgaanilise väetisega (vedelsõnnik ja reoveesete) väetatud taimikust ja kontrollvariandist. Ka kõrreliste + lutserni taimikust oli N leostumine kõige väiksem ( $P < 0,05$ ) mineraalväetise (NPK) ja suurem ( $P < 0,05$ ) vedelsõnniku ja mineraalse PK väetisega väetatud variandis. Kontrollvariandi ja väetist saanud variantide vahel N leostumises olulist erinevust ( $P > 0,05$ ) ei olnud. K leostumine sõltus kasutatud väetisest ainult kõrreliste + valge ristiku taimikus, kus see oli suurem ( $P < 0,05$ ) vedelsõnnikuga väetatud variandis. Väljaspool vegetatsiooniperioodi N leostumine kõrreliste ja kõrreliste + lutserni taimikust ei olenenud väetustasemest ja kasutatud väetisest ( $P > 0,05$ ). Kõrreliste + valge ristiku taimikust leostus N teistega võrreldes vähem ( $P < 0,05$ ) välja PK väetise ning rohkem ( $P < 0,05$ ) vedelsõnniku variandist. Lämmastikuga võrreldes mõjutas kasutatud väetise liik kaaliumi leostumist rohkem. Kõrreliste ja kõrreliste + lutserni taimikust leostus K teistega võrreldes rohkem välja PK väetise ja vedelsõnniku kasutamisel ning kõrreliste + valge ristiku taimikust vedelsõnniku korral. Kõigi kolme taimiku puhul oli sarnane, et K leostus kontrollvariandist välja ligikaudu sama palju kui väetist saanud katsenõudest. Erandiks olid kõrreliste ja kõrreliste + lutserni taimiku PK väetise variandid, kust K leostus kontrollvariandiga võrreldes rohkem ( $P < 0,05$ ). Katseperioodil tervikuna (s.o. aastas kokku) oli N leostumine kõige väiksem mineraalväetise kasutamisel. Kõrreliste ja kõrreliste + lutserni taimikust leostus N kõige vähem välja NPK ja kõrreliste + valge ristiku taimikust PK väetise variandist. Kõigi kolme taimiku korral leostus kontrollvariandist N ligikaudu sama palju, kui väetist saanud variantidest. K leostus katseaastal kõrreliste taimikust kõige vähem välja mineraalse NPK väetise korral, kus see oli väiksem ( $P < 0,05$ ) ka võrreldes kontrollvariandiga. Kõige suurem K leostumine esines PK väetise ( $P < 0,05$ ) variandis. Kõrreliste + valge ristiku taimikust leostus K teistega võrreldes rohkem välja vedelsõnnikuga väetatud variandis. Teistes variantides (s.h. kontrollvariandis) leostunud K kogus ei erinenud usutavalt ( $P > 0,05$ ). Kõrreliste + lutserni taimikul eristus teistest PK variant, kust oli K leostumine teistega võrreldes suurem ( $P < 0,05$ ).

Kõigi taimikute kokkuvõttes oli N leostumine keskmiselt aastas kõige suurem

( $P < 0,05$ ) vedelsõnniku ( $2764 \text{ mg m}^{-2}$ ) ja väikseim ( $P < 0,05$ ) mineraalse NPK ( $2387 \text{ mg m}^{-2}$ ) väetise kasutamisel. Kontrollvariandist leostus aastas  $2686 \text{ mg N m}^{-2}$ , mida oli rohkem ( $P < 0,05$ ) kui mineraalset NPK väetist saanud taimikul. K leostumine oli teiste variantidega võrreldes suurem ( $2796 \text{ mg m}^{-2}$ ) PK- väetise korral ( $P < 0,05$ ). Nii N kui K leostumisele kontrollvariandist oli iseloomulik, et tulemuse varieeruvus oli seal võrreldes väetist saanud variantidega oluliselt suurem. Tulemused ei varieerunud üksnes sõltuvalt taimikust vaid erinevus oli suur ka ühe variandi korduste vahel.

## Järeldused

Meie uurimistöö näitas, et rohumaa väetamine ei suurenda leostumist, kui kasutatavad väetisnormid on kooskõlas taimede toitainete vajadusega. Toitainete leostumine kergest mullast oli väetamata rohumaa sama suur kui väetatud rohumaa või sellest isegi suurem. Vegetatsiooniperioodil sõltus leostumine peamiselt taimikust läbinõrgunud vee kogusest, mis oli negatiivses korrelatsioonis saagi suurusega. Väetamine suurendas saaki, mille tulemusena nõrgvee kogus vähenes. Orgaaniliste väetiste kasutamine rohumaa ei vähendanud N ja K leostumist vaid võrreldes mineraalväetisega pigem suurendas seda. Leostumise vähendamiseks rohumaadelt peavad seal olema hea saagivõimega rohukamarad, mida tuleb tasakaalustatult väetada. Seejuures sõltub saagitase eeskätt taimiku varustatusest lämmastkuga.

## Tänuavaldused

Uurimistööd toetas Põllumajandusministeerium (lepingud nr. 3.4.- 23/22 ja 333).

## Kasutatud kirjandus:

- Alfaro, M. A., Jarvis, S. C., Greory, P. J. 2004. Factors affecting potassium leaching in different soils. – *Soil use and management* **20**, 182–189
- Askegaard, M., Eriksen, J. 2008. Legume catch crops for reducing N leaching and substituting animal manure. – *16<sup>th</sup> IFOAM Organic World Congress*, Modena, Italy, June 16–20, 2008
- Askegaard, M., Eriksen, J. 2008a. Residual effect and leaching of N and K in cropping systems with clover and ryegrass catch crops on a coarse sand. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 123, Issues 1-a 3, p. 99–108.
- Bergström, L., Goulding, K. 2005. Perspectives and challenges in the future use of plant nutrients in tilled and mixed agricultural systems. – *Ambio* **34**, 283–287.
- Decau, M.L., Simon J. C., Jacquet, A. 2004 Nitrate Leaching under Grassland as Affected by Mineral Nitrogen Fertilization and Cattle Urine. – *Journal of Environmental Quality* **33**, 637–644.
- Drinkwater, L., E., Wagoner, P. & Sarrantonio M. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. – *Nature* **396**, 262–265.
- Engström, L., Lindén, B., Ericsson, L. 2005 Nitrification during autumn and winter of ammonium nitrogen in cattle slurry applied to soil at different times during the autumn. – In the proceedings from the seminar *Manure – an agronomic and environmental Challenge*, NJF – seminar no.372, p. 17–21
- Granstedt, A., 1992. Case studies on the flow and supply of nitrogen in alternative farming in Sweden. 1. Skilleby- Farm 1981–1987. – *Biolog. Agric. and Hort.* **9**, 15–63.
- Haas, G., Berg, M., Köpke, U. 2002 Nitrate leaching: comparing conventional, integrated and organic agricultural production systems. Agricultural effects on ground and surface waters. Haas, G., Berg, M., Köpke, U. 2002. – *IAHS Publ.* no. 273, p. 131–136.

- Hansen, B., Kristensen, E.S., Grant, R., Høgh-Jensen, H., Simmelsgaard, S.E., Olesen, J. 2000. Nitrogen leaching from conventional versus organic farming – a systems modelling approach. – *European Journal of Agronomy* **13**, 65–82.
- Jensen, E., S. & Hauggaard-Nielsen, H. 2003. How can increased use of biological N<sub>2</sub> fixation in agriculture benefit the environment? – *Plant and Soil* **252**: 177–186.
- Kalmet, R., Kanger, J., Kevvai, T., Kuldkepp, P., Kärblane, H. (koostaja), Raudväli, E. ja Turbas, E. *Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*. Tallinn, 1996.– 285 lk.
- Kayser, M., Isselstein, J. 2010. Potassium cycling and losses in grassland system: a review. Blackwell Publishing Ltd. – *Grass and Forage Science* **60**, 213–224.
- Kristensen, S.P., Mathiasen, J., Lassen, J., Madsen, H.B., Reenberg, A., 1994. A comparison of the leachable inorganic nitrogen content in organic and conventional farming systems. – *Acta Agric. Scand. B. Soil Plant Sci.* **44**, 19–27.
- Low, A.J. Armitage, E.R. 1970. The composition of the leachate through cropped and uncropped soils in lysimeters compared with that of rain. – *Plant and Soil* **33**, 393–411.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. 2001. *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, .849p.
- Pain, B.F. 2000. Control and utilization of livestock manure. Hopkins, A. (ed). – *Grass its production and utilization*, Blackwell Science, p. 343–360.
- Saarman, T., Viiralt, R. 1982. Taimetoitainete väljauhtmisest liivmullast heintaimede intensiivsel väetamisel ja niisutamisel. – *Rohumaaviljelus* 18, lk. 29–36.
- Taube F., Wulfes R. and Su "dekum K.-H. 1995. Impact of nitrogen fertilization and growing period on the concentration of mineral element during growth of permanent grass swards (in German). – *Das Wirtschaftseigene Futter* , 219–237.
- Torstenson, G., Aronsson, H., Bergström, L. 2006. Nutrient use efficiencies and leaching of organic and conventional cropping systems in Sweden. – *Agronomy Journal* **98**, 603–615.
- Viiralt, R. Raave, H., Kauer, K., Selge, A., Parol, A. 2009. Vedelsõnniku kasutamine rohumaade väetamisel. – *Agronomia* 2009, lk 146–155.

TAIMEKAITSE  
PLANT PROTECTION



## FUNGITSIIDIDE FOLICUR EW 250 JA AMISTAR XTRA SC MÕJU PÕLDOA-ŠOKOLAADILAIKSUSELE (*BOTRYTIS FABAE*)

Elina Akk, Ene Ilumäe, Malle Järvan  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Abstract:** Akk, E., Ilumäe, E., Järvan, M. 2011. The impact of the fungicides Folicur EW250 and Amistar Xtra SC against chocolate spot on the faba bean. – *Agronomy 2010/2011*, 149–152.

*Chocolate spot (Botrytis fabae) is the most destructive disease affecting the faba bean. Trials were carried out in the period 2008–10 at the experimental station at the Estonian Research Institute of Agriculture (59°17'N, 24°36'E). The research aim was to explain the impact of the fungicides Folicur EW 250 (tebuconazole) and Amistar Xtra (azoxystrobin and cyproconazole) on chocolate spot contaminations, and on grain protein content and yield. The impact of the weather was larger than the effect of the fungicide, but a weak positive result was provided when spraying 1l per hectare of Folicur and 1l per hectare of Amistar.*

**Keywords:** faba bean, fungicides, chocolate spot

*Elina Akk, Ene Ilumäe, Malle Järvan, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia*

### Sissejuhatus

Põldoa-šokolaadilaiksuse põhjustaja on seen *Botrytis fabae* Sardina, mida leidub kõikjal kus kasvatatakse põlduba. Haiguse esmaseks tunnuseks on tumepruunid punaka servaga väikesed laigud või täpid noore oataime lehtedel. Vanematel taimedel tekivad laigud ka vartele ja kaunadele. Haiguse arenemiseks soodsam temperatuur on 15–22 °C ja kõrge õhuniiskus (80%) ning ta levib lülieoste ja seeneniidistiku tükikestega tuule ja veepiiskade, kuid ka lehetäide abil. (Harrison, 1984).

Töö eesmärgiks oli selgitada fungitsiidide Folicur EW 250 (toimeaine tebukonasool) ja Amistar Xtra SC (toimeained asoksüstrobiin ja tsüprokonasool) mõju põldoa nakatumisele šokolaadilaiksusesse ning pritsimise mõju seemnete proteiinisaldusele ja saagikusele.

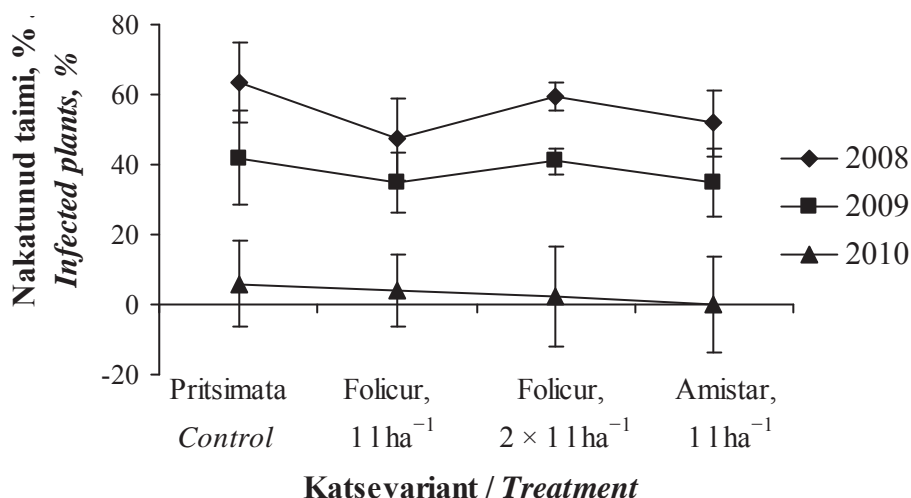
### Materjal ja meetodika

Katsed viidi läbi 2008–2010 aastal Eesti Maaviljeluse Instituudi Üksnurme (59°17'N, 24°36'E) katsealal. Katseala mullastik oli kamar-karbonaatmuld, lõimiselt liivsavi. Eelviljaks oli suviteravili. Katses kasvatati põldoa Soome sorti 'Kontu'. Kõigil kolmel aastal külvati katse mai algul. Seemnekülviga koos anti mulda mineraalväetis Skalsa 5–10–25, arvestades väetise füüsiliseks koguseks 250 kg ha<sup>-1</sup>. Seeme külvati 5 cm sügavusele. Umbrohutõrje tehti juuni alguses (BBCH 13–19, (Meier, 2001)) herbitsiidiga Butoxone kulunormiga 3,8 l ha<sup>-1</sup>. Fungitsiididega pritsiti enne õitsemist (BBCH 33–50, (Meier, 2001)). Katsevariante oli neli: 1. pritsimata; 2. pritsitud fungitsiidiga Folicur, kulunormiga 1 l ha<sup>-1</sup>; 3. pritsitud fungitsiidiga Folicur 2 × 1 l ha<sup>-1</sup>; 4. pritsitud fungitsiidiga Amistar 1 l ha<sup>-1</sup>. Katse oli neljas korduses. Taimede

haigestumine hinnati kui 10–30% kaunadest olid valminud (BBCH 81–83, (Meier, 2001)). Seemnete toorproteiinisaldus määrati EMÜ Taimebiokeemia laboratooriumis. Ilmastikuandmed saadi Üksnurme katsealal asuvast automaatilmajaamast. Võrreldes paljude aastate keskmiste õhutemperatuuridega (13,9 °C) jäi 2008. aastal kogu kasvuperioodil keskmine õhutemperatuur 1,1 kraadi võrra madalam (12,8 °C). 2009. ja 2010. aastal ületasid õhutemperatuurid mais 1,1° ja juulis 0,2° võrra paljude aastate keskmisi temperatuure (vastavalt 9,7 °C ja 16,3 °C). Kuid juunikuu keskmised temperatuurid (13,5 °C) jäid paljude aastate keskmisest (14,5 °C) ühe kraadi võrra madalamaks. Sademete hulk oli aastati väga erinev. 2008. aastal oli sademeid rohkem juuni lõpus ja augusti alguses, 2009. aastal olid väga suure sademete hulgaga terve juuli ja august. 2010. aasta oli terve taimede kasvuperiood väheste sademetega ja taimed kannatasid põua käes. Andmed töödeldi *MS Excel* keskkonnas.

### Tulemused ja arutelu

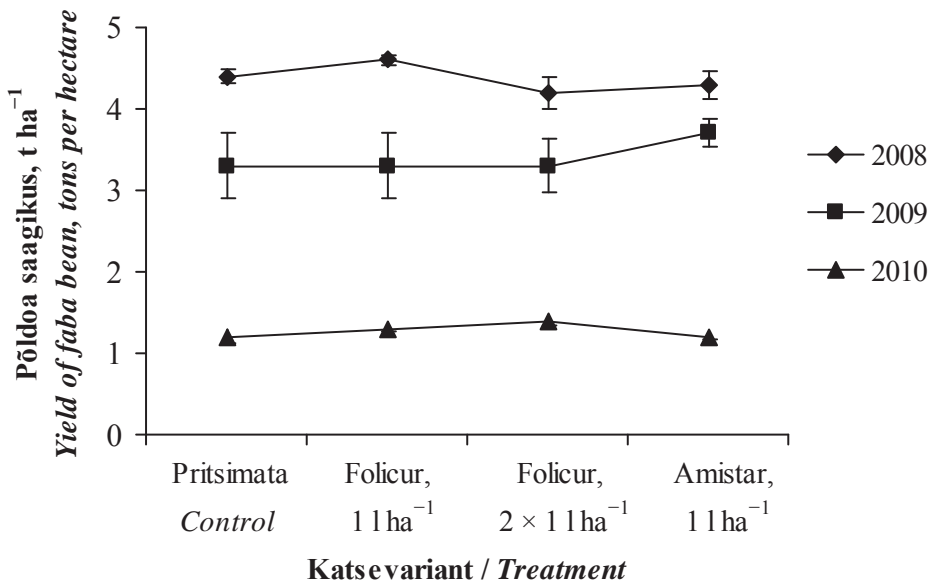
Meie katsetes ilmusid oalehtedele esimesed haigustunnused kõigil kolmel aastal juuni algul. Taimede analüüsist (joonis 1) selgus, et 2008. aastal andis parima tulemuse ühekordne pritsimine fungitsiidiga Folicur, milles nakatunud taimede arv oli 47%. Amistariga pritsitud variandis oli nakatunud taimi 52%, kuid Folicuriga kaks korda pritsitud ja pritsimata variandis oli nakatunud 60% ja 64% taimedest. 2009. aastal oli Folicuriga ja Amistariga pritsitud variantides nakatunud 35% taimedest. Pritsimata ja Folicuriga 2 korda pritsitud variantides oli nakatunud taimi vastavalt 42% ja 41%. Seega suuri erinevusi katsevariantide vahel ei esinenud. 2010. a puudusid Amistariga pritsitud variandis haiguslaigud ja taimestik oli terve. 2% ja 4% taimedest oli nakatunud vastavalt Folicuriga kaks korda ja korra pritsitud variantides. Fungitsiididega pritsimata variandis oli haigestunud taimede arv 6%.



**Joonis 1.** Põldoa-šokolaadilaiksusesse nakatunud taimede hulk, %  
**Figure 1.** The percentage of infected plants



Folicuriga töödeldud variandis kujunes 2008. aastal saagiks  $4,6 \text{ t ha}^{-1}$  (joonis 2). Kontrollvariandis ja teistes variantides oli saagikus  $4,2\text{--}4,4 \text{ t ha}^{-1}$ . Kõrgem seemnesaak saadi 2009. a katses Amistariga pritsitud variandis –  $3,8 \text{ t ha}^{-1}$ . Teistes variantides oli saagikus  $3,3 \text{ t ha}^{-1}$ . Põldoa saagikusele mõjus negatiivselt 2010. a juuli I ja II dekaadi põud. Kaunad ja seemned formeerusid juuli lõpuks ja augusti alguses tuli põlduba koristada, tema saagikuseks jäi  $1,2\text{--}1,4 \text{ t ha}^{-1}$ . Seemnesaak oli sel aastal katse suurim Folicuriga kaks korda pritsitud variandis –  $1,4 \text{ t ha}^{-1}$ .

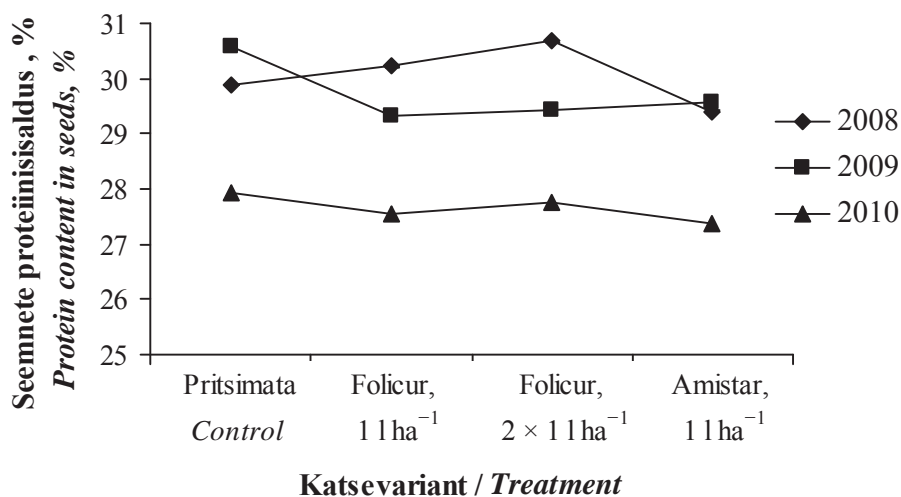


**Joonis 2.** Põldoa sordi 'Kontu' saagikus

**Figure 2.** The yield of faba bean 'Kontu'

Põldoa sordi 'Kontu' seemnete proteiinisaldus oli 2008. a pritsimata variandis 29,8% ja Folicur'iga pritsitud variantides 30,2–30,6% (joonis 3). Järgmisel aastal (2009) oli seemnete proteiinisaldus kõrgem pritsimata variandis, 30,6%. Fungitsiididega Amistar ja Folicur pritsitud variantides jäi seemnete proteiinisaldus 1,1% võrra madalamaks. Samuti oli seemnete proteiinisaldus kõrgem pritsimata variandis ka 2010. aastal, 28%. Folicuriga pritsitud variantides jäi proteiinisaldus 0,4% võrra madalam. Amistariga pritsimise variandis alanes seemnete proteiinisaldus kõige enam – 0,7%.

Saksamaal läbi viidud katsetes oli pritsimine fungitsiididega põldoa õitsemise eelsel kasvuperioodil andnud positiivseid tulemusi šokolaadilaiksuse tõrjel kui ka saagikuses (Sauermann ja Kaak, 2003). Meie katsete variantide vahel kõigil kolmel aastal ilmnunud erinevused haigusesse nakatumises, seemnesaagis ja seemnete proteiinisalduses ei olnud statistiliselt olulised. Hinnatud näitajatele avaldas katsevariantidest tugevamat mõju katseaastate ilmastik. Põhja-Euroopas ja sealjuures ka Eestis mõjutavad saagi kujunemist ja kvaliteeti nii õhutemperatuurid kui sademete hulk taimede õitsemise ja kaunade moodustamise ajal (Sprent et al., 1977; Grasshoff, 1990).



**Joonis 3.** Põldoa sordi 'Kontu' seemnete proteiinisaldus, %  
**Figure 3.** The protein content (%) of faba bean seeds

### Järeldused

Eestis on põldoa kasvupind väike, mistõttu ei ole šokolaadilaiksusest põhjustatud seemnete kvaliteedile ja taimede saagikusele tähelepanu pööratud. Käesolevas uurimistöös ilmnes tendents, et pritsimisel fungitsiididega Folicur ja Amistar vähenes taimede nakatumine šokolaadilaiksusesse, suurenes saagikus ja seemnete proteiinisaldus märkimisväärselt ei muutunud.

### Tänuavaldused

Uurimust toetas Põllumajandusministeeriumi riiklik uurimisprogramm nr. P-1.2.

### Kasutatud kirjandus:

- Grasshoff, C. 1990. Effect of pattern of water supply on *Vicia faba* L. Part 1: dry matter partitioning and yield variability. – *Netherland Journal of Agricultural Science* **38**, 21–44.
- Harrison, G.J. 1984. Effect on infection on field bean leaves by *Botrytis fabae* and germination of conidia. – *Transactions of the British Mycological Society* **82**(2), 245–248.
- Meier, U. 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. – *BBCH Monograph*. 2. Edition. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. Faba bean, pp. 33–36.
- Sauermann, W., Kaak, J. 2003. Einsatz von Folicur in Ackerbohnen. – *Raps* **2**, 70–72.
- Sprent, J.I., Bradford, A.M. 1977. Nitrogen fixation in field beans (*Vicia faba*) as affected by population density, shading and its relationships with soil moisture. – *Cambridge Journal of Agricultural Science* **88**, 303–310.

## NAERI-HIILAMARDIKA *MELIGETHES AENEUS* ALLAJAHTUMISVÕIMET MÕJUTAVAD TEGURID

Külli Hiisaar, Age Parm

Eesti Maaülikool, Põllumajanduse- ja keskkonnainstituut, Kreutzwaldi 1, Tartu, 51014

**Abstract.** Hiisaar, K., Parm, A. 2011. The factors affecting the supercooling ability of *Meligethes aeneus* F. – *Agronomy* 2010/2011, 153–160.

*Different environmental factors may affect the supercooling ability of adult pollen beetles. Mean supercooling points (SCP) of beetles depend on the chemistry of food plants, weather conditions and relative humidity in their habitat and if the beetles were acclimated at low temperature. At high humidity the beetles had higher SCP than in dry conditions. One week acclimation at +2.0 °C depressed the mean SCP of beetles to about 3 °C. The spring and autumn beetles displayed the same acclimation efficiency.*

**Keywords:** acclimation, food plants, humidity, pollen beetles, supercooling point

**Külli Hiisaar, Age Parm.** Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St., 51014, Tartu, Estonia. [kylli.hiisaar@emu.ee](mailto:kylli.hiisaar@emu.ee)

### Sissejuhatus

Naeri-hiilamardikas *Meligethes aeneus* F. (Nitidulidae) põhjustab tõsist kahju väga paljudele ristõielistele taimedele. Selle kahjuri puhul tuleb vahet teha toidutaimel ja peremeestaimel. Esimestel mardikas ainult toitub, kuid ei mune. Toidutaimedeks võivad olla väga paljud erinevatesse sugukondadesse kuuluvad õitsevad taimed. Toitu vajavad mardikad vahetult peale talvitumast tulekut, et valmiksid munad ja sügisel enne talvituma minemist reservainete kogumiseks, et edukalt üle elada pikk toiduta periood (Ekbom *et al.*, 2004). Peremeestaimede hulka, kus mardikas toitub ja kuhu muneb, kuuluvad vaid ristõielised. Nii vastsed kui valmikud hävitavad või vigastavad tolmukaid, kroonlehti ja sigimikku, mistõttu õied kuivavad ja varisevad. Kõige suurem kahjustus ongi õiepungade faasis. Kahjurile soodsal aastal võib hävida kuni 80% ristõieliste seemnesaagist.

Naeri-hiilamardika poolt tekitatud kahjud on suured ja sellest tingituna on seda liiki ka väga põhjalikult uuritud (Williams 2010). Üllatusena puuduvad uuringud, mis käsitleksid selle kahjuri külmakindlust ning tegureid, mis seda mõjutada võiksid. Kirjanduses on andmeid mardikate talvitumise kohta põllu tingimustes Ungaris (Marczali, Nádasy, 2006) ning Soomes ja Rootsis (Hokkanen, 1993; Lehrman, 2007). Viimati nimetatud autorid leidsid, et talvitumisel jääb ellu vaid 263% mardikatest. Eestiski puutuvad naeri-hiilamardikad nii talvitumisel kui aktiivse arengu ajal kokku ebasoodsate ilmastikuoludega. Meie vaatluste järgi selle kahjuri arvukus küll kõigub aastate lõikes, kuid jääb siiski sedavõrd kõrgeks, et ilma tõrjeta toime ei tulda.

Putukate külmakindlust on laialdaselt hinnatud nende allajahtumispunkti (AJP) kaudu (Carillo *et al.*, 2005). AJP on temperatuur, mil keha vedelikud lähevad üle tahkese olekusse, st. toimub organismi külmumine. Sellel temperatuuril võib putukas surra, kuid ei pruugi, sest paljud liigid taluvad rakkudevahelise vedeliku külmumist (Sømme, 1996). AJP määramise kaudu saab teada, missugust strateegiat kasutab

putukas talvitumisel, kas ta talub või väldib külmumist. Külmumist vältivatel liikidel on reeglina väga hea allajahtumisvõime ja nende AJP ongi temperatuuriks, mille juures putukas külmub ja sureb. Külmumist vältivate liikide hulka kuulub ka naeri hiilamardikas (Hiisaar *et al.*, 2011).

Putukate allajahtumisvõimet mõjutavad väga paljud tegurid. Renault (Renault *et al.* 2002) osutab sellele, kui oluline on neid kõiki arvesse võtta konkreetse liigi külmakindluse hindamisel.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida tegureid, mis võivad mõjutada naeri hiilamardika allajahtumisvõimet ja nendeks on:

1. toidutaim,
2. ilm,
3. karastus.

### **Materjal ja meetodika**

Talvitumast tulnud mardikaid koguti mais-juunis ja talvituma suunduvaid mardikaid augustis - septembris Tartu maakonna põldudel ja söötis maadelt.

Toidutaimede mõju uurimiseks koguti mardikaid järgmistelt taimedelt: päevakübar, kress, raps, piimohakas, dekoratiivkapsas, saialill, põldohakas.

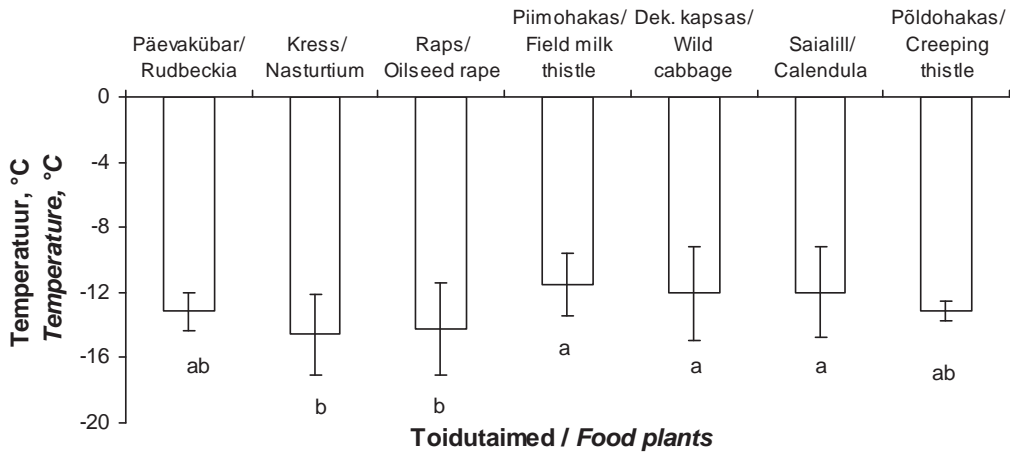
Ilmastiku mõju uurimiseks koguti mardikaid pärast mitu päeva kestnud kuiva päikesepaistelise ilma ja seejärel pärast mitu päeva kestnud vihmase. Üks katseseeria tehti laboris, kus samal päeval kogutud mardikaid hoiti niiske filterpaberiga vooderdatud anumasse ja kuivas anumasse, kus relatiivne niiskus oli vastavalt 90% ja 48%. 24 ja 48 tunni möödumisel määrati mardikate AJP.

Mardikate AJP määrati vask-konstantaan termopaari abil kasutades standardset meetodikat (Salt, 1966). Madalad temperatuurid saadi tavalise sügavkülmiku abil (temp. kuni -30 °C). Külmutamisele eelnes mardikate uimastamine kerge eetri narkoosiga, mis muutis need liikumatuks. Seejärel kinnitati mardikas õhukese vaseliinikihi kaetud termopaari külge, suleti plastiktopsi, isoleeriti vatikihi ja viidi külmkambrisse. Isolatsiooni kihi paksusega saab reguleerida temperatuuri langemise kiirust. Jahutamiskiiruseks valisime 1°C/min, mis tagab termopaari ja putuka ühtlase jahtumise. Sellest tulenevalt saadakse võimalikult väike mõõtmisviga, sest väikesed putukad külmuvad tänu madalale kehamassile ühtlaselt (Salt, 1966; Worland, 2005).

Toidu mõju mardikate allajahtumisvõimele võrreldi variantide analüüsi abil (one-way ANOVA). Erineva põlvkonna mardikate karastusvõimet ja niiskusrežiimide mõju AJP-le võrreldi t-testi abil. Andmetöötluseks kasutati StatSoft Inc programmi.

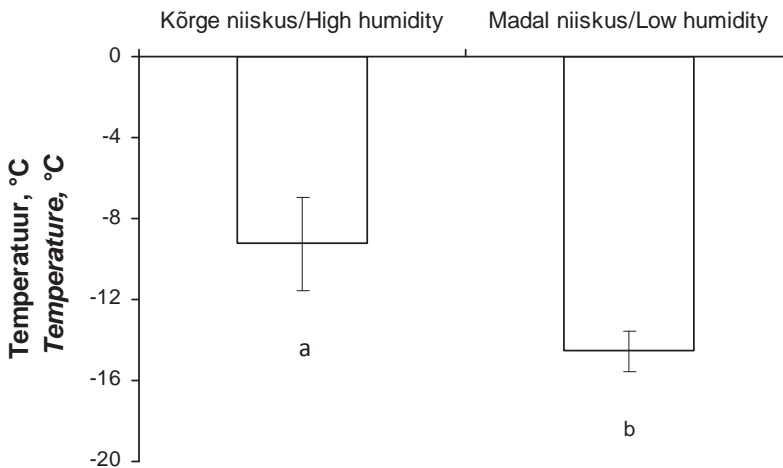
### **Tulemused**

**Toidutaimed.** AJP määramise tulemused on esitatud joonisel 1. Erinevatelt taimedelt kogutud mardikate keskmised AJP erinesid mõnevõrra kõik üksteisest, kuigi statistiliselt usaldusväärsed erinevused mitmel juhul puudusid. Suurim külmumistemperatuuride vahe oli 2,5 °C. Kõige kõrgem AJP oli piimohakalt kogutud mardikatel, keskmiselt -11,5 °C, kõige madalam kressilt ja rapsilt kogutud mardikatel, keskmiselt -14 °C.



**Joonis 1.** Erinevatelt taimedelt kogutud naeri-hiilamardika keskmised allajahtumispunktid. Erinevad tähed tulpadel tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust ( $p < 0,05$ ). Antennid tulpadel tähistavad standardhälvet.  $N = 15$  iga toidutaime jaoks

**Figure 1.** Mean supercooling points ( $\pm$  STDEV) of pollen beetles collected from different food plants. Columns marked by different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).  $N = 15$  for each group of beetles



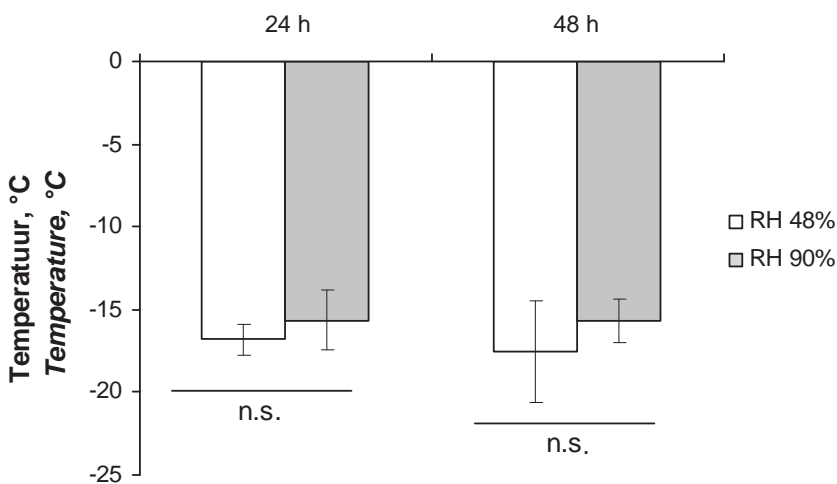
**Joonis 2.** Naeri-hiilamardika allajahtumispunkti sõltuvus ilmast. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust variantide vahel ( $p < 0,05$ ) Antennid tulpadel tähistavad standardhälvet.  $N = 17$  mõlemas variandis

**Figure 2.** Mean supercooling points ( $\pm$  STDEV) of pollen beetles collected at different weather conditions. Columns marked by different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).  $N = 17$  for both group of beetles

**Ilm.** Noore põlvkonna mardikad koguti augustikuus piimohakalt kuiva ja seejärel sajuse ilmaga ning nende AJP määrati kogumise päeval. Joonisel 2 esitatud tulemused

näitavad, et märja ilmaga kogutud mardikate keskmine AJP oli statistiliselt usaldusväärset kõrgem, kui kuiva ilmaga kogutud mardikatel ( $p < 0,05$ ), väärtused vastavalt  $-9,2$  °C ja  $-14,0$  °C.

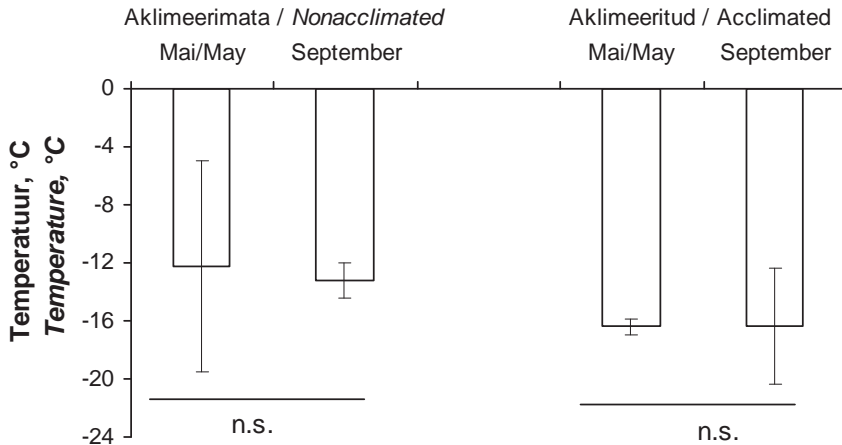
Laboris läbiviidud katseseerias kasutati septembri lõpul kogutud mardikaid, kes olid lõpetanud sügise tootumise reservainete talletamiseks ja valmistusid talvitumiseks. Mardikaid hoiti 24 h ja 48 h vältel madala (RH 48%) ja kõrge relatiivse niiskusega (RH 90%) keskkonnas ning seejärel määrati nende AJP-d. Tulemused on esitatud joonisel 3 ning neist nähtub, et madalas niiskuses olnud mardikate keskmine AJP oli mõnevõrra madalam kui kõrges niiskuses olnud mardikatel. Kuigi statistiliselt usaldusväärsed erinevused variantide vahel puuduvad, on tendents ilmne ning näitab, et madala relatiivse niiskusega keskkonnas on mardikate allajahtumisvõime suurem, kui kõrge niiskusega keskkonnas.



**Joonis 3.** Naeri-hiilamardika allajahtumispunktid pärast 24 ja 48 tunnist hoidmist erinevates niiskusrežiimides. Tulpadele on kantud standarthälve. n.s – statistiliselt usaldusväärne erinevus puudub ( $p > 0,05$ ).  $N = 15$  iga variandi jaoks

**Figure 3.** Mean supercooling points ( $\pm$  STDEV) after 24 h and 48 h storage at different humidity regimes.  $N = 15$  for each group of beetles. n.s. – not significant

**Karastus e aklimatsioon.** Erinevate põlvkondade mardikate aklimatsiooni katse tulemused on esitatud joonisel 4. Talvitumast tulnud mardikate ja noore põlvkonna talvitumiseks valmistuvate mardikate AJP keskmiste näitajate vahel puudusid statistiliselt usaldusväärsed erinevused, st neil oli ühesugune allajahtumisvõime ( $t = -0,98$ ;  $df = 30$ ,  $P = 0,33$ ). Peale ühenädalast karastust oli mõlema grupi mardikate AJP langenud mitme kraadi võrra, kuid endiselt puudus statistiliselt usaldusväärne erinevus variantide omavahelisel võrdlemisel, st nii kevadised kui sügisesed mardikad omasid ühesugust karastusvõimet ( $t = -0,98$ ,  $df = 30$ ,  $P = 0,33$ ). Kui võrrelda mardikate keskmisi AJP-sid enne ja pärast karastust, ilmnes nende vahel usaldusväärne erinevus, mõlema grupi mardikate allajahtumisvõime oli nädalase karastuse järel oluliselt paranenud ( $t = 4,637$ ,  $df = 62$ ,  $P < 0,001$ ).



**Joonis 4.** Kevad- ja sügispõlvkonna naeri-hiilamardika valmikute allajahtumispunktid enne ja pärast ühenädalast aklimatsiooni +2 °C juures. Antennid tulpadel näitavad standardhälvet.  $N = 17$  iga variandi jaoks. N.s. – statistiliselt usaldusväärne erinevus variantide vahel puudub ( $p > 0,05$ )

**Figure 4.** Comparison of mean supercooling points ( $\pm$  SDEV) of overwintered (spring) and pre-winter (autumn) *Meligethes aeneus* beetles before and after one week acclimation at 2.0 °C.  $N = 17$  for each group of beetles ( $t$ -test). n.s. – not significant

## Arutelu

Allajahtumispunkt (AJP) näitab temperatuuri, mille juures putukas tegelikult külmub. Siiski, AJP ei ole stabiilne näitaja vaid võib oluliselt kõikuda isegi samas arengujärgus olevate isendite vahel sõltuvalt väga mitmesugustest teguritest. Lee jt (1996) uurimuste järgi teeb putukas pidevalt kiireid täpsustusi isegi kõige väiksemate keskkonna muutuste korral, st toimub pidev kohanemine. Sellest tulenevalt ei saa loodusest kogutud putuka puhul kindlast stabiilsest AJP-st juttugi olla, mitmekraadilised kõikumised üksikute isendite vahel on täiesti normaalsed. Käesolevas uurimuses vaadeldi mõningaid tegureid, mis otseselt mõjutavad naeri-hiilamardika allajahtumisvõimet.

**Toidutaim.** Erinevatelt taimedelt kogutud toituvad aktiivsed naeri-hiilamardikad külmusid erinevatel temperatuuridel. Paljud teadlased on kirjeldanud soolesisaldiste mõju putukate AJP-le (Lee *et al.*, 1996; Bale, 2002; Worland, 2005 jt.). Temperatuuri langemisel algab jäätumine esmalt putuka sooles olevatest toiduosakestest, mis etendavad kristallisatsiooni tuumakeste osa ning levib seejärel üle kogu organismi. Seega üheks teguriks, mis määrab temperatuuri, mille juures putukas külmub, on toidutaimede biokeemiline koostis ja tema teised omadused nagu näiteks kuivaine sisaldus. Erineva toidu söömisel kogutud reservainete hulk ja koostis võivad oluliselt erineda, seega mõjutab peremeestaim mitte ainult putuka allajahtumisvõimet vaid ka tema talvekindlust (Worland, Lukešová, 2000).

**Ilm.** Meie katse näitas, et naeri-hiilamardika allajahtumisvõime sõltub ka ilmastiku tingimustest, st relatiivse niiskuse tasemest keskkonnas. Vihmase ilmaga kogutud mardikatel oli väiksem allajahtumisvõime, nad külmusid kõrgemal



temperatuuril, kui kuivas keskkonnas olnud mardikad. Mida suurem on elukeskkonna niiskussisaldus, seda suurem on ka mardikate organismi sattunud veehulk, olgu see toidu või kehakatete kaudu. Seda, et labori katses variantide vahel statistiliselt usaldusväärseid erinevusi ei ilmnenud, võib seletada katse lühiajalisusega, mardikad ei jõudnud veel piisavalt vett endasse akumulierida. Mitmed autorid (Storey, Storey, 1988; Sømme, 1999; Block, 2003) peavadki paljude putukate nõrga allajahtumisvõime peamiseks mõjutajaks organismi kõrget veesisaldust. Mida rohkem vaba vett organismis, seda madalam on rakumahla kontsentratsioon, seda kõrgemal temperatuuril see külmub (Block, 2003). Putukad, kelle talvitumise strateegiaks on külmumise vältimine kõrge allajahtumisvõime tõttu, puhastavad sügisel soole ning vabanevad ka liigsest veest, et langetada AJP ning sellega tõsta külmakindlust. Mõned putukad taluvad lühiajaliselt kuni 40% veekadu (Block, 1995). Kuivamise ja karastuse mõju putukatele on isegi samastatud, mõlemad tõstavad allajahtumisvõimet ja aitavad üle elada talviseid madalaid temperatuure (Block, 2003).

**Karastus.** Putukate karastust ja allajahtumisvõime suurenemist seostatakse reeglina puhkeseisundi e diapausi formeerumisega (Košťal ja Šimek, 1995). Sageli kulgevad need kaks protsessi paralleelselt. Talveks valmistumisel kulub külmakarastuseks nädalaid ning sellega kaasnevad põhjalikud muutused putukate organismis nagu antifreezeidide (külmumist takistavate ainete) süntees, sidumata veehulga vähenemine jm (Lee et al., 1989). Siiski, karastuda võivad putukad ka aktiivse arengu ajal. Meie katses juuni alguses kogutud mardikad olid läbinud diapausi juba mitu kuud tagasi, septembris kogutud isenditel polnud diapaus veel lõplikult formeerunud. Sellest hoolimata olid mõlema põlvkonna mardikate keskmised AJP langenud ühenädalase karastuse järel mitme kraadi võrra. Karastuse tulemusel paraneb putukate allajahtumisvõime, nad külmuvad märksa madalamal temperatuuril, kui enne karastust. Lee (1991) nimetab sellist aktiivsete mardikate allajahtumispunkti langust mittekohastumuslikuks, mida tingib pigem loomulik veekadu, aga mitte diapausi seisund ja sellega kaasnevad nähtused. Siia kategooriasse kuulub ka naeri-hiilamardikas. Kirjanduse andmetel suudavad paljud putukad mõõdukalt madalatel temperatuuridel omandada lühikese ajaga väga hea allajahtumisvõime. Eduka karastuse tulemusena väheneb putukate suremus madalatel temperatuuridel 2-10 korda (Turnock, Fields, 2005). Kuid kiire külmakarastuse mõju on lühiajaline ning see kaob, kui putukas satub taas arenguks sobivasse keskkonda tagasi (Denlinger, Lee, 1998). Lühiajaline külmakarastus on hädavajalik kohastumuslik nähtus eriti põhjamaade kliimas, kus putukad peavad kevadel ja sügisel toime tulema ja ellu jääma soojadele ilmadele järgnevate ootamatute temperatuuri langustega või juhuslike öökülmadega. Ilma kiire karastuseta satuks nende ellujäämine ohtu. Lühikesele soojalainele järgnev külmalaine võib tappa rohkem kui pikk talv.

Naeri-hiilamardikad nagu kõik laia levilaga putukad peavad olema väga plastilised, et kiiresti muutuvates ilmastiku tingimustes ellu jääda. Põhjapoolsetes regioonides võib suremus olla küll kõrge, kuid iga liigi pidev esinemine kuitahes karmides oludes on iseenesest selle tõendiks, et vähemalt osa populatsioonist jääb alati ellu.

## **Tänuavaldused**

Käesolev uurimus on läbi viidud projekti SF170057s09 ja ETF grantide 7130 ja 8895 toetusel.

## Kasutatud kirjandus

- Bale, J.S. 1996. Insect cold hardiness: A matter of life and death. – *Eur. J. Entomol.* **93**(3): 369–382.
- Bale, J.S. 2002. Insect at low temperatures: from molecular biology to distributions and abundance. – *J. Exp. Biol.* **207**: 1509–1521.
- Block, W. 2003. Water or ice? – The challenge for invertebrate cold survival. – *Science Progress* **86** (1/2), 77–101.
- Block, W. 1995. Insects and freezing. – *Sci Progress* **78**, 349–372.
- Denlinger, D.L., Lee, R.E. 1998. Physiology of cold sensitivity. – In G.J. Hallman and DL Denlinger (eds). *Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Carrillo, M.A., Heimpel, G.E., Moon, R.D., Cannon, C.A., Hutchison, W.D. 2005. Cold hardiness of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of pyralid moths. – *J Insect Physiol.* **51**: 7, 759–768.
- Ekbom, B., Popov, S.Y.A. 2004. Host plant affects pollen beetle (*Meligethes aeneus*) egg size. *Physiol. Entomol.* – **29**: 118–122.
- Hiiesaar, K., Williams, I. H., Mänd, M., Luik, A., Jõgar, K., Metspalu, L., Svilponis, E., Ploomi, A., Kivimägi, I. 2011. Supercooling ability and cold hardiness of the pollen beetle *Meligethes aeneus*. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* **138**:2, 117–127.
- Hokkanen, H.M.T. 1993. Overwintering survival and spring emergence in *Meligethes aeneus*: effect of body weight, crowding, and soil treatment with *Beauveria bassiana*. *Entomol. Exp. Appl.* **67**: 241–246.
- House, H.L., 1969. Effects of different proportions of nutrients on insects. – *Entomol. Exp. Appl.* **12**, 651–669.
- Košťal, V., Šimek, P. 1995. Dynamics of cold hardiness, supercooling and cryoprotectants in diapausing and non-diapausing pupae of the cabbage root fly, *Delia radicum* L. – *J. Insect Physiol.* **41**: 627–634.
- Lee, R.E 1989. Insect cold hardiness: To freeze or not to freeze. – *BioScience* **39**: 309–313.
- Lee, R.E. 1991. Principles of insect low temperature tolerance. – In Lee DE & Denlinger DL (eds): *Insects at low temperature*. Chapman & Hall, New York, 17–46.
- Lee, R.E., Costanzo, J.P., Mugnano, J.A. 1996. Regulation of supercooling and ice nucleation in insects. – *Eur. J. Entomol.* **93**: 405–418.
- Lehrman, A. 2007. Oilseed Rape Transformed with a Pea Lectin Gene. Target and Non-target Insect, Plant Competition, and Farmer Attitudes. Doctoral theses, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 31 p.
- Marczali, Z., Nádasy, M. 2006. Wintering characteristic of *Meligethes* species in Hungary. – *J. Central Eur. Agric.* **7**(2): (283–288).
- Renault, D., Salin, C., Vannier, G., Vernon, P. 2002. Survival at low temperatures in insect: what is the ecological significance of the supercooling point? – *CryoLetters* **23**: 217–228.
- Salt, R.W. 1966. Effect of cooling rate on the freezing temperatures of supercooled insects. – *Can. J. Zool.* **44**: 655–659.
- Sømme, L. 1996. The effect of prolonged exposures at low temperatures in insects. – *CroLetters* **17**: 341–346.
- Sømme, L. 1999. The physiology of cold hardiness in terrestrial arthropods. – *Eur. J. Entomol.* **96**: 1–10.
- Storey, K.B., Storey J.M. 1988. Freeze tolerance in animals. – *Physiol. Rev.* **68**: 27–84.
- Turnock, J., Fileds, P. 2005. Winter climates and cold hardiness in terrestrial insects. – *Eur. J. Entomol.* **102**: 561–576.
- Williams, I.H. 2010. The major insect pests of oilseed rape in Europe and their management: an overview. – In Williams I.H. (ed.): *Biocontrol-based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 1–43.

- Worland, M.R. 2005. Factors that influence freezing in the sub-Antarctic springtail *Tullbergia Antarctica*. – *J. Insect Physiol.* **51**: 881–894.
- Worland, M.R., Lukešova, A. 2000. The effect of feeding on specific soil algae on the cold-hardiness of two Antarctic micro-arthropods (*Alaskozetes antarcticus* and *Cryptopygus antarcticus*). – *Polar Biology* **23**: 766–774.

## VÄIKE-KAPSALIBLIKA (*PIERIS RAPAE* L.) ARVUKUS ERINEVATEL KULTUURIDEL

**Katrin Jõgar, Luule Metspalu, Angela Ploomi, Külli Hiiesaar, Irja Kivimägi,  
Tea Tasa**  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** Jõgar, K., Metspalu, L., Ploomi, A., Hiiesaar, K., Kivimägi, I., Tasa T. 2011. Host plant preference of Small White *Pieris rapae* L. on different food plants. – *Agronomy 2010/2011*, 161–164

The experiments of host plant preference of Small White (*Pieris rapae* L.) were carried out in the experimental garden of the Estonian University of Life Sciences in summer 2008. The experimental field included white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*), Swedish turnip (*B. napus* var. *napobrassica*), collard (decorative cabbage) (*B. oleracea* var. *acephala*), red head cabbage (*B. oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) and Garden nasturtium (*Tropaeolum majus* L.). The experiments showed that butterflies preferred Swedish turnip as the site for oviposition; 52.8% of eggs and caterpillars counted during the observation period were gathered from this variant. The next choice by the butterfly was white cabbage by 28.6%. In comparison with the previous plant species, the butterfly selected considerably less (10.9%) collard as the site for oviposition, and red cabbage, making up 7.7% of the total number of individuals counted. Small White did not lay eggs on garden nasturtium.

**Keywords:** *Brassica*, host plants, oviposition preference, *Pieris rapae*

**Katrin Jõgar, Luule Metspalu, Angela Ploomi, Külli Hiiesaar, Irja Kivimägi, Tea Tasa**  
Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1  
Kreutzwald St., 51014 Tartu, Estonia, e-mail: katrin.jogar@emu.ee

### Sissejuhatus

Väike-kapsaliblikas (*Pieris rapae* L.) on oluline ristõieliste kultuuride kahjur, kes Eesti tingimustes võib aastas anda kaks põlvkonda. Esimene põlvkond toitub ristõielistel umbrohtudel ja teine põlvkond asustab kultuurtaimi. Üks emane võib muneda 300–400 muna, kuid nende arv võib ulatuda isegi kuni 1000-ni. Noored vastsed toituvad ühekaupa kapsa välimistel lehtedel, hiljem liigutakse kapsa sisemistele lehtedele, kuid uuristatakse peadesse ka käike. Peale otsest hävitustööd reostatakse lehevahed väljaheidetega, saastatud taimed lähevad mädanema. Peremeestaimed tuntakse ära peamiselt neile taimedele spetsiifilist lõhna ning maitset andvate sinepiõlide järgi, mis on nende taimeliikidega seotud putukatele nii munemis- kui toitumisstimulaatoriteks (Masiunas, Eastman, 1999). Väike-kapsaliblika peremeestaimede hulka kuuluvad ristõielistest kultuurtaimedest näiteks kapsas (*Brassica oleracea* var. *capitata*), kaalikas (*B. napus* var. *napobrassica*), lillkapsas (*B. oleracea* var. *botrytis*), raps (*B. napus* ssp. *oleifera*), aed-mädarõigas (*Armoracia rusticana*), jt. Kuid väike-kapsaliblikas muneb ka teistesse sugukondadesse kuuluvatele taimedele, eelduseks on, et ka need taimed sisaldavad sinepiõlisisid (nt. suur mungalill (*Tropaeolum majus*), aedspinat (*Spinacia oleracea*) jt.).

Valmiku haistmine on väga spetsiifiline ning seetõttu on neil erinevatele peremeestaime liikidele ja sortidele kindlad eelistused. Nende eelistuste selgitamiseks

on tehtud palju uurimusi. Isoleerides munemispaiku, kus stiimuliks oli kas taime lõhn (Hillyer, Thorsteinson, 1969), värv ja/või kuju (Alonso-Pimentel et al., 1998) selgitati nende stiimulite mõju munemisaktiivsusele. Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida toidutaimede liikide ja erimite mõju väike-kapsaliblika munemisaktiivsusele.

### Materjal ja meetodika

Katse viidi läbi 2008. aastal Eesti Maaülikooli Raja tn katseaias. Taimed istutati  $2 \times 2$  m<sup>2</sup> katselappidele 12. mail, igale katselapile 9 taime, taimede vahekaugus lapil oli 70cm. Kõik katsevariandid olid kolmes korduses. Katselapid olid ümbritsetud 1m laiuste vaheribadega, millel kasvatati vahekultuurina punapeeti.

Katsevariandid: valge peakapsas (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*), sort 'Parel'; kaalikas (*B. napus* var. *napobrassica*), sort 'Kohalik sinine'; dekoratiivkapsas (*B. oleracea* var. *acephala*); punane peakapsas (*B. oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), sort 'Rubiin'; suur mungalill ehk kress (*Tropaeolum majus* L.).

Kahjuriloendus toimus kord nädalas ühel ja samal päeval ning kellaajal. Loendamistega alustati 26. juunil, viimane oli 9. septembril ning iga kord vaadati läbi katsetaimedel kõik lehed ning eemaldati leitud isendid korduvlugemiste vältimiseks.

Katseandmete analüüsil kasutati programmi STATISTICA 7. Andmete analüüsil kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi (ANOVA). Variante võrreldi omavahel LSD-testiga (*Least Significant Difference*).

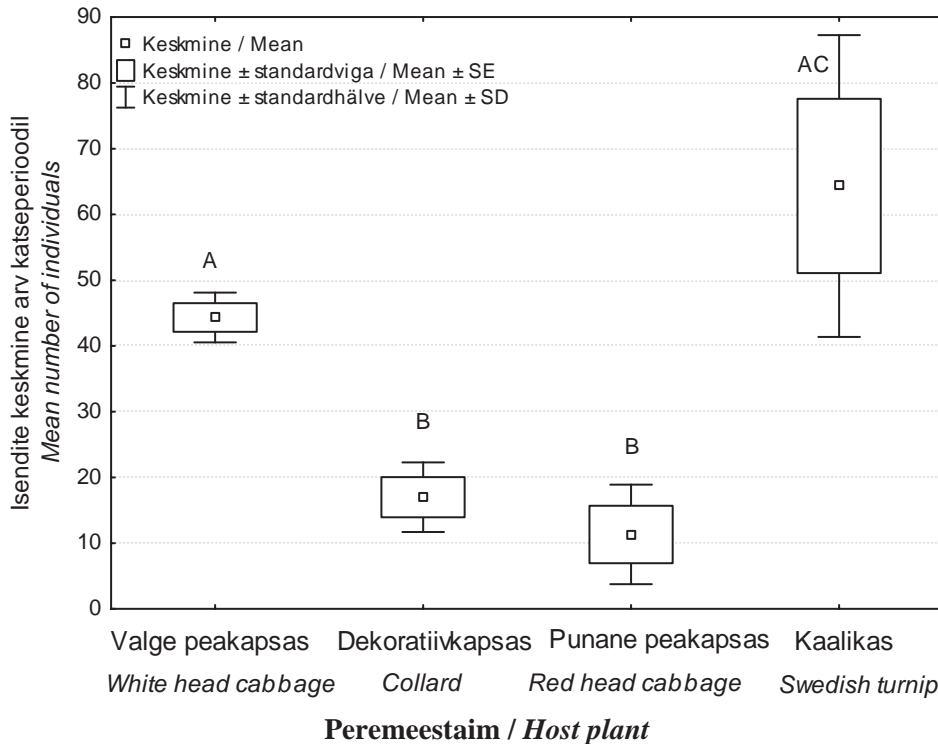
### Tulemused ja arutelu

Katseaasta erakordselt soojade ilmade tõttu ilmusid teise põlvkonna liblikad põldudele tavalisest kuni paari nädala võrra varem, juuli alguses. Katsetest selgus, et munemispaijana eelistasid liblikad kaalikat, sest 52,8% kõikidest vaatlusperioodi jooksul loendatud munade ja röövikute arvust esines sellel taimel. Liblika järgnev valik oli valge peakapsas. Kõikidest loendatud isendeist oli sellel kultuuril 28,6%. Eelmiste liikidega võrreldes valis liblikas munemispaiigaks tunduvalt vähem dekoratiivkapsast. Kõikidest katse jooksul loendatud munadest ja röövikutest moodustas see 10,9%. Väikseim munade ja röövikute hulk loendati punaselt peakapsalt, see moodustas 7,7% loendatud koguarvust. Kressile väike-kapsaliblikas ei munenud.

Tulemuste statistiline analüüs näitas, et väike-kapsaliblika arvukus oli kogu katseperioodi jooksul usaldusväärset suurem kaalikal (ANOVA:  $p < 0.05$ ;  $F_{3,8} = 11,69$ ; LSD  $p = 0,044761$ ) ja valgel peakapsal ( $p = 0,001928$ ) (joonis 1) võrreldes dekoratiivkapsaga. Punase peakapsaga võrreldes oli väike-kapsaliblika arvukus usaldusväärset suurem nii kaalikal ( $p = 0,044644$ ) kui valgel peakapsal ( $p = 0,012908$ ). Kaalika ja valge peakapsa variantide omavahelisel võrdlemisel usaldusväärset erinevused kahjuri arvukuses puudusid, ehkki mõningane tendents oli kaalika kasuks. Nii punasel peakapsal kui ka dekoratiivkapsal oli väike-kapsaliblika munemisaktiivsus kogu katseperioodi jooksul madal, nende variantide omavahelisel võrdlusel statistiline usaldusväärsus puudus.

Munemiskoha valikul on määravateks faktoriteks taimede mitmesugused signaalid, kusjuures lõhnad on esimesed mõjurid. Kapsastel toituvatel liikidel on võtmeplatsioonil sinipiõlide olemasolu. Samas võib nende toimet muuta täiendavate ühendite esinemine (Eigenbrode et al., 1991). Väike-kapsaliblika emasisendite käppadel asuvad retseptorid, mis vahendavad informatsiooni lehepinna keemilise

koostise kohta (Renwick, Huang, 1994; van Loon et al., 1992). Seepärast hindab emane potentsiaalset toidutaime trummeldades lehtede pinda esijalgade käppadega, kusjuures ta on võimeline eristama mitte ainult erinevaid taimeliike, sorte ja teisendeid, vaid ka näiteks lehtede vanust (Ives, 1978).



**Joonis 1.** Väike-kapsaliblika (*Pieris rapae*) keskmine arvukus erinevatel kultuuridel katseperioodi jooksul kokku. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ) taimeliikide vahel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA; LSD-test)

**Figure 1.** Mean number of individuals of Small White (*Pieris rapae*) on different crops. Means followed by the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ; ANOVA, LSD- test)

Meie katses olid erinevad kapsateisendid, mis erinevad üksteisest värvuse poolest – valge peakapsas, punane peakapsas ja dekoratiivkapsas. Valge peakapsa ja kaalika-taimede ümber lendles märgatavalt enam valmikuid. Munemissubstraadiks valiti valgel peakapsal tavaliselt keskmise vanusega lehed. Kaalikal muneti ka noorematele lehtedele. Dekoratiivkapsa lähikonnas lendlesid küll liblikad, kuid tavaliselt laskuti selle kultuuri nendele taimedele, millel oli väiksem punase tooni intensiivsus. Punase kapsa lähikonnas oli märgata harva liblikaid. Radcliff ja Chapman (1966) näitasid oma katsetes, et väike-kapsaliblika munemiseelustus on seotud taime värviga, liblikad eelistasid rohelist värvi kapsa erimeid rohkem kui punase tooniga katsetaimi. Meie saime analoogseid tulemusi punase peakapsa, punase värvitooniga dekoratiivkapsa ja valge peakapsa variantide omavahelisel võrdlusel. Neid kapsataimi, kus lehed sisaldasid punast pigmenti eelistati munemiskohtadena vähem (dekoratiivkapsas ja

punane peakapsas). Üheks oletatavaks põhjuseks, miks ei munetud punastele taimedele, võib olla see, et taimedes sisalduvad antotsüaanid maskeerivad sinepiõlide lõhna, ning taimi ei leita üles. Teine oletatav põhjus, mis viib eelmise põhjusega samadele tulemustele, võiks olla see, et liblikad näevad punast värvi taimi halvasti.

Väike-kapsaliblika arvukust iseloomustavad viieaastase maksimumarvukuse tsükliliga populatsioonilained ning arvukuse maksimumperioodidel kujunevad välja ulatuslikud rüüsted. Katseaastal oli väike-kapsaliblika populatsiooni arvukus aga madalseisus, ning konkurents munemiskohtadele praktiliselt puudus. Seetõttu ei munetud ka kressile, mis nähtavasti on eelistuskaala madalamas osas. Arvukuse kõrgperioodil oleks kindlasti munetud ka kressile, sest väike-kapsaliblika suure arvukuse aastatel on seal röövikute esinemine tavaline.

## Järeldused

Väike-kapsaliblikas eelistas munemissubstraadina kaalikataimi, järgnes valge peakapsas. Tema eelistusse ei kuulunud punane peakapsas. Teades kahjuri munemiseelistusi erinevate kultuuride osas, võimaldab see jälgida tema arvukust rohkem eelistatud taimedel, teha aegsasti kindlaks kahjuri olemasolu põllul ning rakendades vajadusel tõrjet.

## Tänuavaldused

Uurimistööd on toetanud Eesti Teadusfondi grant nr 7130 ja SF 0170057s09.

## Kasutatud kirjandus

- Alonso-Pimentel, H., Korner, J.B., Nufio, C., Papaj, D.R. 1998. Role of colour and shape in host-enhanced oogenesis in the walnut fly, *Rhagoletis juglandis*. – *Physiological Entomology* **23**, 97–104.
- Eigenbrode, S.D., Stoner, K.A., Shelton, A.M., Kain, W.C. 1991. Characteristics of leaf waxes of *Brassica oleracea* associated with resistance to diamondback moth. – *Journal of Economic Entomology* **83**, 1609–1618.
- Hillyer, R.J., Thorsteinson, A.J. 1969. The influence of the host plant on males ovarian development or oviposition in the diamondback moth *Plutella maculipennis* (Curt.) – *Canadian Journal of Zoology* **47**, 805–816.
- Ives, P.M. 1978. How discriminating are cabbage butterflies? – *Australian Journal of Ecology* **3**, 261–276.
- Masiunas, J., Eastman, C. 1999. Glycosinolates in brassicas as biological control agents. – *Midwest Biological Control News* VI, no 4.
- Radcliffe, E.B., Chapman, R.K. 1966. Varietas resistance to insect attack in various cruciferous crops. – *Journal of Economic-Entomology* **59**, 120–125.
- Renwick, J.A.A., Huang, X.P. 1994. Interacting chemical stimuli mediating oviposition by lepidoptera. – *Functional Dynamics of Phytophagous Insects*. Ed. T.N. Ananthkrishnan, Oxford, IBH Publishing Co., New Delhi, pp 79–94.
- Van Loon, J.J.A., Blaakmeer, A., Grepink, F.C., van Beek, T.A., Schoonhoven, L.M., de Groot, A. 1992. Leaf surface compound from *Brassica oleracea* (Cruciferae) induces oviposition by *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae). – *Chemoecology* **3**, 39–44.



## SELTASILISTAIMEDE MÕJU ENTOMOFAUNA MITMEKESISUSELE VALGEL PEAKAPSAL

Riina Kaasik, Gabriella Kovács, Anne Luik, Eve Veromann  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** Kaasik, R., Kovács, G., Luik, A., Veromann, E. 2011. Impact of companion plants on the diversity of entomofauna in white cabbage – *Agronomy 2010/2011*, 165–172.

The impact of companion plants (*Agastache J. Clayton ex Gronov*, *Iberis amara*, *Lobularia maritima*) on the diversity of entomofauna in white cabbage was studied in the EMÜ experimental garden in Tartu, Estonia, in 2009.

In total, 5443 specimens of pests and 22,738 specimens of parasitoids were collected; the most abundant pests were *Pieris brassica* and *Plutella xylostella*, followed by *Mamestra brassica* and *Pieris rapae*. The most abundant parasitoids were from family Braconidae and the most abundant species was *Cotesia glomerata*. The least number of insects were found in control (933 specimens), followed by *Agastache* (1119 specimens); the highest numbers were found on *Iberis* and *Lobularia* (2344 and 1991 specimens, respectively). Statistically significant differences were found between *Iberis* and control (ANOVA LSD test,  $p < 0.05$ ).

The total number of parasitoids was similarly distributed compared to the total number of specimens, and significant differences were also found between control and *Iberis* (ANOVA LSD test,  $p < 0.05$ ). The number of pests did not depend on the companion plants ( $F_{3,8} = 2.23$ ;  $p = 0.16$ ), although the number of pests significantly differed on *Lobularia* (382 specimens) compared with control (220 specimens) ( $p < 0.05$ ).

Diversity was calculated by Shannon index  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ . Shannon index values were relatively low, 0.2 to 1.4 (usual values are 1 – 3.5). The diversity of all specimens did not differ between variances ( $F_{3,8} = 0.46$ ;  $p = 0.071$ ), however the value of the Shannon index was significantly lower on *Iberis* compared to *Lobularia* ( $p < 0.05$ ) and control ( $p < 0.02$ ). No differences in the Shannon index between variances were found for the total number of parasitoids ( $F_{3,8} = 0.94$ ;  $p = 0.46$ ) or for the total number of pests ( $F_{3,8} = 0.96$ ;  $p = 0.45$ ). The total number of specimens and species diversity were negatively correlated ( $r = -0.81$ ;  $N = 12$ ;  $p = 0.001$ ) therefore, the greater number of specimens from the same species resulted in a less diverse species community.

**Keywords:** cabbage, companion plant, parasitoid, pest, Shannon index

Riina Kaasik, Gabriella Kovács, Anne Luik, Eve Veromann, Department of Plant Protection, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St, 51014 Tartu, Estonia

### Sissejuhatus

Bioloogiline mitmekesisus põllumajandusmaastikel on intensiivse viljelemis- tehnoloogia tagajärjel kahanenud kogu maailmas järjepidevalt. Seetõttu on põllu- majanduses praktiliselt hääbunud ökosüsteemi poolt pakutavate teenuste saamine (tolmeldamine, parasitism, kisklus). Intensiivse põllumajanduse poolt kasutatavad sisendid baseeruvad taastumatute fossiilsete loodusvarade kasutamisele, vähendavad jätkuvalt bioloogilist mitmekesisust ja viivad tasakaalust välja toiduahela erinevate

lülide proportsioonid. Sünteetiliste taimekaitsevahendite ohtra ja sageli rutiinse kasutamise tagajärjel võib kahjuritel/umbrohtudel välja kujuneda resistentsus. Seetõttu tuleb otsida ja arendada uusi keskkonnasõbralikke ja jätkusuutlikke lahendusi põllumajanduskahjurite ohjamiseks. Keskkonnasõbraliku taimekaitse ülesandeks on luua jätkusuutlikke ja pikaajalisi lahendusi, vastandudes kiirete ja ajutiste vahendite, näiteks insektitsiidide kasutamisele. Laialdane monokultuuride viljelus suurendab agroökosüsteemi ebastabiilsust ja koos sellega taimekahjustajate probleemi, ning samas vähendab elurikkust kogu põllumajanduskoosluses (Altieri & Letourneau, 1982; You *et al.*, 2004).

Bioloogilise mitmekesisuse vähenemine on viinud uute strateegiate arenguni taastamaks elurikkust ja ökosüsteemi teenuseid (Stoate *et al.*, 2001; Tilman *et al.*, 2002). Seltsilistaimed on põhikultuuriga koos kasvatatavad taimed, mis meelitavad põllule kasulikke putukaid, peletavad kahjureid, varustavad mulda toitainetega, toetavad põhikultuuri, peidavad põhikultuuri lõhnasignaale vms. Õitsevad taimed on alternatiivsed nektari ja õietolmu allikad või pakuvad elupaiku (Jervis *et al.*, 1993; Landis *et al.*, 2000) Seltsilistaimi võib põllule lisada nii põhikultuuri ridade vahele või/kui ka põllu serva-aladele. Erinevate kultuuride kasvatamisel koos kapsaga on saadud kahjurite eelistuse osas üksteisele vasturääkivaid tulemusi. Väike-kapsaliblikas (*Pieris rapae*), kes tavaliselt muneb ühekaupa, munes lehtkapsa ja ürtide koos kasvatamisel kogumikke (Lathief & Oritz, 1983). Väike-kapsaliblikas ja pintselöölane (*Trichoplusia ni*) munesid iberisega (*Iberis umbellata* L.) ääristatud kapsastele erineva tihedusega võrreldes monokultuuriselt kasvatatud kapsaga, kuid munade koguarv jäi samaks (Bigger & Chaney, 1998). Brüsseli kapsa kasvatamine koos salvei (*Salvia officinalis* L.) ja tüümianiga (*Thymus vulgaris* L.) vähendas oluliselt kapsakoi (*Plutella xylostella* L.) munade arvu (Dover, 1986). Kapsakärbes (*Delia* ssp.) muneb vähem kapsa kasvatamisel koos valge ristiku (*Trifolium repens* L.) ja lehtsalatiga (*Lactuca sativa* L.) (Ryan *et al.*, 1980).

Parasitoidid on enamasti kiletiivaliste seltsi kuuluvad putukad, kes munevad peremeesputukate kehapiinale või sisse ja nende vastsed arenevad peremeesorganismist toitudes ning tapavad selle oma arengu lõppedes. Parasitoidide jaotatakse vastavalt nende poolt parasiteeritava putuka arenguastmele muna-, vastse-, nuku- ja valmikuparasitoidideks. Munaparasitoidid munevad teiste putukate munadesse ja tihti ka toituvad nendest, vähendades seega oma peremeesputukate arvukust ja ka nende poolt tekitavat kahjustust. Vastseparasitoidid nakatavad peremehe enamasti vastseperioodi alguses ja väljuvad enne peremeesvastse nukkuma minekut. Siia kuulub näiteks tuntuim suur-kapsaliblika parasitoid suur-kapsaliblika juulukas (*Cotesia glomerata*: *Braconidae*); vastseparasitoidid olenevalt liigist kas suurendavad või vähendavad parasiteeritud vastsete toitumist. Nukuparasitoidid ründavad erinevate putukate nukke ja valmikut ei kooru. Nii vastse kui nukuparasitoidide arengu lõpuks peremees hukkub enne valmikustaadiumi, seega vähendatakse kahjurite järgnevat põlvkonda. Ka nii vastse- kui nukuparasitoidid võivad toituda peremeesputuka kehavedelikest (hemolümfist) põhjustades peremehe hukkamist ja sellega vähendavad ka jooksva aastal kahjurite poolt tekitavaid kahjustusi.

Paljud parasitoidid elavad oluliselt kauem, kui nad saavad toituda suhkruid sisaldavatest ainetest (England & Evans, 1997; Heimpel *et al.*, 1997), mille

kättesaadavus monokultuurisel põllul on kriitiline faktor. Suhkrute tarbimine mõjutab omakorda ka parasitoidi viljakust (England & Evans, 1997; Heimpel *et al.*, 1998; Wäckers & Swaans, 1993). Siekmann *et al.* (2001) leidis, et vaid ühekordne suhkrutarbimine võib vähendada *Cotesia rubecula* nälgimisrisiki 73%, samal ajal mõjutas eluea pikenemist nii suhkrute sisaldus toitelahuses kui ka tarbimise aeg.

Bioloogiline mitmekesisus hõlmab kõiki valdkondi geneetilisest ökosüsteemideni. Viimasel ajal suhteliselt suurenenud liikide ja elupaikade väljasuremise põhjuseks on eelkõige inimtegevus. Hetkel ületab liikide kadu aastas 1000 kuni 10000 korda loodusliku väljasuremise määra. Kuigi Euroopa eesmärgiks oli peatada bioloogilise mitmekesisuse vähenemine käesolevaks aastaks, ei ole antud eesmärki siiani saavutatud.

Kõige levinumaks mitmekesisuse mõõtmise süsteemiks on Shannoni indeks, mis põhineb informatsiooni kodeerimisel (Magurran, 2008). Indeksi väärtus võib olla vahemikus 1 kuni 10, suurema väärtusega on tasakaaluline ja liigirikas kooslus, ühe liigi domineerimine aga vähendab indeksi väärtust. Vaatluste põhjal arvatud Shannoni indeks on tavaliselt vahemikus 1,5 kuni 3,5. Kui Shannoni indeks on arvatud mitmele lapile, siis on need normaaljaotusega ja andmeid saab võrrelda dispersioonanalüüsiga (Sokal & Rohlf, 1995).

Käesoleva pilootkatse eesmärgiks oli leida, kas ja kuidas erinevad seltsilistaimed mõjutavad peamiste kahjurite ja parasitoidide arvukust ning nende liigilist mitmekesisust harilikul peakapsal (*Brassica oleracea* var. *capitata*).

### Materjal ja meetodika

Katse viidi läbi Tartumaal EMÜ Mahekeskuse Tõnissoni eksperimentaalaias 2009. aastal, kus katsemaa võeti esmakordselt kasutusele köögiviljade kasvatamiseks, eelnevalt kasvas katsealal looduslike niidutaimede kooslus. Erinevates katsevariantides olid valge peakapsa seltsilistaimedeks ibeeris (*Iberis amara*), hiid-iisop (*Agastache J. Clayton ex Gronov*), kivikilbik (*Lobularia maritima L.*) ja kontroll ilma seltsilistaimeta, kõik neljas korduses, iga katselapi suurus oli 6 m<sup>2</sup>, paigutatud ladina ruudu disainiga. Katselappidel oli kuus kapsataime, mis asusid katselapi servas ja kuus seltsilistaimet selle keskosas. Hiid-iisop ja kivikilbik katsid kogu kapsataimede vahelise ala, ibeeris kattis antud ala hõredamalt. Katseala oli ümbritsetud looduslike taimede koosluse ja vanade õunapuudega, mis omakorda oli ümbritsetud kõrge hekiga. Kapsataimed, ibeeris ja kivikilbik istutati 3. juunil, hiid-iisop 16. juunil. Kahjurite arvukuse hindamiseks loendati kõik kahjurid iganädalaselt alates 30. juunist kuni 9. septembrini, kui kapsas koristati; Vastavad kapsa kasvustadiumid (KS) määrati Andaloro *et al.* (1983) järgi. Katses vaadeldi kapsapea moodustumise algusest (KS 5) kuni kapsa koristusvalmis saamiseni (KS 9) kapsakoi (*Plutella xylostella L.*), kapsaõõlase (*Mamestra brassicae L.*), suur-kapsaliblika (*Pieris brassica L.*) ja väike-kapsaliblika (*Pieris rapae L.*) ja nende parasitoidide arvukuse ja mitmekesisuse sõltuvust seltsilistaimest.

Andmete statistiline analüüs viidi läbi programmiga STATISTICA 9.1 (StatSoft, Inc). Variantidevahelised erinevused leiti ANOVA post-hoc Fisher LSD testiga. Liikide mitmekesisuse ja arvukuse vahelised korrelatsioonid leiti Basic

Statistics/Tables Correlation funktsiooniga. Liigiline mitmekesisus arvutati Shannoni indeksi järgi  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  (Weaver & Shannon, 1949), kus  $p_i$  on  $i$ -nda liigi suhteline arvukus ja  $\ln$  naturaallogaritm (Ludwig & Reynolds, 1988).

### Tulemused ja arutelu

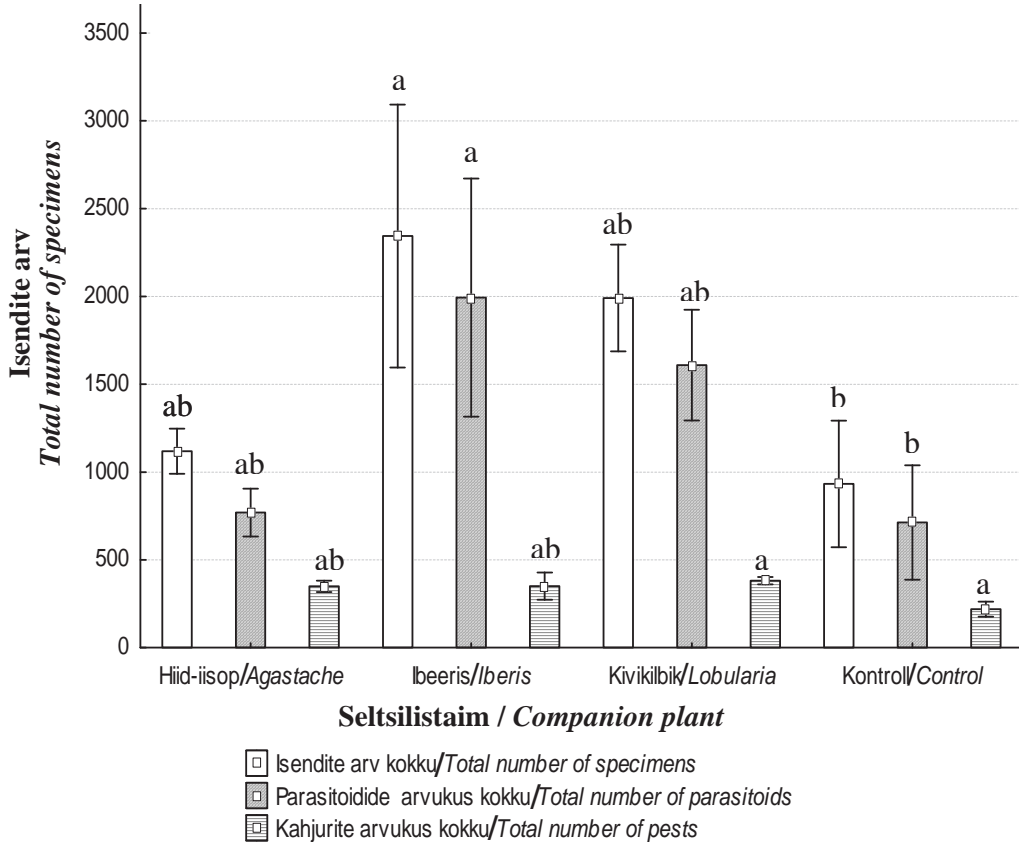
Kokku kõikidelt katselappidelt leiti 5 443 kahjurit ja nendest kasvatati välja kokku 22 738 parasitoidi. Katses vaadeldud neljast kahjuriliigist oli kõige arvukamad suur-kapsaliblikas (*P. brassica*) ja kapsakoi (*P. xylostella*), vastavalt 2 591 ja 2 557 isendit; oluliselt madalama arvukusega olid kapsaöölad (*M. brassicae*) ja väike-kapsaliblikad (*P. rapae*), vastavalt 180 ja 115 isendit. Kiletiivalisi parasitoidide (*Hymenoptera*, *Parasitica*) leiti kõige rohkem sugukonnast *Braconidae* (21 378 isendit), kus domineeris suur-kapsaliblika juulukas (*Cotesia glomerata* L.) 21 308 isendiga, kes parasiteeris nii väike-kapsaliblika kui ka suur-kapsaliblika röövikuid. Ka sugukonna *Ichneumonidae* esindajaid leiti arvukalt – 1059 isendit, kus peamiselt oli tegu kapsakoi parasitoididega perekonnast *Diadegma*. Lisaks sellele leiti parasitoidide ülemsugukonnast *Chalcidoidea* (242 isendit), kes parasiteerisid nii väike- ja suur-kapsaliblika kui ka kapsakoi röövikutel. Kapsakoi nukkudest kasvatati veel välja parasitoidide sugukonnast *Scelionidae* ja alamsugukonnast *Cryptinae*. Lisaks kiletiivalistele parasitoididele kasvas väike- ja suur-kapsaliblika röövikutest ning kapsakoi nukkudest kahetiivalisi (*Diptera*), kes tõenäoliselt kuulusid vastsekiinlaste (*Tachinidae*) sugukonda.

Pilootkatsesse valitud seltsilistaimed mõjutasid kapsa entomofaunat suhteliselt ühetaoliselt ( $F_{3,8} = 2,30$ ;  $P = 0,15$ ), kuid siiski olid nii kahjuritele kui ka parasitoididele kõige vähem atraktiivsed kapsataimed, mis kasvasid kontroll-variandis (keskmiselt 933 parasitoidi ja kahjurit kokku; joonis 1), mis erines oluliselt iberisega variandist ( $P < 0,05$ ). Kontrollile järgnes hiid-iisop 1119 isendiga ja suurim oli arvukus iberisel ning kivikilbikul, vastavalt 2344 ja 1991 isendit. Kahjurite arvukus variantide vahel oluliselt ei erinenud ( $F_{3,8} = 2,23$ ;  $P = 0,16$ ), jäädes vahemikku 220 kuni 380 isendit. Siiski leiti kontrollist oluliselt rohkem kahjureid kapsataimedelt, mille seltsilistaimeks oli kivikilbik ( $P < 0,05$ ), ja parasitoidide omakorda kapsastelt, mille seltsilistaimeks oli iberis ( $P < 0,05$ ) (joonis 1). Antud tulemused erinevad Root (1973) „ressursside kontsentratsiooni hüpoteesist”, mille kohaselt keskenduvad taimtoidulised putukad üheliigilisele toidutaimega alale. Samas võib väikesemahuliste katsete korral mobiilsete kahjurite tähelepanu olla suunatud pigem konkreetse taime sobivusele, kui suurema toidutaimede kontsentratsiooniga alale, eriti kui katsevariandid asuvad üksteisele ligidal. Parasitoidide koguarvu tendents sarnanes kõigi isendite omale, olles kõrgem iberisel 1993 ja kivikilbikul 1609 isendiga, järgnes hiid-iisop 770 parasitoidiga, kontrollil oli parasitoidide arvukus veidi üle 700, mis erines oluliselt iberisest ( $P < 0,05$ ); hiid-iisopiga ja iberisega variandid statistiliselt oluliselt ei erinenud, kuid tendents erinevusele oli olemas ( $P = 0,059$ ) (joonis 1). Antud tulemused on kooskõlas Root (1973) hüpoteesiga looduslike vaenlaste kohta, mille alusel suurendab mitmekesine taimestik looduslike vaenlaste esinemist varustades neid alternatiivse toidu, nektariallika ja elupaikadega.

Isendite arv kokku / Total number of specimens:  $F(3;8) = 2,3069$ ;  $p = 0,1533$

Parasitoidide arvukus kokku / Total number of parasitoids:  $F(3;8) = 2,3367$ ;  $p = 0,1500$

Kahjurite arvukus kokku / Total number of pests:  $F(3;8) = 0,9637$ ;  $p = 0,4556$



**Joonis 1.** Keskmise ( $\pm$  SE) isendite arv kokku ja kahjurite ning parasitoidide arvukus valgel peakapsal sõltuvalt erinevast seltsilistaimest EMÜ Tõnissoni eksperimentaaliaias Tartus, 2009. a (tähed joonisel märgivad statistiliselt olulist erinevust variantide vahel, (ANOVA Fisher LSD test,  $p < 0,05$ )

**Figure 1.** Mean ( $\pm$  SE) number of all specimens, pests and parasitoids per plot in white cabbage depending on different companion plant in EMÜ Tõnisson's experimental garden, Tartu, Estonia, 2009. Letters indicate statistically significant differences between variances (ANOVA Fisher LSD test,  $p < 0.05$ )

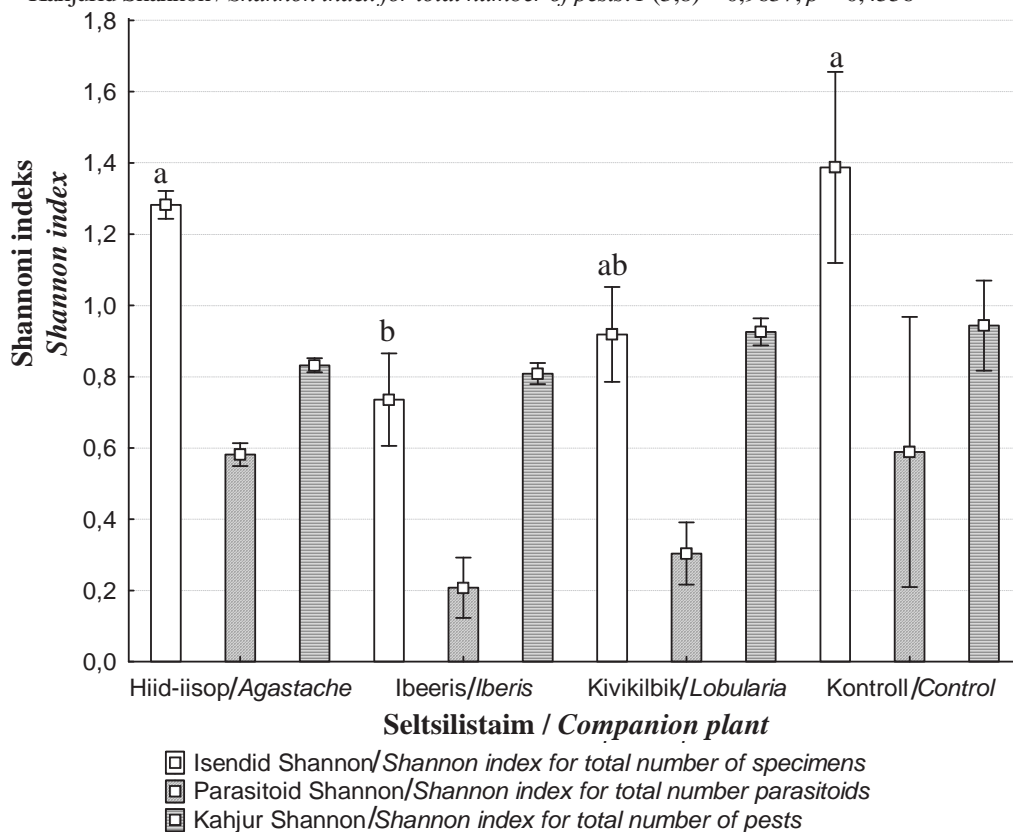
Shannoni liigilise mitmekesisuse indeksit seltsilistaim kui faktor statistiliselt oluliselt ei mõjutanud ( $F_{3,8} = 3,46$ ;  $P = 0,071$ ), samas oli liigiline mitmekesisus hiidiisopiga katselapil oluliselt suurem kui iberisega katselapil ( $P < 0,05$ ) ja kontrollvariandil oluliselt suurem kui iberisega variandil ( $P < 0,02$ ) (Joonis 2). Kahjurite ja parasitoidide liigilise mitmekesisuse vahel oli tugev korrelatsioon ( $r = 0,68$ ;  $N = 12$ ;  $P = 0,015$ ), järelikult toob kahjurite liigilise mitmekesisuse suurenemine kaasa ka nende looduslike vaenlaste liigirikkuse suurenemise. Parasitoidide liigiline mitmekesisus oli kõige suurem hiid-iisopiga ja kontroll variandil, kõige väiksem oli liigiline mitmekesisus iberisel, samas ei leitud statistiliselt olulist

erinevust ( $F_{3,8} = 0,94$ ;  $P = 0,46$ ). Isendite arvu ja liigilise mitmekesisuse vahel leiti tugev negatiivne korrelatsioon ( $r = -0,84$ ;  $N = 12$ ;  $P = 0,001$ ), mis tähendab, et mida rohkem erinevaid liike on, seda vähem on liigiline mitmekesisus. Järelikult tõi ühe liigi massiline esinemine antud katses kaasa liigilise mitmekesisuse vähenemise.

Isendid Shannon / Shannon index for total number of specimens:  $F(3;8) = 3,4591$ ;  $p = 0,0712$

Parasitoidid Shannon / Shannon index for total number of parasitoids:  $F(3;8) = 0,9446$ ;  $p = 0,4634$

Kahjurid Shannon / Shannon index for total number of pests:  $F(3;8) = 0,9637$ ;  $p = 0,4556$



**Joonis 2.** Keskmise ( $\pm$  SE) kõikide liikide, kahjurite ja parasitoidide Shannoni indeksi väärtus valgel peakapsal sõltuvalt erinevast seltsilistaimest EMÜ Tõnissoni eksperimentaalaias Tartus, 2009. a. (tähed joonisel märgivad statistiliselt olulist erinevust variantide vahel, ANOVA Fisher LSD test,  $p < 0,05$ )

**Figure 2.** Mean ( $\pm$  SE) value of Shannon index of all specimens, pests and parasitoids per plot in white cabbage depending on different companion plant in EMÜ Tõnisson's experimental garden, Tartu, Estonia, 2009. Letters indicate statistically significant differences between variances (ANOVA Fisher LSD test,  $p < 0,05$ )

### Järeldused

Käesoleva pilootkatse alusel võib järeldada, et sobiva seltsilistaimede lisamisega



valge peakapsa põllule saab seal suurendada parasitoidide arvu, kes suudaksid kahjurite arvukust kontrolli all hoida. Koos taimede liigirikkuse suurendamisega põllul suurendatakse ka kasurite liigirikkust ja sellega luuakse alus keskkonnasõbralikuks ja jätkusuutlikuks toomiseks. Lisaks üldise bioloogilise mitmekesisuse parendavale mõjule tuleb alati jälgida ka seltsilistaime ja põhikultuuri omavahelist sobivust.

## Tänuõnad

Uurimust toetasid ETF grant nr. 8895 ja EMÜ baasfinantseering P9003PKPK. Suur tänu Reelika Kevvääle, Linda-Liisa Veromannile, Kai-Riin Veromannile ja Darja Mattile abi eest välitöödel.

## Kasutatud kirjandus

- Altieri, M.A., Letourneau, D.K. 1982. Vegetation management and biological control in agriecosystems. – *Crop Protection* **1**, 405–430.
- Andaloro, J.T., Rose, K.B., Shelton, A.M., Hoy, C.V., Becker, R.F. 1993. Cabbage growth stages. – *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 101.
- Bigger, D.S., Chaney, W.E. 1998. Effects of *Iberis umbellata* (Brassicaceae) on insect pests of cabbage and on potential biological control agents. – *Environmental Entomology* **27**, 161–167.
- Dover, J.W. 1986. The effect of labiate herbs and white clover on *Plutella xylostella* oviposition. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* **42**, 243–247.
- England, S., Evans, E.W. 1997. Effects of pea aphid (Homoptera:Aphididae) honeydew on longevity and fecundity of the alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). – *Environmental Entomology* **26**, 1437–1441.
- Heimpel, G.E., Rosenheim, J.A., Kattari, D. 1997. Adult feeding and lifetime reproductive success in the parasitoid *Aphytis melinus*. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* **83**, 305–315.
- Heimpel, G.E., Mangel, M., Rosenheim, J.A. 1998. Effects of time limitations and egg limitations on lifetime reproductive of the parasitoid in the field. – *American Naturalist* **152**, 273–289.
- Jervis, M.A., Kidd, N.A.C., Fitton, M.G., Huddleston, T., Dawah, H.A. 1993. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. – *Journal of Natural History*, **27**, 67–105.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. – *Annual Review of Entomology*, **45**, 175–202.
- Latheef, M.A., Oritz, J.H. 1983. The influence of companion herbs on egg distribution of the imported cabbageworm, *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae), on collard plants. – *Canadian Entomologist* **115**, 1031–1038.
- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. New York: John Wiley & Sons.
- Magurran, A.E. 2008. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, 256 s.
- Root, R.B. 1973. Organisation of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collard (Brassicaceae). – *Ecological Monography* **43**, 95–124.
- Ryan, J., Ryan, M.F., McNaedhe, F. 1980. The effect of interrow plant cover on populations of the cabbage rootfly, *Delia brassicae* (Wiedemann). – *Journal of Applied Ecology* **17**, 31–40.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.



- Siekmann, G., Tenhumberg, B., Keller, M.A. 2001. Feeding and survival in parasitic wasps: sugar concentration and timing matter. – *Oikos* **95**, 425–430.
- Stoate, C., Boatman, N.D., Borralho, R.J., RioCarralho, C., de Snoo, G. R., Eden, P. 2001. Ecological impacts of Attractiveness of flower patches to beneficial arable intensification in Europe. – *Journal of Environmental Management* **63**, 337–365.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J. 1995. *Biometry*. New York: Freeman.
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. – *Nature* **418**, 671–677.
- Wäckers, F.L., Swaans, C.P.M. 1993. Finding floral nectar and honeydew in *Cotesia rubecula*: random or directed. – *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology*, Netherlands Entomological Society, Amsterdam.
- You, M.S., Liu Y.F., Hou, Y.M. 2004. Agricultural biodiversity and integrated pest management. – *Ecology* **24**, 117–122.

## **HERBITSIIDIDE MÕJU HARILIKU PUJU (*ARTEMISIA VULGARIS*) TÕRJEL**

**Anu Koitsaar<sup>1,2</sup>, Henu Nurmekivi<sup>1</sup>, Mati Koppel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jõgeva SAI, <sup>2</sup>EMÜ PKI

**Abstract.** Koitsaar, A., Nurmekivi, H., Koppel, M. 2010. Use of herbicides in control of mugwort (*Artemisia vulgaris*). – *Agronomy 2010/2011*, 173–176.

*The effectiveness of herbicides in the control of mugwort (*Artemisia vulgaris*) was evaluated in four field trials in 2009–10. Full and reduced doses of 11 herbicides and their mixtures were tested. The most efficient herbicides were Lontrel 300, Sekator 375 EC and Estet 600 EC, which provided 70–95% control. Good results were achieved with mixtures of Estet 600 EC with other herbicides. The efficiency of a herbicide depends on the temperature at application. Therefore efficient herbicides have to be used at suitable weather conditions to achieve high efficacy in control of *Artemisia vulgaris*.*

**Keywords:** cereal, herbicide dosage, herbicide efficiency, mugwort

**Anu Koitsaar**, Estonian University of Life Science, Kreutzwaldi 1, Tartu 51014, Estonia

**Henu Nurmekivi, Mati Koppel**, Jõgeva PBI, Aamisepa 1, Jõgeva alevik 48309, Estonia

### **Sissejuhatus**

Suurema ja kvaliteetsema saagi saavutamiseks tuleb kultuurtaimede kasvutingimusi mõjutada väetamisega, kahjurite, haiguste ja umbrohtude hävitamisega. Umbrohud põhjustavad saagi vähenemist ja kvaliteedi langust, sest kasutavad valgust, toitaineid, vett, ruumi, levitavad haigusi, raskendavad mullaharimisriistade tööd. Umbrohutõrje ära jätmisel väheneb saak 15–20% (Uusna, 1999). Efektiivsemaks umbrohutõrjeks on herbitsiidide kasutamine oma madala tööjõukulu ja kiire umbrohtude hävitamisega. Tõrje vajadus ja efektiivsus sõltub põllu seisundist, umbrohtude seemnevarudest, hooldustöödest. Eesti Vabariigis turule lubatud taimekaitsevahendite nimekirjas on 117 herbitsiidi (PMA, 2010).

Praegu levib harilik puju (*Artemisia vulgaris*) aedadest ja teede äärest põllumajandusmaadele ja on raskesti tõrjutav tänu tugevale juurestikule, elujõule ja seemnete arvukusele. Levikut soodustab minimeeritud harimine, otsekülv, valedes harimisvõtetes, ebaefektiivsete herbitsiidide kasutamine. Naabermaades ei ole harilik puju laialt levinud. Soome monitooring täheldas hariliku puju esinemist 16-st uuritud regioonist 11-s, kus puju esines 1–21% põldudest (Salonen et al., 2001). Lätis levib üksikutele põldudele (Vanaga, 2004). Seetõttu on kirjandusest kasutada väheseid andmeid herbitsiidide efektiivsuse kohta. Saksamaa taimekasvatustlike katsete infosüsteemis ISIP ([www.isip.de](http://www.isip.de)) puuduvad hariliku puju tõrje andmed. Puju efektiivseks tõrjeks tuleb kasutada kaudseid ja otseseid võtteid. Otseseks võtteks on herbitsiidide kasutamine. Taimekaitsevahendite tootjad soovivad kulunorme, mis on arvestatud kõige halvemateks olukordadeks põllul, kuid mis võib põllumehele majanduslikult väga kulukaks osutuda. Seetõttu seati eesmärgiks välja selgitada erinevate herbitsiidide, nende vähendatud kulunormide ja herbitsiidide segude efektiivsus hariliku puju tõrjel.

## Materjal ja meetodika

Herbitsiidi efektiivsuskatsed hariliku puju tõrjel viidi läbi Jõgevamaal Jõgeva SAI-s ja Torma vallas Sadalas (2009), Jõgeva SAI-s ja Lääne-Virumaal Avispeal (2010) harilikust pujust tugevasti saastunud suvinisu ja odra tootmispõldudel. Jõgeval oli mõlemal aastal kultuuriks oder, teistes katsekohtades suvinisu. Puju katvus katsetes oli 10–15%. Katsetati 7 üksikerbitsiidi, firmade poolt soovitatud täisnorme, poole võrra vähendatud täisnorme ja 5 herbitsiidide segu (täis- või vähendatud norme) (tabel 1). Calibre 50 SX lisati ka kleepainet Dash 0,05 l ha<sup>-1</sup>. Katsed rajati kõikjal kolmes korduses, katselapi suurus 25 m<sup>2</sup>. Pritsiti suruõhu toimel töötava katsepritsiga – poomi laius 2,5 m, 5 pihustit Hardy 4110–16, rõhk 2,5 atm, pritsimislahuse kulu 300 l ha<sup>-1</sup>.

**Tabel 1.** Kasutatud herbitsiidid ja nende toimeained  
**Table 1.** *Herbicides and their active ingredients*

Herbitsiid / <i>Herbicide</i>	Toimeaine / <i>Active ingredient</i>
Estet 600 EC	2,4 D 600 g l <sup>-1</sup>
Sekator 375 OD	Amidosulfuroon 100 g l <sup>-1</sup> , metüüljodosulfuroon-naatrium 25 g l <sup>-1</sup>
Calibre 50SX	Metüültofeensulfuroon 333 g kg <sup>-1</sup> , metüültribenuroon 167 g kg <sup>-1</sup>
Lontrel 300	Klopüraliid 300 g l <sup>-1</sup>
Starane 180	Fluroksüpüür 180 g l <sup>-1</sup>
Mustang Forte	Florasulaam 5 g l <sup>-1</sup> , aminopüraliid 10 g l <sup>-1</sup> , 2,4-D 180 g l <sup>-1</sup>
Ariane S	Fluroksüpüür 40 g l <sup>-1</sup> , klopüraliid 20 g l <sup>-1</sup> , MCPA 200 g l <sup>-1</sup>
Banvel 4S	Dikamba 480 g l <sup>-1</sup>
MCPA 750	MCPA 750 g l <sup>-1</sup>
Mustang	Florasulaam 6,25 g l <sup>-1</sup> , 2,4-D 2-EHE 452,5 g l <sup>-1</sup>
Lintur 70 WG	Dikamba 659 g kg <sup>-1</sup> , triasulfuroon 41 g kg <sup>-1</sup>

Katsed pritsiti järgmistel aegadel ja teravilja kasvufaasides: Jõgeval 2009. a 29. mail kasvufaasis BBCH 21–23 (Zadoks et al., 1974); Sadalas 22. juunil kasvufaasis BBCH 22–24; Jõgeva 2010. a 10. juunil kasvufaasis BBCH 22–23; Avispeal 9. juunil kasvufaasis BBCH 23–24. Jõgeva katsetes olid pritsimise ajal puju taimed teraviljaga sama kõrgusega (8–10 cm), Sadalas ja Avispeal olid puju taimed teraviljast kõrgemad (15–20 cm). Oluliselt erinesid üksikute katsete pritsimise aegsed temperatuurid: 2009. a Jõgeval 8–10 °C, Sadalas 22–24 °C, 2010. a Jõgeval 19–20 °C, Avispeal 13–14 °C. Herbitsiidide toime efektiivsust hinnati neli nädalat pärast pritsimist. Umbrohutõrje efektiivsust hinnati vastavalt Euroopa Taimekaitse Organisatsiooni (EPPO) herbitsiidide efektiivsuse hindamise juhendile PP 1/93(2). Tõrjeefektiivsust hinnati visuaalselt umbrohtude biomassi protsentuaalse vähenemisenähtena võrreldes töötlemata variandiga. Tõrjeefektiivsuse hindamise ajal oli puju katvus kõigis katsetes 10–15%. Tõrjeefektiivsust saab väga heaks pidada kui mõju on üle 85%.

## Tulemused ja arutelu

Jõgeval 2009. a rajatud katses olid efektiivsemad täisnormi kasutamisel Sekator 375 OD (0,15 l ha<sup>-1</sup>) 89% ning Lontrel 300 (0,3 l ha<sup>-1</sup>) 88% (tabel 2). Tootjafirma poolt soovitatud täiskulunormi vahemik Lontrel 300 puhul on 0,3–0,4 l ha<sup>-1</sup>. Tabelis on näha, et soovitatud madalam täisnorm oli efektiivsem (88%), kui 0,4 l ha<sup>-1</sup> täisnormi

kasutamine (63–73%). Täisnormist 0,5 doosi kasutamisel jäi efektiivsus kõige madalamaks Calibre 50 SX (0,015 kg ha<sup>-1</sup>) ja Starane 180 (0,35 l ha<sup>-1</sup>) variantides, vastavalt 33 ja 21%. Samal aastal Sadala katses oli täisnormiga Estet 600 EC (0,5 l ha<sup>-1</sup>) efektiivsus 83%. Calibre 50 SX täis- ja poolnormi (0,03 ja 0,015) ning Starane 180 0,5 täisnormi (0,35 l ha<sup>-1</sup>) kasutamise efektiivsus jäi alla 50%.

**Tabel 2.** Herbitsiidide erinevate kulunormide efektiivsus puju tõrjel

**Table 2.** Efficiency of herbicides in control of *Artemisia vulgaris*

Herbitsiid <i>Herbicide</i>	Doos <i>Dosage</i>	Efektiivsus, % / <i>Efficiency, %</i>			
		2009		2010	
		Jõgeva	Sadala	Jõgeva	Avispea
Estet 600 EC	0,5 l ha <sup>-1</sup>	74	83	90	64
	0,25 l ha <sup>-1</sup>	47	55	–	–
Sekator 375 OD	0,15 l ha <sup>-1</sup>	89	53	67	65
	0,075 l ha <sup>-1</sup>	65	50	–	–
Calibre 50 SX *	0,03 kg ha <sup>-1</sup>	43	30	67	62
	0,015 kg ha <sup>-1</sup>	33	20	23	25
Lontrel 300	0,4 l ha <sup>-1</sup>	88**	–	63	73
Starane 180	0,7 l ha <sup>-1</sup>	70	48	–	–
	0,35 l ha <sup>-1</sup>	21	33	–	–
Mustang Forte	0,8 l ha <sup>-1</sup>	–	–	70	83
	0,3 l ha <sup>-1</sup>	–	–	50	28
Ariane S	2,0 l ha <sup>-1</sup>	–	–	53	68
PD0,05/LSD0,05		23,9	32,2	30,7	33,9

‘–’ variant puudus / *not used*; \* – Calibre 50 SX + Dash 0,05 l ha<sup>-1</sup>; \*\* – 0,3 l ha<sup>-1</sup>

2010. a Jõgeva katses andis väga hea tõrje tulemuse (90%) täisnormiga Estet 600 EC (0,5 l ha<sup>-1</sup>). Avispea katses oli efektiivsus kõrge (83%) täisnormiga Mustang Forte (0,8 l ha<sup>-1</sup>) kasutamisel. Madalaima efektiivsusega (23 ja 25%) oli mõlemas katses Calibre 50 SX poolnormi (0,015 kg ha<sup>-1</sup>) kasutamine. Herbitsiidide Calibre 50 SX, Starane 180 ja Mustang Forte täiskulunormide vähendamisel poole võrra vähenes efektiivsus keskmiselt 30%. Kõige väiksem oli tõrje efektiivsuse langus Sekator 375 OD 0,5 täisnormi kasutamisel, jäädes maksimaalselt 27% madalamaks, kui täiskulunormi kasutamisel. Efektiivsem (83%) herbitsiidisegu oli Sadalas 2009. a MCPA 750 1,0 l ha<sup>-1</sup> + Lintur 70 WG 0,12 kg ha<sup>-1</sup> (tabel 3). Samal aastal Jõgeval oli MCPA 1,0 l ha<sup>-1</sup> + Lintur 70 WG 0,06 kg ha<sup>-1</sup> mõju 38%. Nii Jõgeva kui Sadala katses kasutatud herbitsiidisegus oli MCPA 750 kulunorm 1,0 l ha<sup>-1</sup>, kuid kõrgem efektiivsus (83%) saavutati Sadala katses, kus kasutati Lintur 70 WG täisdoosi.

2010. a kasutatud segudest toimis nõrgemini Estet 600 EC 0,4 l ha<sup>-1</sup> + Banvel 4S 0,15 l ha<sup>-1</sup> variant, efektiivsus 62%. Estet 600 EC 0,4 l ha<sup>-1</sup> segus Lontrel 300 0,3 l ha<sup>-1</sup> või Starane 180 0,5 l ha<sup>-1</sup> olid mõnevõrra efektiivsemad. Samade segude kasutamine Avispea katses näitas kõrgemat efektiivsust (78–95%) Estet 600 EC segus Lontrel 300 või Banvel 4S. Kuna katsekohtades olid pritsimisaegsed temperatuurid erinevad (Avispeal ca 6 °C madalam) võis see mõjutada herbitsiidisegude toimet, mis avaldus eriti Estet + Banvel või Estet + Lontrel segude toimes.

**Tabel 3.** Herbitsiidi segude efektiivsus puju tõrjel

**Table 3.** Efficiency of herbicide mixtures in control of *Artemisia vulgaris*

Herbitsiid <i>Herbicide</i>	Doos <i>Dosage</i>	Efektiivsus / <i>Efficiency (%)</i>			
		2009		2010	
		Jõgeva	Sadala	Jõgeva	Avispea
Estet 600 EC + Lontrel 300	0,4 l ha <sup>-1</sup> + 0,3 l ha <sup>-1</sup>	58*	–	70	95
Estet 600 EC + Starane 180	0,4 l ha <sup>-1</sup> + 0,5 l ha <sup>-1</sup>	–	–	77	75
Estet 600 EC + Banvel 4S	0,4 l ha <sup>-1</sup> + 0,15 l ha <sup>-1</sup>	–	–	62	78
MCPA 750 + Mustang	2,0 l ha <sup>-1</sup> + 0,3 l ha <sup>-1</sup>	–	–	70	70
MCPA 750 + Lintur 70 WG	1,0 l ha <sup>-1</sup> + 0,06 kg ha <sup>-1</sup>	38	–	–	–
	1,0 l ha <sup>-1</sup> + 0,12 kg ha <sup>-1</sup>	–	83	–	–
PD 0,05 / LSD 0,05				29	14,8

‘–’ variant puudus / *not used*; \* – Estet 600 EC 0,5 l ha<sup>-1</sup> + Lontrel 300 0,3 l ha<sup>-1</sup>

Enamus kasutatud herbitsiidide segudest andis hea või väga hea tõrje efektiivsuse 70–95%. Taimekaitsevahendite soovitusel on puju tõrjeefektiivsus Lontrel 300 puhul 70–95%, meie katsetes saavutati sama tulemus soovitusliku miinimumdoosiga Lontrel 300 (0,3 l ha<sup>-1</sup>) ja Estet 600 EC (0,5 l ha<sup>-1</sup>) ning samuti ka Estet 600 EC ja Lontrel 300 segu kasutamisel. Tulemustest järeldub, et herbitsiidide toimet mõjutas pritsimisaja temperatuur. Seejuures reageerisid aga herbitsiidid erinevalt. Kõrgemal temperatuuril pritsides oli Estet 600 EC (0,5 l ha<sup>-1</sup>) toime tõhusam kui madalal temperatuuril. 2009. a oli Sekator 375 OD (0,15 l ha<sup>-1</sup>) efektiivsus kõrgem madalal temperatuuril.

### Järeldused

Katsetulemuste põhjal olid hariliku puju tõrjel efektiivsemad herbitsiidid Estet 600 EC ja Lontrel 300. Rahuldava efektiivsusega olid ka Estet 600 EC segud teiste herbitsiididega. Herbitsiidide toimeefektiivsus sõltus pritsimisaegsest temperatuurist. Efektiivseks hariliku puju tõrjeks tuleb kasutada efektiivseid herbitsiide neile sobivates keskkonnatingimustes.

### Kasutatud kirjandus

- ISIP – das Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion. [www.isip.de](http://www.isip.de) (13.12.2010)
- PMA. 2010. <http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=132&sub2=243> (16.12.2010)
- Salonen, J., Hyvönen, T., Jalli, H. 2001. Weeds in spring cereal fields in Finland – a third survey. – *Agricultural and Food Science in Finland* **10** (4), 347–364.
- Uusna, S. 1999. Umbrohud ja nende tõrje tera- ja kaunviljakasvatustes. – *Teraviljakasvatuse käsiraamat*. Toim. I. Older, Saku, lk 166.
- Vanaga, I. 2004. Dynamics of flora of arable fields in Central Latvia. – *Latvian Journal of Agronomy* **7**, 176–182.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. – *Weed Research* **14**, 415–421.

## **KAPSAÖÖLASE (*MAMESTRA BRASSICAE* L) ARVUKUS ERINEVATEL RISTÕIELISTEL KÖÖGIVILJAKULTUURIDEL**

**Luule Metspalu, Egle Jakin, Katrin Jõgar, Irja Kivimägi, Angela Ploomi**  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** *Metspalu, L., Jakin, E., Jõgar, K., Kivimägi, I., Ploomi, A. Host plant preference of Cabbage moth (*Mamestra brassicae* L.) on various cruciferous crops. – Agronomy 2010/2011, 177–182*

*The experiments determining host plant preference of cabbage moth (*Mamestra brassicae* L.) were carried out in field conditions in summer 2009 on six different cruciferous crops: curly kale, cauliflower, white cabbage early cultivar 'Parel', white cabbage late cultivar 'Lennox', red cabbage and Swedish turnip. Significantly more eggs were laid on Swedish turnip (32,1% of the total number of individuals counted), followed by white cabbage late cultivar 'Lennox' (23,8%) and red cabbage (20,8%). *M. brassicae* adults avoided the early cabbage cultivar 'Parel' (5,02%), cauliflower (8,3%) and curly kale (9,7%). Farmers grow rather numerous cabbage cultivars and varieties in Estonia, therefore the determination of more resistant varieties is of great importance for vegetable production.*

**Keywords:** *cabbage moth, host plants, *Mamestra brassicae*, oviposition*

*Luule Metspalu, Egle Jakin, Katrin Jõgar, Irja Kivimägi, Angela Ploomi, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwald St., 51014 Tartu, Estonia, Luule.Metspalu@emu.ee*

### **Sissejuhatus**

Kapsaöölane (*Mamestra brassicae* L.) on viimastel aastakümnetel kujunenud meie köögiviljade oluliseks kahjustajaks. Kuivõrd liblikate aktiivsus on suurel määral sõltuv ilmastikust, siis soojad suved soodustavad kahjuri masspaljunemisi (näiteks 1999, 2006, 2010 a.) ning siis on kahjustused ulatuslikud. Eestis alustab liblikas lendlust tavaliselt juuli alguses, hakkab kohe munema ning see kestab mitu nädalat. Sellepärast võib taimedelt samaaegselt leida nii mune kui ka erinevates kasvujärkudes vastseid. Munetakse vanemate lehtede alumisele küljele, seal toituvad ka noored röövikud. Alates neljandast kasvujärgus muutub fototaksis negatiivseks, nüüd näritakse end kapsapea sisemusse, peitatakse noorte sisemiste lehtede vahele jne. Lisaks toitumisega kaasnevale kahjule reostatakse elukeskkond väljaheidetega, millel arenevad taime mädanemist põhjustavad bakterid ja seened. Meil on aastas tavaliselt üks põlvkond, kuid arenguks soodsate tingimuste korral võib esineda ka osaline teine. Kuigi kahjur on paljutoiduline, eelistab ta ristõieliste sugukonda kuuluvaid taimi, eriti ristõielisi köögiviljakultuure (Skou, 1991). Tõrjeks kasutatakse peamiselt keemilisi preparaate, see toob kaasa toidu ja keskkonna saastumise ja ohu inimese tervisele (Thomas, 1999). Mahepõllumajandus, kus mürkide kasutamine on keelatud, on kogu maailmas tõusutrendil. Seetõttu on vajalik uute tõhusate keskkonnasäästlike tõrjestrategiate väljatöötamine. Ühe tõrjevõttega võiks manipuleerida kahjuri käitumisega, kasvatades kahjurikindlamaid sorte ning teisendeid. Sellise tõrjevõtte eduka rakendamise eelduseks on kahjuri bioloogia ning taime ja putuka vaheliste suhete tundmine. Putuka suhted toidutaimiga põhinevad peamiselt keemilisel keelel ning taimes sisalduvate ühendite kaudu saadakse põhiinformatsiooni selle kohta, kas



see sobib munemiseks ja/või toitumiseks. Igal taimeliigil, teisendil ja sordil on mõnevõrra erinev keemiline koostis ning morfoloogia, vastavalt sellele käitub ka putukas. Kuivõrd Eestis kasvatatakse palju erinevaid kapsateisendeid ning sorte kuid ka teisi ristõielisi köögivilju, siis võib kapsaöölasele vähemsobivate kultuuride väljaselgitamine olla oluliseks teabeks köögiviljakasvatajatele kultuuride valikul.

Töö eesmärgiks oli selgitada kapsaöölase arvukus ning dünaamika kuuel erineval ristõielisel köögiviljakultuuril.

## **Materjal ja meetodika**

Katse viidi läbi 20090aastal EMÜ Raja tn katseaias. Taimed istutatid 2" 2"m<sup>2</sup> katselappidele 14. mail, igale katselapile 9 taime, taimede vahekaugus lapil oli 70 cm. Kõik katsevariandid olid kolmes korduses, kokku 18 katselappi. Katselapid olid ümbritsetus 1m laiuste vahebadega, millel kasvatati vahekultuurina punapeeti (*Beta vulgaris* L.). Katses väetisi ei kasutatud.

### **Variandid**

1. Kähär-peakapsas (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* var. *sabauda* L.), sort 'Vertus' (edaspidi: kähärpeakapsas)
2. Lillkapsas (*B. oleracea* L. var. *botrytis* L.), sort 'Bora' (edaspidi: lillkapsas)
3. Valge peakapsa (*B. oleracea* L. var. *capitata* L. f. *alba*) varane sort 'Parel' (edaspidi: varane peakapsas 'Parel')
4. Valge peakapsa (*B. oleracea* L. var. *capitata* L. f. *alba*) hiline sort 'Lennox' (edaspidi: hiline peakapsas 'Lennox')
5. Punane peakapsas (*B. oleracea* L. var. *capitata* L. f. *rubra* (L.)), sort 'Mars' (edaspidi: punane peakapsas)
6. Kaalikas (*B. napus* L. var. *napobrassica* (L.) Rchb.), sort 'Kõpu' (edaspidi: kaalikas)

**Kahjuriloendus** toimus kord nädalas ühel ja samal päeval ja kellaajal. Loendamistega alustati 25. juunil, viimane oli 8.septembril. Vaatlusprotsessil vaadati läbi kõikide korduste katsetaimede kõik lehed, loendati arvukus ning eemaldati leitud isendid korduvlugemiste vältimiseks.

**Ilmastik.** Juuni viimasel nädalal püsisid soojad ilmad, päevased temperatuurid tõusid üle 20 kraadi. Juuli alguses aga ilm jahenes märgatavalt, päevased temperatuurid olid vaid 14–15 °C. Alates 8. juulist läks uuesti soojaks ning kuni augusti keskpaigani püsis paljude aastate keskmisele lähedane temperatuurirežiim. Juulis sadas sageli, kuid sadu polnud tugev ning jäi paljude aastate keskmise piiridesse, august oli vihmasem (Valdmaa, 2009).

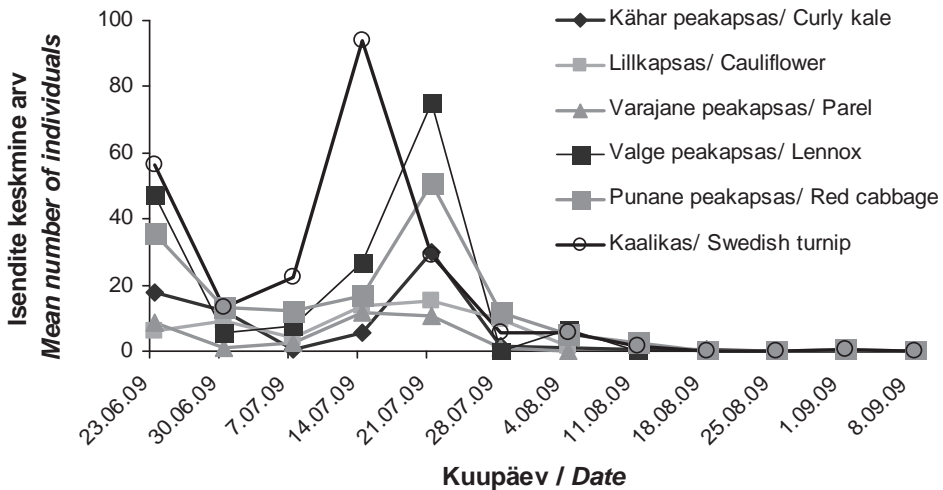
**Katseandmete analüüsil** kasutati programmi STATISTICA 7 Craph ja Microsoft Office Excel 2003. Andmete analüüsil kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi (ANOVA). Variantide korduste keskmisi võrreldi omavahel post. hoc LSD (Least Significant Difference) testiga.

## **Tulemused ja arutelu**

Antud katseaastal oli kapsaöölase arvukus suhteliselt kõrge ning kahjur alustas lendlust tavatult vara, meie katsetaimedel oli kapsaöölase mune juba juunis (Joonis 1). Igal loendusel saadud erinevate variantide korduste keskmised ( $M \pm \text{standardvead}$ ) ning



nende omavaheliste võrdluste tulemused (LSD-test) on esitatud tabelis 1. Esimese vaatluse (23. juuni) tulemuste analüüsist nähtub, et taimeliik mõjutas sel ajal oluliselt kapsaöölase valikuid ( $F_{5,12} = 5,93$ ;  $p = 0,005$ ). Kõige rohkem oli kahjurit kaalikal, järgnesid hiline peakapsas 'Lennox' ning punane peakapsas, vähem oli ülejäänud kultuuridel (Tabel 1). Järgmisel, 30. juuni loendusel oli kapsaöölase arvukus kõikides variantides madal ning omavahelisel võrdlusel puudus usaldusväärne erinevus. Samuti ei olnud taimeliik kapsaöölasele valikute tegemisel oluline faktor ( $F_{5,12} = 0,37$ ;  $p = 0,8$ ). Järgneva analüüsi (7 juuli) ajaks oli kapsaöölase arvukus mõnevõrra tõusnud kaalikal ( $p < 0,5$  kõikide teiste variantidega võrreldes), teistes variantides oli see eelmise loendusega enam-vähem samal tasemel, taimeliik ei olnud kapsaöölasele peremeestaimede valikul oluline faktor ( $F_{5,12} = 1,33$ ;  $p = 0,3$ ). Vaatlusele eelnenud nädalal oli ilm jahe ning vihmane, see takistas kapsaöölase lendlust ning munemist. Juuli esimese kümpäevaku lõpus ilmad paranesid, see tõi kaasa kapsaöölase arvukus tõusu kõigepealt kaalikal, kui kõige eelistatimal taimeliigil.



**Joonis 1.** Kapsaöölase (*Mamestra brassicae*) arvukuse dünaamika erinevatel kultuuridel.

**Figure 1.** Dynamics of cabbage moth (*Mamestra brassicae*) on different cruciferous crops.

Juuli keskel (14.07) oli taimeliik kapsaöölase arvukuse kujunemisel oluline faktor ( $F_{5,12} = 4,2$ ;  $p = 0,01$ ), kaalikal oli kahjuri arvukus teiste variantidega kõrge ning teiste variantidega võrreldes usaldusväärset erinev ( $p = 0,05$ ), arvukuse mõningast tõusu oli märgata ka ülejäänud variantides. Järgmisel vaatlusel (21.07) oli kapsaöölase arvukus kaalikal langus-, teistel taimeliikidel tõusutrendil. Edaspidi hakkas kapsaöölase arvukus langema kogu katsealal ning juuli lõpuks oli langenud kõikides variantides väga madalale. Taimeliik ei olnud enam kapsaöölase valikute tegemisel oluline faktor ei 21.07 loendusel ( $F_{5,12} = 0,86$ ;  $p = 0,5$ ) ega 28.07 loendusel ( $F_{5,12} = 1,54$ ;  $p = 0,24$ ) ning ka variantide võrdlusel puudus oluline erinevus ( $p > 0,05$ ). Augusti alguses leiti taimedelt vaid üksikuid isendeid ning lõplikult kadus kahjur katsealast augusti keskel. Vaatlusi jätkati septembrini, et tuvastada teise põlvkonna võimalikku esinemist. Kapsaöölane enam katsetaimedele ei ilmunud ning seega teist põlvkonda antud katseaastal meie katsealal ei esinenud.

**Tabel 1.** Kapsaöölase (*Mamestra brassicae*) keskmise ( $\pm$  standardviga) arvukuse dünaamika erinevatel ristõielistel köögiviljakultuuridel.

**Table 1.** Dynamics of cabbage moth (*Mamestra brassicae*) on various cruciferous crops ( $M \pm SE$ )

Kuupäev Date	23.06.2009	30.06.2009	07.07.2009	14.07.2009	21.07.2009	28.07.2009
Variant Variant	M $\pm$ SE	M $\pm$ SE	M $\pm$ SE	M $\pm$ SE	M $\pm$ SE	M $\pm$ SE
1.	17,6 $\pm$ 4,0a*	12,0 $\pm$ 12,0a	0,6 $\pm$ 0,3a	5,3 $\pm$ 3,5a	30,0 $\pm$ 25,0a	1,6 $\pm$ 1,2a
2.	6,3 $\pm$ 3,8a	9,0 $\pm$ 8,5a	4,0 $\pm$ 3,0a	13,6 $\pm$ 2,6a	15,3 $\pm$ 3,7a	9,6 $\pm$ 6,2a
3.	8,6 $\pm$ 8,6a	1,0 $\pm$ 0,5a	2,6 $\pm$ 2,0a	11,6 $\pm$ 4,1a	10,6 $\pm$ 6,6a	1,0 $\pm$ 1,0a
4.	47,3 $\pm$ 7,3b	5,6 $\pm$ 5,1a	7,6 $\pm$ 2,9a	27,0 $\pm$ 9,2a	75,0 $\pm$ 50,0a	0,0
5.	35,3 $\pm$ 15,0ab	13,3 $\pm$ 9,6a	12,0 $\pm$ 3,6a	17,0 $\pm$ 5,0a	51,0 $\pm$ 24,0a	11,6 $\pm$ 6,6a
6.	56,3 $\pm$ 6,6b	13,3 $\pm$ 6,9a	22,3 $\pm$ 1,5b	94,0 $\pm$ 37,0b	29,0 $\pm$ 11,0a	5,6 $\pm$ 2,6a

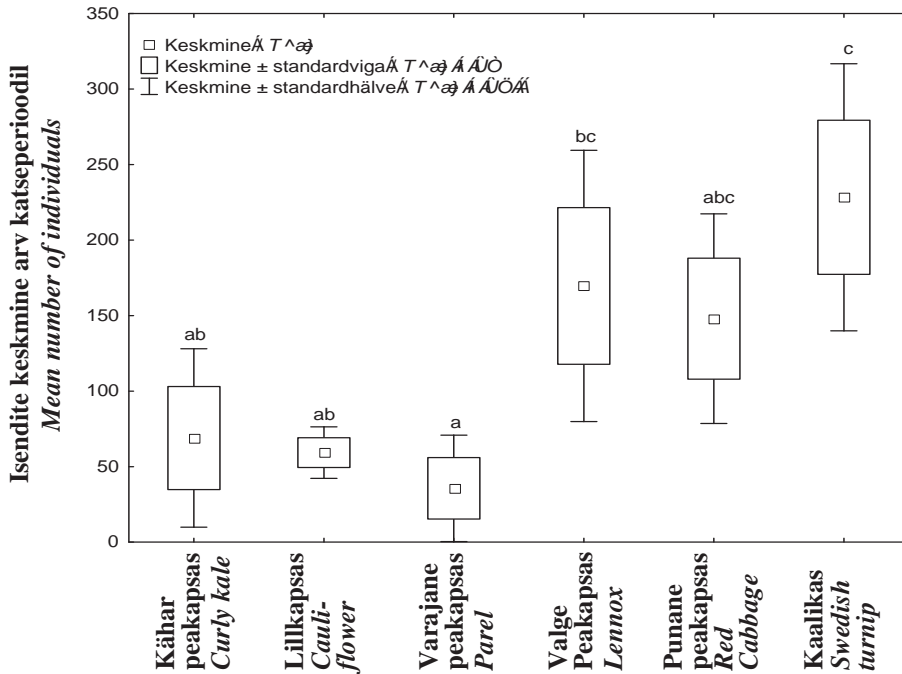
\*– Variantide vahelised statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ) igal vaatluspäeval on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, LSD test),  $M \pm SE$  = keskmine  $\pm$  standardviga

\*– Means followed by the different letters in columns indicate significant differences (ANOVA, LSD test.  $p < 0.05$ ).  $M \pm SE$  = Mean  $\pm$  standard error.

Variant/Variant: 1. Kährapeakapsas/curly kale, 2. lillkapsas/cauliflower, 3. Varane peakapsas 'Parel'/white cabbage early cultivar 'Parel', 4. Hiline peakapsas 'Lennox'/white cabbage late cultivar 'Lennox', 5. Punane peakapsas/red cabbage 6. Kaalikas/Swedish turnip

Kogu vaatlusperioodi jooksul erinevatelt variantidelt saadud kapsaöölase arvukuse analüüs (joonis 2) näitas, et taimeliik oli selle kujunemisel statistiliselt usaldusväärset oluline faktor ( $F_{5;12} = 3,970$ ;  $p = 0,023$ ). Erinevate variantide omavahelise võrdluse tulemuste põhjal võis katses olnud taimed jagada kahte gruppi. Esimesse, kõrge kapsaöölase arvukusega gruppi kuulusid kaalikas, hiline peakapsas 'Lennox' ja punane peakapsas. Neist kõige enam koguti kahjurit kaalikalt (32,1% kõigist katsealalt saadud kapsaöölastest), veidike vähem hiliselt peakapsalt 'Lennox' (23,8%) ja punaselt peakapsalt (20,9%), nende variantide omavahelisel võrdlusel arvukuse erinevused pole statistiliselt usaldusväärsed ( $p > 0,05$ ). Teise, madala kapsaöölase arvukusega grupi moodustasid kährapeakapsas (9,7%), lillkapsas (8,3%) ja varane peakapsas 'Parel' (5,2%). Neilt loendatud kapsaöölase arvukuse võrdlusel usaldusväärsed erinevused puudusid ( $p > 0,05$ ). Kõikide variantide võrdlusel saadi kaalikalt usaldusväärset rohkem kapsaöölase kui kährapeakapsalt ( $p = 0,011$ ), lillkapsalt ( $p = 0,008$ ) või varajaselt peakapsalt 'Parel' ( $p = 0,004$ ). Hilisel peakapsal 'Lennox' oli usaldusväärset rohkem kapsaöölase kui varasel peakapsal 'Parel' ( $p = 0,02$ ). Ülejäänud variantide omavahelisel võrdlusel erinevus puudus ( $p > 0,05$ ). Seega eelistasid kapsaöölase liblikad muneada kaalikalehtedele, kuid sobisid ka hiline peakapsas 'Lennox' ning punane peakapsas, ülejäänud taimed olid väheatraktiivsed.

Üldiselt tagavad taime sekundaarsed ainevahetussaadused taimeliigile spetsiifilised tunnused, mis on taimtoidulistele putukatele olulisteks signaalfaktoriteks (Chew, 1998). Taime leidmisel mõjutab putukaid kaugdistsantsilt peamiselt lõhn, mis on vastavalt kohastumisele kas liigile või sugukonnale spetsiifiline. Jõudes lõhnaobjekti lähedale, hakkavad putukat mõjutama nii taime kuju, värvus kui ka taimepinna keemilised omadused (Luik, 1997).



**Joonis 2.** Kapsa  lase (*Mamestra brassica*) keskmine arvukus erinevatel kultuuridel katseperioodi jooksul kokku. Taimeliikide vahelised statistiliselt mitteusaldusv  rse erinevused ( $p > 0,05$ ) vahel on märgitud samade t  hede (ANOVA; LSD-test).

**Figure 2.** Mean number of individuals of cabbage moth (*Mamestra brassicae*) on different cruciferous crops. Means followed by the same letter are not significantly different ( $p > 0.05$ ; ANOVA, LSD test)

Paljudel putukaliikidel on peremeestaime otsimine ja heakskiitmine emase valmiku otsene vastutus järglaskonna ees. Nad peavad leidma sellise munemiskoha, mis võimaldaks j  rglaskonnale arenguks optimaalsed tingimused ning taime valimisel tavaliselt ei eksita (Thompson, Pellmyr, 1991). Kuid Rojas ja Wyatt (1999) juhtisid tähelepanu sellele, et kapsa  lase valmik ei vali munemiskohti lähtuvalt vastete vajadusest, vaid need on enamasti juhuslikud, kuna noored vastsed liiguvad kiiresti ringi ja leiavad ise vajaliku toidutaime üles. Valdav on siiski seisukoht, et kapsa  lase liblikas otsib järglaskonna huve silmas pidades toitumiseks sobivad taimeliigid üles ning tal on selles osas omad kindlad eelistused (Schoonhoven, Van Loon, 2002). Seda kinnitavad ka meie varasemad uuringud. Meie varasemad katsed näitasid, et kapsa  lase valmiku munemiskoha valikuprotsessis osalevad mitmed erinevad taimest lähtuvad stiimulid (Metspalu et al., 2004). Taimel  hnade kui põhikomponentide kõrval on oluline osa ka taime katva vahakihi paksusel ja koostisel (Eigenbrode, 1998). Pole täpselt teada, kas putuka valikuid mõjutab vahakiht kui selline, takistades või vahendades informatsiooni taime omaduste kohta või temas sisalduvad sekundaarsed ühendid. Paksu vahakihiga kaetud taimedel raiskab liblikas sobiva munemiskoha otsingul rohkem aega ning munemiseks vajalik ajalimiit kahaneb, vaha võib kinnituda lehel ringiliikuva putuka jalgade külge, raskendades liikumist. Meie katses olid just kaalikalehed kapsastega võrreldes märgatavalt õhema vahakihiga.   hest küljest võis

see hõlbustada liblikal informatsiooni saamist lehtede keemilise koostise kohta, kuid kindlasti sisaldas kaalikas ka selliseid lõhnakomponente, mis meelitasid kapsaöölase munema. Kuigi kapsaöölane on ööliblikas, valib ta munemiseks tumedama rohelise värvitooniga taimi (Myers, 1985). Meie katses vastasid sellele tingimusele kõige enam kaalikalehed. Värvusfaktor oli taimede valikul oluline suur- (*Pieris brassicae*) ja väikekapsaliblika (*P. rapae*) valmikutele, sest punasele peakapsale need liigid ei munenud (Radcliff, Chapman, 1966). Järeldati, et need putukaliigid kas ei näe punast värvi või maskeerivad selles taimeliigis esinevad antotsüaanid putukale sobivaid lõhnu. Meie katsest selgus, et kapsaöölane munes nii punasele kui valgele peakapsale enam-vähem võrdselt. Sellest järeldub, et kapsaöölane ööliblikana lähtub peremeestaime valikul mitte niivõrd taime värvusest kui just tema lõhnadest ning antotsüaanid ei muuda kapsaöölase valikute tegemiseks olulisi punase peakapsa lõhnu.

## Järeldused

Kuna kapsaöölane munes kõige rohkem kaalikale, siis edaspidi tuleks selgitada, kas seda taimeliiki oleks võimalik kasutada lõksu- e. püüniskultuurina kapsaöölase kahjustuste vähendamiseks teistel köögiviljakultuuridel, eriti neil liikidel, kus rikutakse saak. Need köögiviljakasvatajad, kelle aias on kapsaöölase püsipopulatsioon, võiksid saagi saamiseks teha suurema panuse varajasele peakapsale, lillkapsale ning kähharpeakapsale.

## Tänuavaldused

Uurimistööd on toetanud Eesti Teadusfondi grantid nr 7130 ja 8895 ning SF 0170057s09

## Kasutatud kirjandus

- Chew, F.S. 1998. Searching for defensive chemistry in *Cruciferae* with their potential herbivores and symbionts? – In: K.C. Spencer (ed), *Chemical Mediation of Coevolution*. Academic Press, San Diego, 81–112.
- Eigenbrode, S.D., Pillai, S.K. 1998. Neonate *Plutella xylostella* responses to surfaces wax components of a resistant cabbage (*Brassica oleracea*). – *J. Chem. Ecol.*, **24**, 10, 1611–1628.
- Luik, A. 1997. *Taimed putukate mõjustajatenä, AS Tartumaa, Tartu*, 87 lk.
- Metspalu, L., Jõgar, K., Hiiesaar, K., Grishakova, M. 2004. Food plant preference of the cabbage moth (*Mamestra brassicae* L.). – *Latv. J. Agron.* 7, 15–19.
- Myers, J.H. 1985. Effect of physiological condition of the host plant on the ovipositional choice of the cabbage white butterfly, *Pieris rapae*. – *J. Anim. Ecol.*, **54**, 193–204.
- Radcliffe, E.B., Chapman, R.K. 1966. Varietal resistance to insect attack in various cruciferous crops. – *J. Econ. Entomol.*, **59**, 120–125.
- Rojas, J.C., Wyatt, T.D. 1999. The role of pre- and post-imaginal experience in the host finding behaviour of the cabbage moth. – *Physiol. Entomol.*, **24**, 83–89
- Schoonhoven, L.M., van Loon, J.J.A. 2002. An inventory of taste in larvae: each species its own key. – *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.*, **48**, 215–263.
- Skou, P. 1991. *The Hermidiidae and Noctuidae of Denmark and Fennoscandinavia*. Stenstrup, Denmark. Apollo Books.
- Thomas, M.B. 1999. Ecological approaches and development of truly integrated pest management. – *Proc. Natl. Acad. Sci., USA* **96**, 5944–5951.
- Thompson, J.N., Pellymyr, O. 1991. Evolution of oviposition behaviour and host preference in lepidoptera. – *Ann. Rev. Entomol.* **36**, 65–89.
- Valdmaa, Ü. 2010. Vegetatsiooniperioodi ilmastik ja taimede areng. Põllumajandussektori 2009. aasta ülevaade, Põllumajandusministeerium, Tallinn, 90 lk.

## MEEMESILASE JA BIOFUNGITSIIDI PRESTOP MIX KASUTAMINE AEDMAASIKA HAHKHALLITUSE TÕRJES

Riin Muljar, Marika Mänd  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** Muljar, R., Mänd, M. 2011. Using honey bees to disseminate the biofungicide Prestop Mix to strawberries for *Botrytis cinerea* control. – *Agronomy 2010/2011*, 183–186.

The study was conducted in 2010 in five experimental areas of Tartu County. Honey bee hives were placed at the edge of strawberry fields at first bloom; each hive had a special dispenser attached containing the biofungicide Prestop Mix, which is a preparation of the parasitic fungus *Gliocladium catenulatum*. As the bees exited the hive through the dispenser, they were dusted with the Prestop Mix preparation and carried it to the strawberry field. Two treatments were established: 1) a bee-excluded untreated check (covered with exclusion cages), and 2) a bee-delivered Prestop Mix treatment. We compared the bee-disseminated treatment with the untreated check by counting the healthy and *Botrytis*-infected berries; we also compared strawberry varieties. Our results show that treating the strawberry plants with the bee-dispersed Prestop Mix reduced the proportion of infected berries over 10% compared to the check. We also found that the efficiency of the treatment depended somewhat on the strawberry variety, being slightly more efficient in case of variety 'Sonata' compared to 'Polka'.

**Keywords:** biological control, *Botrytis cinerea*, honeybee, Prestop Mix, strawberry

**Riin Muljar, Marika Mänd**, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1a Kreutzwaldi St., 51014 Tartu, Estonia

### Sissejuhatus

Põllumajanduse intensiivistumine ja üha laienev agrokemikaalide kasutamine on tinginud maasikal hahkhallitust põhjustava seene *Botrytis cinerea* muutumise resistentseks paljude keemiliste fungitsiidide suhtes, lisaks on probleemiks pestitsiidijääkide kogunemine maasikatesse ja ümbritsevasse keskkonda (Dianez et al., 2002). See on loonud vajaduse loodussõbralikumate taimekaitsevahendite ja –meetodite järele.

Alternatiivina keemilisele tõrjele on hahkhallituse tõrjes võimalik kasutada erinevaid biopreparaate, mis sisaldavad haigustekitajatele antagonistlikke seeneliike (Sutton, 1995). Prestop Mix on biofungitsiid, mis sisaldab mullas looduslikult leiduva seene *Gliocladium catenulatum* eoseid ning seda on lubatud kasutada ka mahepõllumajanduses. *Gliocladium catenulatum* pärsib hahkhallitust põhjustava seene *Botrytis cinerea* arengut toimides kui parasiit ja konkurent, kuid ei tooda antibiootilisi aineid ([www.verdera.fi](http://www.verdera.fi)).

Lisaks mehhaanilisele pihustamisele on võimalik erinevaid biotõrje agente taimele viia ka mesilaselaadsete putukate abil (Yu, Sutton, 1997; Kovach et al., 2000). Pritsimisel tuleb taimi õitsemise ajal preparaadiga töödelda ülepäeviti, mis suurendab oluliselt kulutusi ning võib ka taimistut mehhaaniliselt kahjustada. Kasutades taimekaitsevahendite laalikandjatena meemesilasi on võimalik säästa nii keskkonda kui ka vähendada kulutusi, kuna otsides nektarit ja õietolmu viivad mesilased oma

kehakarvade ja jalgade külge jäänud preparaadi ainult taimeõitele, tänu millele väheneb preparaadi kulu ning taimede lehed, varred ja mullapind jäävad puhtaks. Lisaks saavad taimed tolmeldatud ning paraneb nende saagikus ja selle kvaliteet.

Meemesilasi on maasika hahkhallituse tõrjes erinevate preparaatide laialikandjatena edukalt kasutatud juba aastkümneid (Peng et al., 1992; Shafir et al., 2006), samas puuduvad analoogsed uuringud meie kohalikes tingimustes, kus maastik on heterogeensem ja esineb palju maasikaga samaaegselt õitsevaid taimi, mis võivad mesilased eemale meelitada.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida kui efektiivne on meemesilase ja biofungitsiidi Prestop Mix kasutamine hahkhallituse tõrjes aedmaasika tootmises Eesti tingimustes. Kuna tegu on esimese aasta katsetulemustega, siis üldisemate järelduste tegemiseks on katset kindlasti plaanis järgmisel aastal jätkata.

## **Materjal ja meetodika**

Põldkatse viidi läbi 2010.a. suvel kahes piirkonnas Tartumaal: Nõos ja Vasulas, kokku viiel katsealal. Nõos oli kolm katseala maasikasordiga 'Sonata', iga katseala oli neljas korduses, kokku 12 kordust. Vasulas oli üks katseala sordiga 'Polka' ja teine ala sordiga 'Sonata', kumbki neljas korduses.

Katsealade äärde paigutati mesilastarud (2 taru/ha). Maasika õitsemise ajaks paigaldati iga taru lennuava ette spetsiaalne kastike e. dispenser, millesse lisati kahe nädala jooksul igal hommikul 5 g Prestop Mix preparaadi pulbrit, mesilased väljusid tarust läbi pulbri ning kandsid oma jalgade ja kehakarvade külge jäänud hahkhallitust tõrjuva seene *Gliocladium catenulatum* eosed maasika õitele.

Katsevariante oli nii Nõos kui Vasulas kaks: kontrollvariandi katselappidel hahkhallituse tõrje puudus ja lapid kaeti isolaatoritega. Isolaatori võrk on piisavalt tihe takistamaks mesilastel maasikaõitele maandumast, samas laseb see läbi piisavalt õhku ja päikesekiirgust ning seega ei soodusta hahkhallituse arengut võrgu all. Teistele katselappidele oli mesilastel vaba ligipääs kandmaks maasikataimedele Prestop Mix pulbrit. Katselapid paiknesid 200m kaugusel tarudest, ühe katselapi suurus oli 1x1 m ja hõlmas 6 maasikataime. Keemiline tõrje antud katsealadel puudus.

Hindamaks maasikaõite küllastatavust mesilaste poolt, loendati maasika õitsemisperioodi jooksul kaks korda nädalas ära igal katselapil olevad mesilased, loendamine toimus mesilaste aktiivsuserioodil (kell 11.00 – 15.00), kolm korda päevas. Mesilaste arvukus kalkuleeriti kolme loenduse keskmisena ühel katselapil loenduspäeva kohta. Maasikaviljade korjamine katselappidelt toimus ülepäeviti. Korjates jagati viljad kaheks: realiseeritavad ja hahkhallitusse nakatunud. Võrreldi mesilaste poolt Prestopiga Mix-ga töödeldud ja töötlemata e. kontrollvariandi maasikate nakatumist hahkhallitusse: hinnati tervete ja haigestunud marjade osakaalu (%) saagis, võrreldi maasikasortide 'Sonata' ja 'Polka' haigestumist hahkhallitusse.

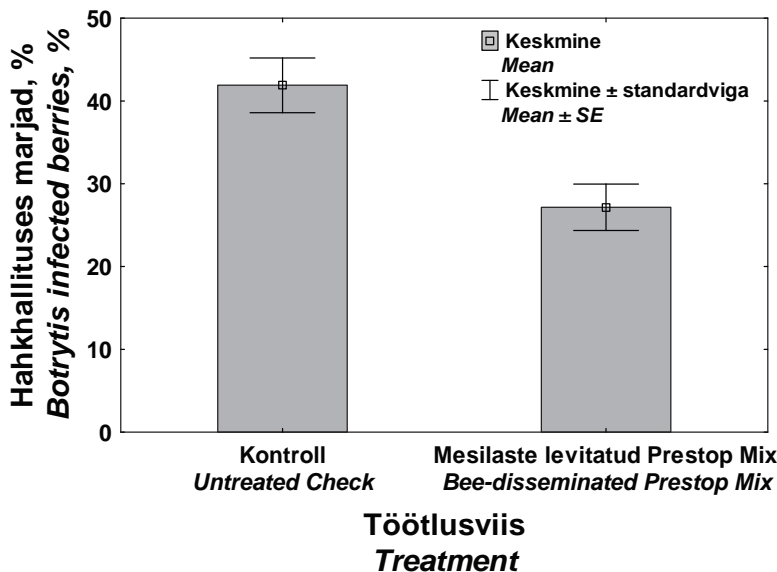
Andmete statistilisel töötlemisel kasutati programmi STATISTICA 9, katseandmeid analüüsiti ühe – ja mitmefaktorilise dispersioonanalüüsiga.

## **Tulemused ja arutelu**

Töö tulemuste analüüs näitas, et isolaatorite all olnud kontrollvariandi maasikataimedel oli hahkhallitusse nakatunud marjade protsent statistiliselt oluliselt



kõrgem kui mesilaste levitatud Prestop Mix-ga töödeldud katselappidel (ANOVA,  $F_{1;198} = 11,52$ ;  $p < 0,001$ ) (joonis 1). Taimede töötlemine Prestop Mix-ga suutis haigestumist vähendada rohkem kui 10% võrra. Tõrje puudumisel e. kontrollvariandis ulatus nakatunud marjade osakaal üle 40%, st. tänu hahkhallitusele hävis ligi pool maasikasaagist. Sarnase tulemuseni on jõudnud ka Kovach et al. (2000) ja Shafir et al. (2006), kes kasutasid hahkhallituse tõrjes mesilaste levitatud seent *Trichoderma harzianum*, mis vähendas oluliselt nakatunud marjade hulka, osutudes sama efektiivseks kui pritsimine keemiliste fungitsiididega. Peng et al. (1992) kasutasid maasikaistandikes hahkhallituse tõrjeks mesilaste levitatud seent *Gliocladium roseum*, leides et antud meetod on isegi efektiivsem kui sama seene preparaadiga mehhaaniline pritsimine. Yu ja Sutton (1997) kasutasid hahkhallituse tõrjeks vaarikal samuti seent *Gliocladium roseum*, mille taimeõitele kandmiseks rakendati edukalt nii meemesilasi kui ka kimalasi.



**Joonis 1.** Aedmaasika hahkhallitusse nakatunud marjade osakaal (%) mesilaste laalikantud Prestop Mix-ga töödeldud ja töötlemata katselappidel

**Figure 1.** The proportion (%) of *Botrytis*-infected strawberries in the bee-delivered Prestop Mix treatment and in the untreated check

Tõrje efektiivsuse võrdlemisel leidsime mõningase erinevuse ka maasikasortide vahel, see ei olnud küll statistiliselt oluline, kuid siiski märgatav: sort `Polka` puhul vähenes maasikate haigestumine Prestop Mix-ga töötlemise tagajärjel üle 10%, veelgi efektiivsem oli tõrje aga `Sonata` puhul, kus haigestunud maasikate osakaal vähenes ligi 25% võrra ( $F_{1,76} = 3,46$ ;  $p = 0,067$ ; mitmefaktoriline ANOVA, lisafaktoriks töötlusviis). Seletada võib seda osaliselt sellega, et `Sonata` taimedelt leidsime ka mõnevõrra rohkem mesilasi ( $1,1 \pm 0,2$  mesilast) võrreldes `Polka`ga ( $0,95 \pm 0,2$  mesilast). On teada, et eri maasika sordid on mesilastele erineva atraktiivsusega (Bagnara, Vincent, 1988). Seega võis `Sonata` mingil põhjusel osutada meemesilastele mõnevõrra atraktiivsemaks kui `Polka` ja seepärast viisid mesilased sinna ka rohkem



Prestop Mix preparaati, põhjustades marjade väiksema nakatumise hahkhallitusse. Samas ei ole leitud ühtegi kindlat parameetrit (näiteks suhkrusisaldus õienektaris), mis määraks kindlaks ühe maasikasordi eelistatavuse teise ees (Grünfeld et al., 1989).

Võrreldes sordi `Sonata` haigestumist hahkhallitusse katsepiirkonniti, me olulist erinevust Nõo ja Vasula hahkhallitusse nakatunud marjade osakaalus ei leidnud (ANOVA,  $F_{1;156} = 0,86$ ;  $p = 0,355$ ).

## Järeldused

Käesoleva uurimustöö tulemused näitavad, et meemesilasi ja Prestop Mix-i kasutatav hahkhallituse biotõrje toimib ka Eesti maasikaistandikes ning et tõrje edukus võib mõnevõrra sõltuda maasikasordi atraktiivsusest mesilastele. Silmas tuleb pidada et tegu on ainult ühe aasta tulemustega, seega ei saa veel üldisemaid järeldusi teha. Oluline on katseid jätkata läbi mitme aasta, kuna ilmastikutingimused on erinevad ning see võib mõjutada hahkhallituse levikut ja mesilaste käitumist.

Antud biotõrje meetod oleks kindlasti heaks võimaluseks nii Eesti integreeritud – kui mahetootmisega tegelevatele tootjatele, et saavutada maasikaistandikes efektiivne kontroll hahkhallituse üle loodust säästval moel ja ilma agrokemikaale kasutamata.

## Tänuavaldused

Uurimistööd rahastas Põllumajandusministeerium, ETF grant 7391 ja sihtfinantseerimisteema sf0170057s09. Uuringud viidi läbi koostöös AS Baltic Agro ja Verdera Oy'ga. Autorid tänavad maasikakasvatajaid Valdis Kaskema'd Maarjakase talust ja Imbi Rohejärve Vasula Aed TÜ-st ning mesinik Jaanus Tulli.

## Kasutatud kirjandus

- Bagnara, D., Vincent, C. 1988. Role of insect pollination and plant genotype in strawberry fruit set and fertility. - *J. Horticult. Sci.* **63**, 69–75.
- Dianez, F., Santos, M., Blanco, R., Tello, J.C. 2002. Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry crops in Huelva (southwestern Spain). - *Phytoparasitica*, **30**, 529–534.
- Grünfeld, E., Vincent, C., Bagnara, D. 1989. Chemical analysis of nectar and pollen of strawberry flowers by HPLC. - *J. Agric. Food Chem.* **37**, 290–294.
- Kovach, J., Petzoldt, R., Harman, G.E. 2000. Use of honeybees and bumblebees to disseminate *T. harzianum* 295-22 to strawberries for *Botrytis* control. - *Biol. Control*, **18**, 235–242.
- Peng, G., Sutton, J.C., Kevan, P.G. 1992. Effectiveness of honey bees for applying the biocontrol agent *Gliocladium roseum* to strawberry flowers to suppress *Botrytis cinerea*. - *Can. J. Plant Pathol.* **14**, 117–129.
- Shafir, S., Dag, A., Bilu, A., Abu-Toamy, M., Elad, Y. 2006. Honeybee dispersal of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* T39: effectiveness in suppressing *Botrytis cinerea* on strawberry under field conditions. - *European Journal of Plant Pathology*, **116**, 119–128.
- Sutton, J.C. 1995. Evaluation of micro-organisms for biocontrol: *Botrytis cinerea* and strawberry, a case study. - *Advances in Plant Pathology*, **11**, 173–190.
- Yu, H., Sutton, J.C. 1997. Effectiveness of bumblebees and honeybees for delivering inoculums of *Gliocladium roseum* to raspberry flowers to control *Botrytis cinerea*. - *Biol. Control*, **10**, 113–122.

## LÄMMASTIK- JA ALTERNATIIVVÄETISTE MÕJU KÕRRELISTE HELELAIKSUSE OHTRUSELE NISUL

**Krista Nurk, Eve Runno-Paurson, Merje Toome, Alar Astover**  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** Nurk, K., Runno-Paurson, E., Toome, M., Astover, A. 2011. The impact of nitrogen and alternative fertilizers on the leaf blotch severity on spring wheat – *Agronomy 2010/2011*, 187–192.

Nowadays mineral fertilizers are the most commonly used to add essential nutrients to the soil for promoting the growth of cereals and achieving high yields in spring wheat. Although the impact of such mineral fertilizers on cereal diseases is widely studied, there is little knowledge about the effect of using organic and alternative fertilizers. Therefore the aim of this study was to detect the impact of mineral, organic and alternative fertilizers on the occurrence of leaf blotch (*Septoria nodorum*, *Septoria tritici*). The plant diseases were assessed on wheat plants of variety 'Vinjett' in Eerika IOSDV experimental field in summer 2009. The results showed that wheat plants with low nitrogen fertilization had more leaf blotch than plants with higher nitrogen fertilization. Organic and mineral nitrogen applied together decreased the disease severity in general; the control and plants with higher fertilizer load were the least infected. The impact of different alternative fertilizers was found to be not significant, however, the plants were less infected compared to mineral fertilization. According to the results of the present study, greater use of organic and alternative fertilizers could be recommended to promote plant growth and health.

**Keywords:** disease severity, fertilizers, leaf blotch, spring wheat

**Krista Nurk, Eve Runno-Paurson, Merje Toome, Alar Astover.** Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1 Tartu 51014 Estonia

### Sissejuhatus

Teraviljade kasvupind Eestis suureneb aasta-aastalt, olles viimase viie aasta jooksul tõusnud enam kui 55 000 hektari võrra (Statistikaamet, 2010). Kuna väetamine suurendab oluliselt saaki, rikastades muldi taimede kasvuks vajalike toitainetega, on ka teraviljakasvatuses üheks määravaks teguriks mineraalväetiste lisamine (Roostalu, 2005). Siiski tuleks väetada vastavalt vajadusele, kasutada alternatiive mineraalväetistele ja arvestada asukoha iseärasusi, et vältida liigväetamist, mis on kahjulik nii taimedele kui ka keskkonnale (Kuldkepp, 1996).

Lisaks taimedelt saadavale saagile võib väetiste kasutamine oluliselt mõjutada ka taimede tervist. Väetiste ebaõige kasutamine võib tekitada taimedel mitmeid abiootilisi haiguseid, kuid on tõestatud ka, et toitainete lisamine mulda, mõjutab taimede vastupidavust mitmetele haigustekitajatele. Viimasel kümnendil on Eestis kõige enam levinud ja majandulikult tähtsaimad teraviljahaigused lehelaiksused ja kõrreliste jahukaste, mis vajavad keemilist tõrjet (Sooväli et al., 2007). Kõrreliste helelaiksus nisul (*Septoria nodorum*, *Septoria tritici*) on neist üks suurimaid saagikahjustajaid, mille poolt põhjustatud laigud avalduvad nii lehtedel, lehetuppedel, kõrtel,

kõrresõlmedel, peadel kui ka sökaldel. Helelaiksusele soodsal aastal võib vastuvõtliku sordi saagikadu olla kuni 40% (Lõiveke, 1995).

Kirjandusest võib leida, et lämmastikväetiste lisamine soodustab helelaiksuse tekitaja (*Septoria tritici*) arengut soodsates tingimustes (Simon et al., 2003, Lõiveke, 2006), ning on suuresti mõjutatud konkreetsest sordist, kasvuaasta ilmastikust ja agronoomilistest tingimustest. Erinevate alternatiivväetiste ja ka sõnnikuga väetamise mõjust taimede haigustundlikkusele on aga väga vähe andmeid. Seetõttu oligi käesoleva katse eesmärgiks hinnata suvinisu haigestumise intensiivsust kõrreliste helelaiksusesse sõltuvalt erinevate väetiste kasutamisest.

## **Materjal ja meetodika**

Uurimustöö põhineb pikaajalise kolmeväljalise (kartul – suvinisu – oder) külvikorraga IOSDV (Internationale Organische Stickstoff Dauerdüngungs Versuche) põldkatse 2009. aasta andmetel. Katsepõld asub Tartu lähedal Eerikal kahkjäl ehk näivleetunud madala huumusesisaldusega liivsavimullal. Katse on rajatud kolmes korduses, 50 m<sup>2</sup> suuruste katselappidena. Esimeses katsevariandis kasutati ainult mineraalväetisena ammooniumsalpeetrit, lämmastiku (tegevaine) normiga 0, 40, 80, 120, ja 160 kg ha<sup>-1</sup>, mis viidi mulda külvieelse kultiveerimisega 22. aprillil. Teises katsevariandis kasutati mineraalväetist analoogsete normidega taheda veisesõnniku esimese aasta järeilmõju foonil (antud külvikorras kartulile 40 t ha<sup>-1</sup>). Alternatiivväetiste katsevariantideks oli metaankääritatud sealäga tahke separaati (MKL) normide 10, 15, ja 20 t ha<sup>-1</sup> esimese aasta järeilmõju ning AS Estonian Cell tootmise käigus tekkiva haava puitmassi jääkmuda (Ecm) normiga 40 t ha<sup>-1</sup>. Katses kasutatud suvinisu sorti 'Vinjett' reageerib hästi väetistele ja on väga hea vastupidavusega jahukastele ning keskmise vastupidavusega pruunrooste (Jõgeva Sordiaretuse Instituut, 2010). Suvinisu seeme külvati 24. aprillil külvisenormiga 235 kg ha<sup>-1</sup> ja teravili tõukas 10 päevaga. Suvinisul oli kasvuperiood 123 päeva ning saak koristati 24. augustil.

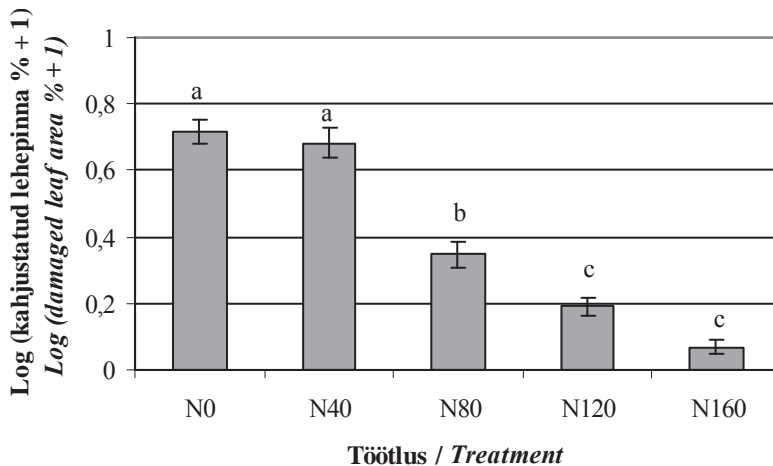
Taimehaiguseid hinnati 26. juunil, kui taimed olid jõudnud pea loomise keskaajaga kasvustaadiumisse (GS 55). Nisutaimed olid nakatunud ainult helelaiksusesse ja muude haiguste esinemist ei täheldatud. Helelaiksuse ohtrust hinnati kõigil erinevatel töötlustel kolmes korduses kümnel taimel alt teisel ja kolmandal lehel. Selleks määrati visuaalse määramise teel haigussümptomitega kaetud lehepind protsentides vaadeldava lehe kogupinnast.

2009. aasta kevad oli põuane, seetõttu oli mullas vähe niiskust. Juunikuu oli kõige jahedam ja sademeterikkam kuu, seega soodustas ilm seenhaiguste arengut. Juulikuus oli juba oluliselt vähem sademeid (54,6 mm) ning keskmine õhutemperatuur (16,9 °C) oli kõrgem kui juunis. Augusti lõpu poole suurenes sademete hulk (89,2 mm) ning õhutemperatuur langes (15,4 °C). Vili sai keskmiselt varem koristusküpseks, kuna kevadel sai varem külvata. Sellised ilmad soodustasid suvivilja saake.

Katsevariantide mõju välja selgitamiseks kasutati dispersioonanalüüsi ja andmekogumike jääkide normaalsuse tagamiseks transformeeriti neid valemi  $\log(\text{haiguse } \% + 1)$  alusel. Erinevate töötluste tasemete vaheliste erinevuste leidmiseks kasutati Tukey HSD post-hoc testi ning olulisusnivooks seati 0,05. Andmetöötlus viidi läbi programmi STATISTICA 8 (StatSoft Inc. USA) abil.

## Tulemused ja arutelu

Mineraalse lämmastiku kasutamine mõjutas oluliselt helelaiksuse esinemist nisutaimedel ( $p < 0,05$ ). Helelaiksuse nakkus oli suurim töötlustes N0 ja N40, mis olid omavahel sarnased (nende erinevuse kohta  $p > 0,05$ ). Töötlus N80 oli keskmiselt nakatunud ning N120 ja N160 taimedel oli kõige vähem kahjustusi. Kuigi N120 oli veidi rohkem nakatunud kui N160, puudus nende vahel statistiliselt oluline erinevus ( $p > 0,05$ ) (joonis 1). Need tulemused näitavad, et lämmastikväetiste lisamine suurendab nisutaimede vastupanuvõimet helelaiksuse tekitajale. Sarnaseid tendentse on leitud ka varem (Simon et al., 2002), kuid täheldatud on ka, et lämmastiku mõju võib varieeruda sõltuvalt ilmastikutingimustest, mulla tüübist, andmisajast ja kogusest (Hayden et al., 1994; Simon et al., 2002; 2003). Käesoleva katse muld on madala huumuse- ja lämmastikusisaldusega (Teesalu et al., 2006), mistõttu väetisi kasutamata ei piisa mullast vabanevatest toitainetest, et tagada nisutaimede normaalne kasv ning vastupanuvõime helelaiksusele.



**Joonis 1.** Logaritmi-transformeeritud keskmine helelaiksuse poolt kahjustatud lehepinna protsent mineraalse lämmastikuga töödeldud suvinisul 2009. aasta juunikuus. Vearibad tähistavad standardvigu ning tähed näitavad statistiliselt olulist erinevust tulpade vahel (Tukey test,  $p < 0,05$ )

**Figure 1.** Logarithm-transformed average leaf percent infected with leaf blotch in mineral fertilization of wheat plants in June 2009. Error bars present standard error and letters indicate statistically significant differences between the bars (Tukey test,  $p < 0,05$ )

Sõnniku järelmõju ja mineraalse lämmastikuga väetamise koosmõju vähendas helelaiksuse esinemist võrreldes ainult mineraalse väetamisega ( $p < 0,05$ ). Kõige enam olid nakatunud väetustaseme N40 + s ("s" tähistab eelmisel aastal sõnnikut saanud varianti) taimed, millele sarnanes ka töötlus N80 + s (nende erinevuse kohta  $p > 0,05$ ). Kõrgematel väetustasemetel ja kontrollvariandis helelaiksuse arvukus taas langes, kusjuures N160 + s taimedel oli väga vähe haigussümptomeid. Statistilist erinevust ei olnud tasemete N0 + s ja N120 + s vahel, N160 + s töötlus oli sarnane vaid N120 + s-ga ( $p > 0,05$ ) (Joonis 2). Vähenenud haiguse esinemine sõnnikuga külvikorras võib olla

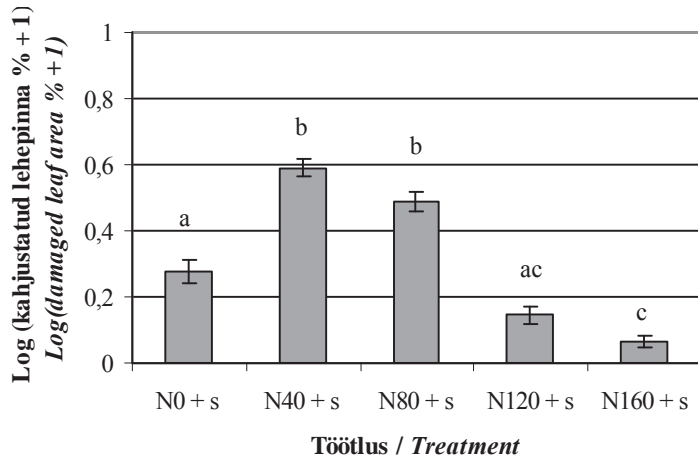
seotud tasakaalustatud toitainete kompleksiga sõnnikus, kuid kuna üldine taime nakatumus oli madal, siis vajab selle aspekti täpsem kirjeldamine kindlasti lisakatseid. Kuna orgaanilised väetised aitavad suurendada mineraalväetiste efektiivsust (Raudväli, 1996), olid ka terasaagid sõnniku lisamisel suuremad kui vaid lämmastikväetiste kasutamise korral (Tabel 1).

**Tabel 1.** Suviniisu saagikus 2009. aastal Eerikal IOSDV katsepõllul  
**Table 1.** The yield of spring wheat in 2009 in IOSDV field experiment

Orgaaniline väetis <i>Organic fertilizer</i>	Mineraalne N, kg ha <sup>-1</sup> <i>Mineral N, kg ha<sup>-1</sup></i>	Saak, t ha <sup>-1</sup> <i>Yield, t ha<sup>-1</sup></i>	
Ilma orgaanilise väetiseta <i>Without organic fertilizers</i>	0	2,1 <sup>a</sup>	
	40	3,19 <sup>ab</sup>	
	80	4,44 <sup>cde</sup>	
	120	5,19 <sup>defg</sup>	
	160	4,67 <sup>def</sup>	
Sõnniku 1.a. järelmõju (40 t ha <sup>-1</sup> ) <i>1st year after-effect of manure (40 t ha<sup>-1</sup>)</i>	0	2,84 <sup>ab</sup>	
	40	4,02 <sup>bcd</sup>	
	80	5,28 <sup>efg</sup>	
	120	6,08 <sup>g</sup>	
	160	5,82 <sup>fg</sup>	
Ilma orgaanilise väetiseta <i>Without organic fertilizers</i>	0	2,25 <sup>a</sup>	
	MKL 1.a. järelmõju (10 t ha <sup>-1</sup> ) <i>MKL 1st year after-effect (10 t ha<sup>-1</sup>)</i>	0	2,43 <sup>a</sup>
		0	3,14 <sup>ab</sup>
	MKL 1.a. järelmõju (15 t ha <sup>-1</sup> ) <i>MKL 1st year after-effect (15 t ha<sup>-1</sup>)</i>	0	3,26 <sup>abc</sup>
		0	4,03 <sup>bcd</sup>
	Ecm (40 t ha <sup>-1</sup> )	0	

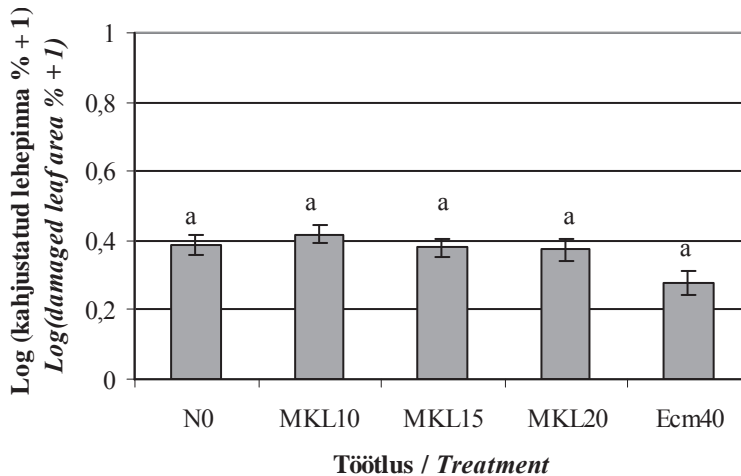
Erinevad tähed näitavad statistiliselt olulist erinevust katsevariantide vahel / *Different letters indicate statistically significant differences between the treatments* (Tukey test,  $p < 0,05$ ); MKL – metaankääritatud sealäga tahke separaat / *solid phase of biogas digestate from pig slurry*; Ecm – Estonian Celli haava puitmassi jääkmuda / *pulp sludge of aspen*

Erinevate alternatiivväetiste töötluste vahel puudus oluline erinevus nisu-helelaiksuse puhul ( $p > 0,05$ ) (Joonis 3). Üldiselt esines alternatiivväetiste kasutamisel helelaiksust suhteliselt vähe. Antud tulemustest võib järeldada, et alternatiivväetiste kasutamisel on suur potentsiaal teraviljakasvatases, kuna need suurendasid terasaaki (Tabel 1) oluliselt, kuigi nende erinevad annused ei mõjutanud oluliselt taimehaiguse esinemist. Lisaks taime kasvu ja arengut soodustavale mõjule on alternatiivväetiste kasutamine keskkonnasõbralik ning taastootlik, sest võimaldab taaskasutada erinevaid tööstuslikus töötlemises tekkinud jääke.



**Joonis 2.** Logaritmi-transformeeritud keskmine helelaiksuse poolt kahjustatud lehepinna protsent mineraalse lämmastiku ja sõnnikuga töödeldud suvinisul 2009. aasta juunikuus. Vearibad tähistavad standardvigu ning tähed näitavad statistiliselt olulist erinevust tulpade vahel (Tukey test,  $p < 0,05$ )

**Figure 2.** Logarithm-transformed average leaf percent infected with leaf blotch in case of mineral fertilization of wheat plants combined with manure treatment in June 2009. Error bars present standard error and letters indicate statistically significant differences between the bars (Tukey test,  $p < 0,05$ )



**Joonis 3.** Logaritmi-transformeeritud keskmine helelaiksuse poolt kahjustatud lehepinna protsent alternatiivvæetistega töödeldud suvinisul 2009. aasta juunikuus. Vearibad tähistavad standardvigu ning tähed näitavad statistiliselt olulist erinevust tulpade vahel (Tukey test,  $p < 0,05$ ) MKL – metaankääritatud sealäga tahke separaat; Ecm – Estonian Celli haava puitmassi jääkmuda

**Figure 3.** Logarithm-transformed average leaf percent infected with leaf blotch in the case of alternative fertilization of wheat plants in June 2009. Error bars present standard error and letters indicate statistically significant differences between the bars (Tukey test,  $p < 0,05$ ) MKL – solid phase of biogas digestate from pig slurry; Ecm – pulp sludge of aspen

## Kokkuvõte

2009.a katse tulemustest võib madala huumuse- ja lämmastikusisaldusega mulla kohta järeldada, et mineraalväetiste lisamine vähendab helelaiksuse esinemist. Orgaaniliste väetiste lisamine vähendab haiguse esinemist veelgi ja taimede haigestumise intensiivsus oli madal. Ka alternatiivväetiste kasutamisel oli haigusesse nakatumine madal, kuid puudus erinevus töötluste vahel. Kirjanduses puudub informatsioon katsete kohta, mis oleksid varem uurinud lämmastiku ja sõnniku koosmõju või alternatiivsete väetiste mõju taimehaiguse esinemisele ja seetõttu on oluline jätkata käesolevas töös alustatud uuringuid. Kuna loodussõbralikumate väetiste kasutamine suurendas ka teraviljasaake, on oluline uurida nende väetiste mõju taime tervislikule seisundile. Käesoleva katse põhjal võib tootjatele soovitada rohkem orgaaniliste ja alternatiivsete väetiste kasutamist, sest need on keskkonnasõbralikumad ning on paremad taime kasvule ja arengule.

## Kasutatud kirjandus

- Eesti Statistikaameti kodulehekül. Põllumajandus. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/13PELLUMAJANDUS/13PELLUMAJANDUS.asp>, (08.04.2010).
- Hayden, N. J., Jones, D. G., Gillison, L. J. 1994. The role of legume – fixed nitrogen and mixed cropping systems in the management of *Septoria tritici*. – *Septoria of Cereals*, 243-245.
- Jõgeva Sordiaretuse Instituudi kodulehekül. Sordid. <http://www.sordiaretus.ee/?pid=47&leftMenuItem=47&pageHeader=Sordid>, (28.01.2010).
- Kuldkepp, P. 1996. Taimetoiteelementide tähtsus ja ülesanded taimede elus. – *Rmt.: Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*. Tallinn, lk. 16–17.
- Lõiveke, H. 1995. *Taimekaitse käsiraamat*. Tallinn, 389 lk.
- Lõiveke, H. 2006. Külvitiheduse ja väetamise mõju kõrreliste hariliku juuremädaniku arengule. – *Agronoomia 2006*, lk. 202–207.
- Raudväli, E. 1996. Orgaaniliste väetiste tähtsus mullaviljakuse tõstmisel. – *Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*. Tallinn, lk. 107–108.
- Roostalu, H. 2005. Põllumajandus olgu efektiivne. – *Maamajandus* (1), 33–36.
- Simon, M. R., Cordo, C. A., Perello, A. E., Struik, P. C. 2003. Influence of Nitrogen Supply on the Susceptibility of Wheat to *Septoria tritici*. – *J. Phytopathology* **151**, 283–289.
- Simon, M. R., Perello, A. E., Cordo, C. A., Struik, P. C. 2002. Influence of *Septoria tritici* on yield, yield components, and test weight of wheat under two nitrogen fertilization conditions. – *Crop Science* **42**, 1974–1981.
- Sooväli, P., Runno-Paurson, E., Koppel, M. 2007. Vähendatud fungitsiidinormide kasutamine teraviljahaiguste tõrjel. – *Millest sõltub teravilja saagikus*. Jõgeva: OÜ Vali Press, lk 14–25.
- Teesalu, T.; Kuldkepp, P.; Toomsoo, A.; Laidvee, T. (2006). Content of organic carbon and total nitrogen in Stagnic Albeluvisols depending on fertilization. – *Archives of Agronomy and Soil Science*, **52**(2), 193–200.



## KAPSAKOI TOIDUTAIMEDE EELISTUSED

Angela Ploomi, Luule Metspalu, Katrin Jõgar, Irja Kivimägi, Egle Jakin  
Eesti Maaülikool

**Abstract.** Ploomi, A., Metspalu, L., Jõgar, K., Kivimägi, I., Jakin, E. 2011. Diamondback moth host plants preference. – *Agronomy 2010/2011*, 193–196.

*The oviposition preference of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) was investigated on six cruciferous host plant cultivars and varieties under field conditions. Significantly more eggs were laid on Swedish turnip. Fewer pests were found on curly kale, cauliflower, red and white cabbages (early and late varieties). Knowledge about diamondback moth cultivars and oviposition preferences for varieties is valuable for farmers and researchers in implementing sustainable plant protection strategies, e.g. push-pull strategy.*

**Keywords:** diamondback moth, host plants, *Plutella xylostella*, preference

Angela Ploomi, Luule Metspalu, Katrin Jõgar, Irja Kivimägi, Egle Jakin, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi St., 51014 Tartu, Estonia, e-mail: angela.ploomi@emu.ee

### Sissejuhatus

Kapsakoi (*Plutella xylostella* L.) on oluline ning raskesti tõrjutav ristõieliste kultuuride kahjur. Sooja kliimaga aladel annab ta aastas kuni kümme, Eestis vaid kaks põlvkonda. Esimene põlvkond ilmub juunis, teine põlvkond juuli teisel poolel. Eriti sooja suve korral võib esineda ka kolmas põlvkond, mis aga oma arengut lõpetada ei jõua (Metspalu, Hiisaar, 2002). Teada on, et karmima kliimaga maades kapsakoi ei talvitu, kuid migratsioonide tõttu levib kõikjale, kus kasvatatakse kapsast. Andmed kapsakoi talvitumise kohta Eestis on vastakad ning täpselt polegi teada, kas kevadel ilmuvad isendid on meil talvitunud või kevadel sisserännanud (Metspalu et al., 2007). Kapsakoi on oligofaag, kes kahjustab enam kui 40 ristõieliste (*Cruciferae e. Brassicaceae*) sugukonda kuuluvat taimeliiki (Thorsteinson, 1953; Talekar, Shelton, 1993). Kapsakoi valmikutel on toidutaimede valikul määrav osa, kuna vastsete liikuvus ja energiereservid esimestes kasvujärkudes on väga piiratud. Sinepiõlid ja nende laguproduktid on esmatahtsad kapsakoi munemiskohtade valikul (Talekar, Shelton, 1993; Renwick, Chew, 1994). Vähetähtsad pole ka lehepinna struktuur, keemiline koostis ning vahasus. Nii munemiskohtade valikuid kui ka vastsete arengut mõjutavad ilmastikutingimused, peremeestaimede olemasolu ja selle kvaliteet. Kapsakoi toidutaimede (liikide ja sortide) eelistuste tundmine võimaldaks kõögiviljakasvatajatel teha sobivaid valikuid. Antud töö eesmärgiks oli selgitada kapsakoi arvukus ning dünaamika kuuel erineval ristõielisel kõögiviljakultuuril.

### Materjal ja meetodika

Katse viidi läbi 2009. aastal Eesti Maaülikooli Tartu Raja tänava katseaias. Katses oli kuus varianti ja kolm kordust, kokku 18 katselappi. Katsetaimed istutati 14. mail 2 x 2m<sup>2</sup> katselappidele, igale katselapile 9 taime, taimede vahekaugus lapil oli 70 cm.

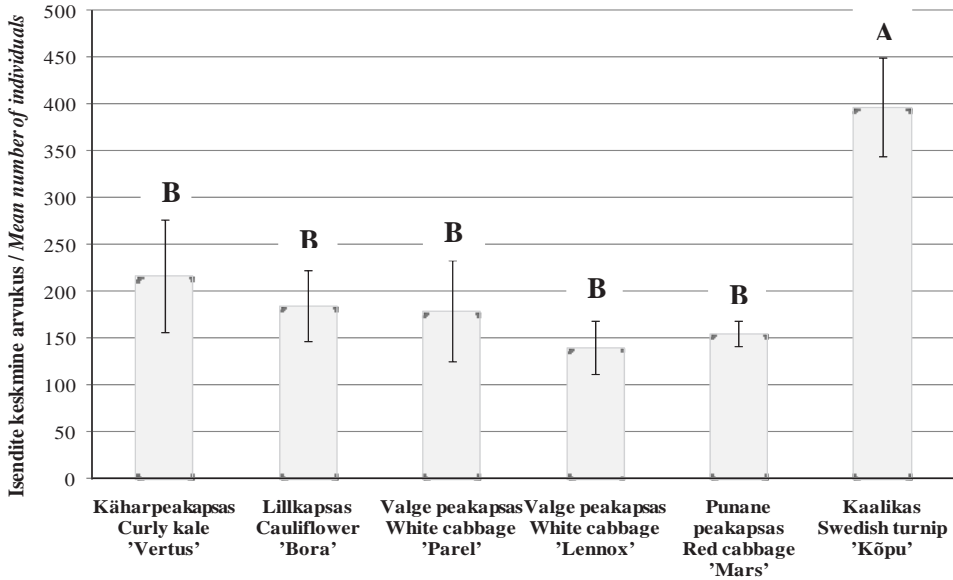
Katselapid olid ümbritsetud 1 m laiuste vahe ribadega, millel kasvatati vahekultuurina punast peeti (*Beta vulgaris* L.). Katse rajamisel ja taimede kasvuperioodil taimi ei väetatud. Katsevariandid – kähärpeakapsas (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* var. *sabauda* L.), sort 'Vertus'; lillkapsas (*B. oleracea* L. var. *botrytis* L.), sort 'Bora'; valge peakapsa (*B. oleracea* L. var. *capitata* L. f. *alba*) varane sort 'Parel' ja hiline sort 'Lennox'; punane peakapsas (*B. oleracea* L. var. *capitata* L. f. *rubra* (L.), sort 'Mars'; kaalikas (*B. napus* L. var. *napobrassica* (L.) Rchb.), sort 'Kõpu'. Kahjurputukate loendus toimus kord nädalas ühel ja samal päeval ning kellaajal. Loendamistega alustati 25. juunil ning viimane loendus toimus 8. septembril. Iga kord loendati ja pandi kirja katsetaimedelt leitud kahjurid, kes seejärel hävitati korduvlugemiste vältimiseks. Katseandmed töödeldi STATISTICA 9,0 programmis (ANOVA, Tukey test). Statistiliselt usaldusväärsed erinevused on joonisel 1. tähistatud erinevate tähtedega. Kui statistiliselt usaldusväärne erinevus variantide vahel puudus, tähistati variandid ühesuguste tähtedega. Joonistel on esitatud keskmised koos standardveaga.

## **Tulemused ja arutelu**

*Kapsakoi jaotumus erinevate kultuuride lõikes.* Katsetulemuste analüüs näitas, et kapsakoi arvukus oli vaatlusperioodi jooksul suhteliselt kõrge ning taime liik oli kahjurile oluliseks faktoriks (ANOVA;  $F_{5;12} = 4,53$ ;  $p = 0,015$ ). Variantide omavahelisest võrdlusest selgus, et kapsakoi eelistas kõikide teiste katsevariantidega võrreldes usaldusväärset enam kaalikat (Tukey test;  $p < 0,05$ ; joonis"1). Kõikidelt teistelt taimeliikidelt loendatud kapsakoi arvukuse omavahelisel võrdlusel statistiliselt usaldusväärsed erinevused puudusid ( $p > 0,05$ ).

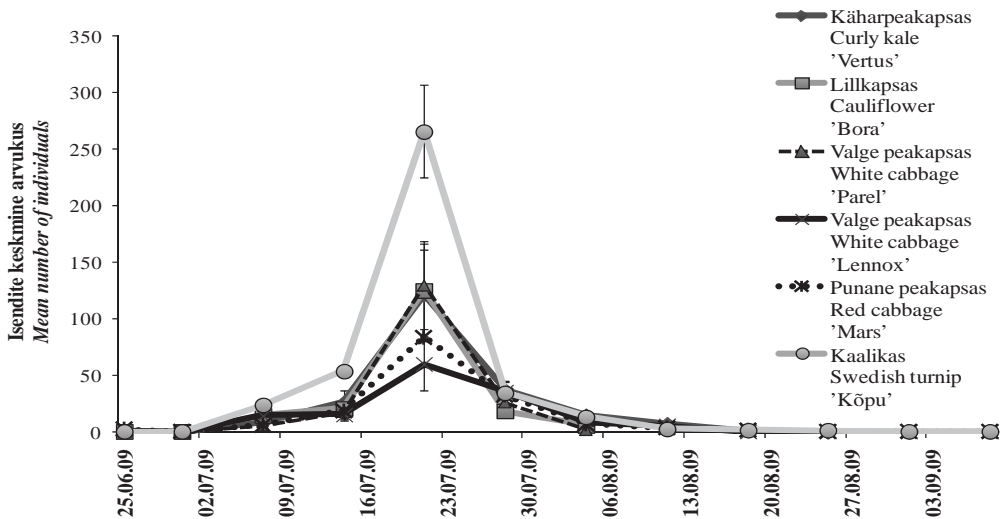
*Kapsakoi arvukuse dünaamika erinevatel kultuuridel.* Esimesel (25. juuni) ja teisel (30. juuni) vaatluspäeval ei esinenud antud kahjurit üheski katsevariandis (joonis 2), alates kolmandast vaatlusajast (07. juuli) oli kapsakoi ilmunud katsetaimedele ning teda esines vähesel määral kõikides variantides. Järgmine vaatlus (14. juuli) näitas, et kapsakoi arvukus oli tõusutrendil. Sellel vaatlusel eristus kõrgema kapsakoi arvukuse poolest kaalikas, teistes katsevariantides oli arvukus enam-vähem ühesugusel tasemel. Kõige enam esines kapsakoid kaalikal 21. juulil, mil korduste keskmine arvukus oli 265 isendit. Järgnesid enam-vähem sarnase keskmise kapsakoi arvukusega lillkapsas, valge peakapsa varane sort ja kähärpeakapsas. Madalam oli keskmine arvukus valge peakapsa hilisel sordil. Peale seda hakkas arvukus langema, kadudes peaaegu täielikult 18ndaks augustiks.

Populatsioonidünaamika jälgimine kinnitas eeltoodut – kapsakoi meil ei talvitu. Vastasel juhul oleks kapsakoi olnud katsekultuuridel juba juunis. Kuna munast II kasvujärguni läheb paar nädalat, siis on loogiline, et ulatuslik sisseränne pidi toimuma juuni lõpus. Kuna kapsakoi muneb lehekoesse, kus toitub ka I kasvujärgu vastne, siis oli kapsakoid võimalik loendada alates II kasvujärgu vastetest. Kirjandusest on teada, et kapsakoile meeldib munedu kortsulise lehepinnaga taimedele (Gupta, Thorsteinson, 1960). Valikute tegemisel oluline tähtsus ka lehti katval vahal. Näiteks leidsid David ja Gardner (1962), et just vahakihi paksusel ja selle keemilisel koostisel on tähtis osa kapsakoi munemise mõjutamisel. Kuna kapsakoi ülekaalukaks eelistuseks oli kaalikas, võib järeldada et peamiseks mõjutajaks oli kaalikalehtede lõhn kui ka lehepinna struktuur, kusjuures üheks valikut soodustavaks teguriks võis olla just kaalikalehtede kortsuline pind.



**Joonis 1.** Kapsakoi (*Plutella xylostella*) keskmine arvukus erinevatel kultuuridel katseperioodi (2009) jooksul kokku. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ) on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA; Tukey test).

**Figure 1.** Number of individuals of diamondback moth (*Plutella xylostella*) on different cruciferous crops in 2009 (mean  $\pm$  SE). Means followed by the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ; ANOVA, Tukey test).



**Joonis 2.** Kapsakoi (*Plutella xylostella*) arvukuse dünaamika erinevatel kultuuridel katseperioodi jooksul.

**Figure 2.** Dynamics of diamondback moth (*Plutella xylostella*) on different cruciferous crops (mean  $\pm$  SE).

## Järeldused

Kapsakoi eelistas ülekaalukalt kaalikat. Vähem leiti kahjurit kähärpeakapsalt, lillkapsalt, valge peakapsa sortidelt ja punaselt peakapsalt. Võttes aluseks kirjanduses leiduvad andmed võib öelda, et kapsakoi peamiseks mõjutajaks olid nii kaalikalehtedes sisalduvad sinepiõlid kui ka lehepinna struktuur, kusjuures üheks valikut soodustavaks teguriks võis olla ka kaalikalehtede kortsuline pind.

Ristõieliste kultuuride kasvatajal tuleks esmajärjekorras kontrollida kaalikapõldu, sest sellel kultuuril suureneb kapsakoi arvukus kõige kiiremini. Vastalt tõrjekriteeriumile (ühel taimel 5 kapsakoid ja 25% taimedest on asustatud) teha tõrjet, soovitatavalt taimsete tõmmistega (koirohi, raudrohi, soolikarohi, rabarber, tomat) või botaanilise insektitsiidiga NeemAzal-T/S (Trifolio-M GmbH, Saksamaa). Katsetulemuste põhjal on kapsakoi arvukuse radikaalne vähendamine võimalik kui pritsida kapsataimi kord nädalas 0,3%-lise NeemAzal-T/S lahusega (Metspalu et al., 2007).

Edaspidi tuleks uurida võimalusi kaalika kasutamiseks lõksu- e. püüniskultuurina olulisemate ristõieliste kahjurite vähendamiseks põhikultuuril (näiteks valgel peakapsal).

## Tänuavaldused

Käesolev uurimistöö on valminud Eesti Teadusfondi grant nr 7130 ja SF 0170057s09 toetusel.

## Kasutatud kirjandus

- David, W.A.L., Gardner, B.O.C. 1962. Oviposition and the hatching of the eggs of *Pieris brassicae* (L) in laboratory culture. – *Bull. Entomol. Res.* **53**, 91–109.
- Eigenbrode, S.D., Pillai, S.K. 1998. Neonate *Plutella xylostella* responses to surfaces wax components of a resistant cabbage (*Brassica oleracea*). – *J. Chem. Ecol.* **24** (10), 1611–1628.
- Gupta, P.D., Thorsteinson, A.J. 1960. Food plant relationships of the diamond-back moth (*Plutella maculipennis* (Cur.)). II. Sensory regulation of oviposition of the adult female. – *Entomol. Exp. Appl.* **3**, 305–314.
- Metspalu, L., Hiiesaar, K. (koostajad). 2002. *Ristõieliste kultuuride kahjurid*. Eesti Põllumajandusülikool, Taimekaitse Instituut. Tartu, 102 lk.
- Metspalu, L., Loorits, L., Jõgar, K., Hiiesaar, K. 2007. Taimse insektitsiidi Neem-Azal T/S toimest kapsakoile (*Plutella xylostella* L.). – *Agronomia* 2007, lk. 129–132.
- Renwick, J.A.A., Chew, F. S. (1994). Oviposition behavior in Lepidoptera. – *Ann. Rev. Entomol.* **39**, 377–400.
- Talekar, N.S., Shelton, A.M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. – *Ann. Rev. Entomol.* **38**, 275–301.
- Thorsteinson, A.J. 1953. The chemotactic responses that determine host specificity in an oligophagous insect (*Plutella maculipennis* (Curt.) Lepidoptera). – *Can. J. Zool.* **31**, 53–72.

## **KARTULI-LEHEMÄDANIKU VAATLUSKATSE TULEMUSTEST 2010 EINOLA TALUS**

**Eve Runno-Paurson<sup>1</sup>, Alice Aav<sup>1</sup>**  
Eesti Maaülikool<sup>1</sup>

**Ants Einola<sup>2</sup>, Valmar Vaater<sup>3</sup>**  
Einola Talu OÜ<sup>2</sup>, Agrotrade OÜ<sup>3</sup>

**Abstract.** Runno-Paurson, E., Aav, A., Einola, A., Vaater, V. 2011. Results of potato late blight observation trial in 2010 at Einola Farm. – *Agronomy 2010/2011*, 197–202.

*Phytophthora infestans* is one of the most serious and economically significant pathogens in potato fields worldwide, including Estonia. Under favourable conditions it can cause considerable yield loss, even destroying the whole potato haulm. In Estonia, the average yield loss due to late blight can reach 20–25% and more in untreated fields. It is not possible to achieve abundant high-quality crop yields without control of potato late blight.

Potato growers in Estonia prefer to grow western European potato varieties; their concern is based on quality and crop yield. The main aim of our research was to find Agrico varieties most susceptible to late blight and high yield in Estonian conditions and, based on this information, to suggest potato varieties to growers. In the trial at the Einola Farm 14 potato varieties and 2 breeding lines were included. The trial results showed that the yield was bigger on early varieties and was influenced by the length of growing period. Based on results of late blight observation trial and crop yield we suggest early varieties 'Monaco', 'Arielle' and 'Impala'; medium variety 'Madeleine' and breeding line OS01-100; medium late variety 'Red Baron'. Medium late varieties are too susceptible to be grown without chemical control against late blight.

**Keywords:** disease severity, potato late blight, varieties, yield

*Eve Runno-Paurson, Alice Aav, Department of Plant Protection, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1, 51014, Tartu, Estonia*

*Ants Einola, Einola Farm, Reola village, Tartumaa, Estonia*

*Valmar Vaater, Agrotrade, Maja 4-10, 62033, Vana Kuuste, Tartumaa, Estonia*

### **Sissejuhatus**

Kartuli-lehemädanik on juba üle pooleteise sajandi üks kõige enam kahju tekitav kartulihaigus nii Eestis kui mujal Euroopas. Kartuli-lehemädanikku põhjustab esiviburlane *Phytophthora infestans*, kes soodsate ilmaolude korral (jahe ja niiske) võib kõige agressiivsemate rasside puhul 5–7 päevaga hävitada kogu taime maapealse osa ja põhjustada seeläbi suure saagikao. Haiguse keemiline tõrje on üsna kulukas ning nõuab palju teadmisi ja oskusi, et ajastada õigesti esimene, haigust ennetav tõrje ja jätkata edukalt kasvuaegse tõrjega.

Viimase kolmekümne aastaga on haiguse iseloom ja levik Euroopas tunduvalt muutunud (Fry et al., 1993.) ja nakkus lööbib kartulipõldudel ligi kuu aega varem (mais, juunis) ning areneb ja kandub edasi märksa kiiremini. Põhjuseks on suured muutused haigustekitaja eluviisis. Patogeeni uuringud Eestis näitasid, et ka siin esineb selle tõve uus ja märksa ohtlikum ning agressiivsem vorm (Runno-Paurson et al., 2009)

mis levib suguliselt (Runno-Paurson et al., 2009; Runno-Paurson et al., 2010). Suguline paljunemine on kartulikasvatatajale üsna ebameeldiv seetõttu, et võib põhjustada vastupidavate püsieostega (elavad mullas 3–4 aastat) mullasisest nakkust ja haiguse varajast lööbimist kasvuperioodi alguses (Turkensteen et al., 2000).

Kartulikasvatatajad soovivad kasvatada üha enam Lääne-Euroopast imporditud sorte, millel küll võivad olla eeliseid kohalike sortide ees, kuid mis on reeglina osutunud siin lehemädanikuõrnadeks. Varasematest katsetest Jõgeva Sordiaretuse Instituudis (Koppel, 1997) on selgunud, et meie paraskliimavöötmes ilma lehemädaniku tõrjeta ei saa. Üks olulisemaid tõrjevõimalusi on lehemädaniku suhtes vastupidavamate sortide kasvatamine. See võimaldaks hoida kokku kulutusi keemilisele tõrjele ja säästa keskkonda.

Koostöö Eesti Maaülikooli ja seemnekartuli kasvataja Ants Einola vahel algas soovist leida Hollandist imporditavate kartulisortide hulgast lehemädanikule võimalikult vastupidavamad sordid, eelkõige selleks, et hoida kokku lehemädaniku tõrjekuludelt. Agrico sordid valiti katsesse kuna Ants Einola on alates 2002. aastast läbi viinud Agrico sortide demonstratsioonkatseid, tutvustamaks potentsiaalseid sorte Eesti turu jaoks. Läbi aastate on populaarseks kujunenud Agrico sordid 'Arielle', 'Fontane', 'Impala' ja 'Sante', mis on ka sellesse katsesse kaasatud. Kevadine seemnekartuli nõudlus ja suvised põlluseminarid näitasid, et Agrico sortide vastu on Eestis suur huvi. Suvistel põlluseminaridel nägid kartulikasvatatajatel reaalselt, millised on konkreetse sordi mugulad, milline on saagikus ning sai ka degusteerida konkreetse kartulisordi maitset. Kuna ühe aasta katsetulemuste põhjal on raske tõsisemaid järeldusi teha, on plaanis katset jätkata ka järgmisel aastal.

Katse eesmärk oli leida Hollandi firma Agrico 14 sordist ja 2 aretisest kõige lehemädanikukindlamad ja suuresaagilisemad kartulisordid Eesti oludesse ning saadud tulemuste põhjal teha ka konkreetseid soovitusi kartulikasvatatajatele. Eriti pakkus huvi sort 'Toluca', mis on Hollandis tunnistatud lehemädaniku suhtes peaaegu resistentseks. Eesmärgiks oli uurida selle sordi perspektiivsust lähtudes kartuli-lehemädaniku aspektist Eesti tingimustes.

## **Materjal ja meetodika**

Kartuli-lehemädaniku vaatluskatse rajati 14 sordi ja 2 aretisega 2010. aastal Einola Talus Reolas. Kõik sordid ja aretised pärinesid Hollandi firmast Agrico. Varajastest sortidest olid katses 'Arielle', 'Argenta', 'Monaco' ja 'Riviera', keskvarajastest sordid 'Madeleine', 'Toluca' ja aretis OS01–1001; hilisemapoolsetest sordid 'Fontane', 'Red Baron', 'Mustang', 'Sante', 'Rosagold', 'Ambition', 'Manitou' ja aretis JP02–0053. Täpsemad sordikirjeldused leiab aadressilt [www.agrotrade.ee](http://www.agrotrade.ee). Põllu eelviljaks oli 2008. aastal avamaakurk ja 2009. aastal aedhernes. Katse pandi maha 8. mail sügavkobestatud mulda. Katselapi suurus oli kaks vagu ( $7 \times 0,8$  m) neljas korduses. Varajastel sortidel olid taimed tärnanud 31. maiks, keskvalmivatel 2. juuniks ja hilisemapoolsetel 4. juuniks. Väetati mahapanekueelselt mineraalväetisega  $560 \text{ kg ha}^{-1}$  (Yara-Mila 11:11:21+ mikroelemendid) ja pealtväetisena sama väetist  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  15. juunil vahetult enne viimast muldamist. Mullati kolm korda (viimane kord 15. juunil) ja äestati üks kord. Saak koristati kõigil sortidel 10. septembril. Lehemädanikuvaatlused tehti alates nakkuse lööbimisest 26. juulist kuni kasvuperioodi



lõpuni 30. augustil (11 vaatluskorda) sagedusega kaks korda nädalas (3–4 päevaste vahedega) kasutades 100% hindamisskaalat.

Kartulimardikaid (ka vastseid) täheldati esimest korda katses juuli alguses, millele järgnesid kahjuri pidevad rünnakud. Keemilist tõrjet ei tehtud ning mardikad korjati käsitsi ära.

Juunis oli lehemädaniku lööbimiseks ja arenguks äärmiselt soodne ilm (jahe ja piisavalt sademeid), mistõttu lehemädanik lööbis kohati üle Eesti juba juuli alguses (kõige enam rohkete sademete tõttu Tartu-, Jõgeva- ja Harjumaal). Kõigepealt nakatus katsepõllu kõrval paiknev 'Arielle' tootmispõld, kuid nakkus meie katsesse veel ei jõudnud. Lehemädanikule soodsatele ilmaoludele järgnes põud ja haiguse arengule tekkis seisak peaaegu juuli lõpuni. Uued tugevad sajud 23. ja 24. juulil mõjusid lehemädaniku tekitajale niivõrd soodsalt, et katses lööbis lehemädanik 26. juulil. Saak koristati 10. septembril.

Statistilised analüüsid tehti programmiga Statistica 9.1, kasutades ühesuunalist dispersioonanalüüsi.

## **Tulemused ja arutelu**

Lehemädanik oli enamusel sortidel lööbinud 26. juuliks, v.a. 'Mustang' ja aretusnumber OS01–1001 (Tabel 1). Teistest intensiivsemalt olid nakatunud varajased vastuvõtlikud sordid 'Riviera' (nelja korduse keskmine 7%), 'Monaco' (4,6%) ja 'Arielle' (4,3%). Võib arvata, et neil varajastel sortidel oli lehemädanik lööbinud juba mõni päev varem. Esines tavaline lehevorm, varrevormi leidus vähe.

**Varajastel sortidel** 'Riviera', 'Arielle', 'Impala' ja 'Monaco' arenes lehemädanik intensiivsemalt alates 30. juulist ja pealsed hävisid 14 päevaga alates nakatumisest (Tabel 1). Varajasel sordil 'Argenta' oli lehemädaniku areng algstaadiumis tunduvalt aeglasem kui eelmainitudil, kuid haiguse areng muutus intensiivseks alates 2. augustist ja kokkuvõttes oli kasvuperiood pikem vaid mõne päeva. Kõige lehemädaniku õrnemaks sordiks osutus 'Riviera'.

**Keskvalmivatest** sortidest oli 26. juuliks haigus vähesel määral lööbinud sortidel 'Madeleine' ja 'Toluca' (tabel 1), aretisel OS01–1001 nakkust veel ei esinenud. Sort 'Madelein' osutus üsna lehemädanikuõrnaks ja oli lehemädaniku arengult sarnane varajaste sortidega. Sordil 'Toluca' ja aretisel OS01–1001 oli lehemädaniku algareng aeglasem ja intensiivsem areng toimus alates 6. augustist. Teistest sortidest eristus 'Toluca', mis osutus kõige lehemädaniku kindlamaks kuni 9. augustini, kuid nakatus massiliselt hahkhallitusest (*Botrytis cinerea*). Tulemus (Tabel 1) oli tugevalt mõjutatud hahkhallituse nakkusest ja vaatlustulemusi peale 9. augustit tõseks lugeda ei saa. Hahkhallitus on haigus, mis reeglina ei nakata tervet taime, vaid taim peab enne olema vigastatud või nõrgestatud mingi faktori tõttu (kuumus, vms) ning taim on stressis ja seetõttu ka vastuvõtlikum sellele haigustekitajale. Selle aasta tulemuste põhjal võib öelda, et sort 'Toluca' oli põuastes oludes altim stressile kui teised kartulisordid ja nakatus seetõttu sellesse kartulile seni mitteamestatavasse haigusesse. Hollandis on rohkem uuritud (Turkensteen, 2005) miks on hahkhallitus osutunud viimastel aastatel tunduvalt suuremaks probleemiks kui varasemalt ja millest see tuleneb. Ilmselt on see seotud muutustega kartuli lehemädaniku tõrjesüsteemis (Turkensteen, 2005). Praegu kasutatavad fungitsiidid on spetsiifiliselt välja töötatud lehemädanikutekitajale ja omavad vähest efekti hahkhallituse tekitajale, kui üldse. Varem kasutatud laia spektriga



fungitsiidid tõrjusid kaudselt ka hahkhallitust (Turkensteen, 2005). Hahkhallitus võib põhjustada taimede liiga varast suremust enne kuivlaiksust või lehemädanikku.

**Tabel 1.** Lehemädaniku arengu intensiivsus Agrico sortidel 2010. aastal  
**Table 1.** Late blight infection on Agrico potato varieties in 2010

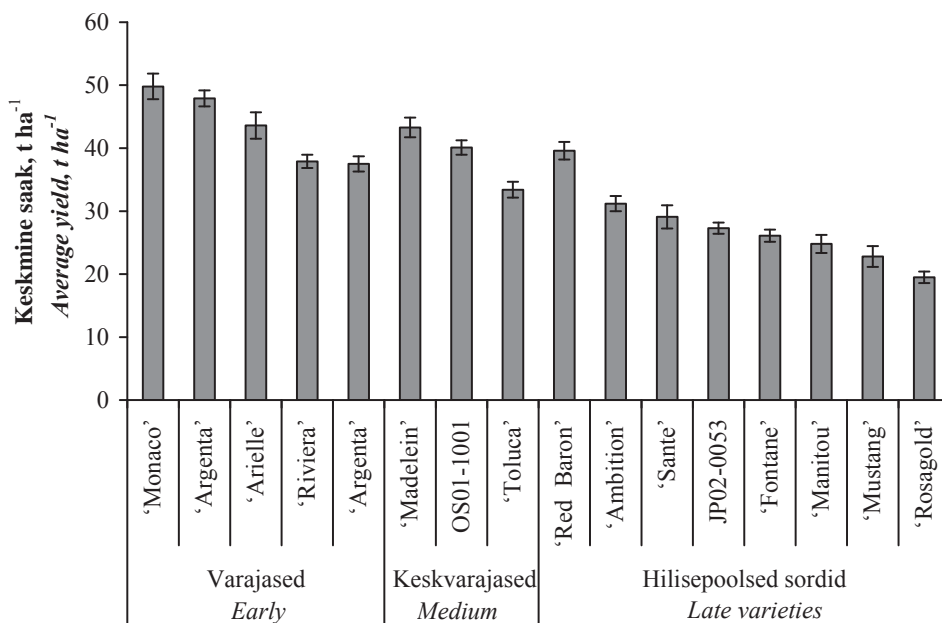
Sort <i>Variety</i>	Lehemädanikunakkus, % lehestikust / <i>Disease severity, percentage of foliage</i>										
	26.06	30.07	2.08	6.08	9.08	13.08	16.08	20.08	23.08	27.08	30.08
<i>Varajased sordid / early varieties</i>											
‘Riviera’	7,0	28,8	65,0	<b>97,5</b>	100,0	–	–	–	–	–	–
‘Arielle’	4,3	12,0	26,8	75,0	<b>99,3</b>	100,0	–	–	–	–	–
‘Monaco’	4,6	17,5	36,3	77,5	<b>99,3</b>	100,0	–	–	–	–	–
‘Impala’	1,9	24,3	41,3	75,0	<b>99,8</b>	100,0	–	–	–	–	–
‘Argenta’	0,4	1,8	4,3	41,3	90,5	98,5	<b>99,5</b>	100,0	–	–	–
<i>Keskvarajased sordid / medium early varieties</i>											
‘Madeleine’	0,4	5,3	9,5	57,5	97,5	<b>99,5</b>	100,0	–	–	–	–
OS01-1001	0,0	2,3	2,8	6,8	76,3	97,0	99,0	<b>99,5</b>	100,0	–	–
‘Toluca’	0,2	4,0	5,3	8,5	<b>23,8</b>	94,5	98,5	99,5	99,8	100,0	–
<i>Keskhiilised ja hilised sordid / medium late and late varieties</i>											
‘Red Baron’	0,3	3,8	5,8	15,5	67,5	91,5	97,3	99,0	<b>99,8</b>	100,0	–
JP02-0053	1,1	3,5	4,8	13,0	61,3	77,3	94,3	98,0	<b>99,5</b>	100,0	–
‘Fontane’	0,4	8,8	11,8	18,8	68,0	87,3	93,3	97,3	<b>99,3</b>	100,0	–
‘Mustang’	0,0	2,4	2,5	6,3	50,0	72,5	88,0	97,8	99,0	<b>99,0</b>	100,0
‘Manitou’	0,2	3,8	5,8	20,0	56,3	75,0	86,3	94,3	98,3	<b>99,0</b>	100,0
‘Sante’	0,4	1,1	1,8	7,3	50,0	72,5	82,5	89,5	97,3	<b>99,0</b>	100,0
‘Ambition’	0,8	3,8	4,8	9,8	42,5	61,3	77,8	94,5	97,5	<b>99,3</b>	100,0
‘Rosagold’	0,0	1,5	1,5	5,3	46,3	62,5	70,3	77,3	88,5	<b>93,8</b>	100,0

**Paksult** – enamus lehestikust surnud / **in bold** – most foliage is killed

**Hilisepoolsetel sortidel** kulges lehemädaniku algareng aeglasemalt kui varajasematel sortidel, kuid teistest kiirema lehemädaniku algarenguga oli sort ‘Fontane’ (Tabel 1). Alates 6. augustist arenes lehemädanik intensiivsemalt ja seda eelkõige tänu 5., 6. ja 8. augustil tulnud sademetele, vastavalt 14 12 ja 8 mm. Hilisemas lehemädaniku arengus suuri erinevusi erinevate sortide vahel ei esinenud, välja arvatud sordil ‘Rosagold’, mille lehemädaniku areng kulges aeglasemalt alates 12. augustist (Tabel 1).

Kuna lehemädanik lööbis alles juuli lõpus, siis varajaste ja keskvalmivate sortide saagid kujunesid üsna heaks. Varajaste sortide saaginumbri osutusid suuremaks eelkõige pikema kasvuperioodi tõttu. Kui varajaste sortide kasvuperioodiks on 70–85 päeva, siis suurima saagi moodustunud sortidel ‘Monaco’, ‘Impala’ ja ‘Arielle’ (joonis 1) oli see piisav (74 päeva). Kõige pikema kasvuajaga varajane sort ‘Argenta’ ei moodustanud siiski suurimat saaki, mis näitab, et sort ei ole kiire saagi moodustumisvõimega varajases kasvufaasis. Lehemädanikuõrnaks osutunud sort ‘Madeleine’ moodustas suurima saagi keskvalmivate sortide hulgas, mis oli samas varasurühmas olevast sordist ‘Toluca’ 10 t ha<sup>-1</sup> kohta kõrgem. Hilisemapoolsetel

sortidel jäi kasvuperiood ilmselt lühikeseks, sest vajaliku 100–120 päeva asemel oli kasvupäevi vaid 84–87 päeva.



**Joonis 1.** Lehemädaniku vaatluskatse kartulisortide saak 2010. aastal

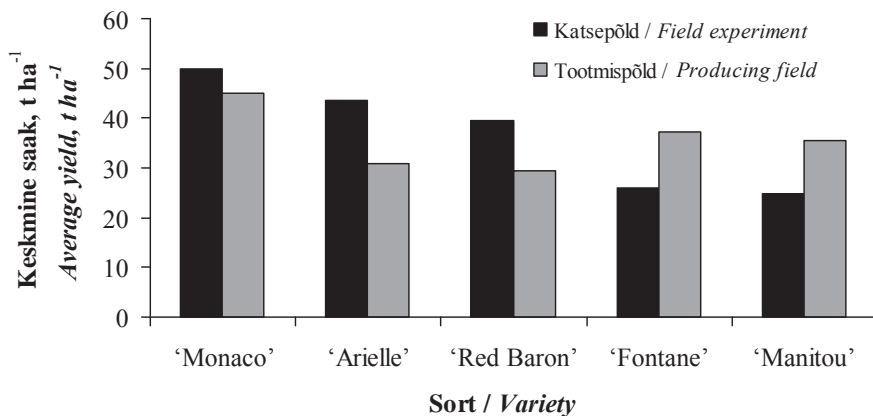
**Figure 1.** Tuber yield of late blight observation trial in 2010

Viiel sordil: 'Arielle', 'Fontane', 'Manitou', 'Monaco' ja 'Red Baron' oli võimalik võrrelda sortide saagikust katsepõllu ja Einola talu toomispõllul. Sortidel 'Monaco', 'Arielle', 'Red Baron' oli saak katsepõllul suurem kui tootmispõllul (joonis 2), mis tuleneb sellest, et katsepõllu mullaviljakus oli kõrgem. Kahel hilisemapoolsel sordil 'Fontane' ja 'Manitou' mõjutas saagikust tugevalt kartuli lehemädanik. Hilisemapoolsetel sortidel oli 16. augustiks põhilehestik lehemädaniku poolt hävitatud ning saak ei jõudnud formeeruda. Tootmispõllul teostati aga lehemädaniku tõrjet ja saak oli mõlemal sordil 11 t ha<sup>-1</sup> võrra kõrgem kui katsepõllul. See on selge näide, kui palju aitab lehemädaniku keemilise tõrje kasutamine kaasa just hilisemapoolsete sortide kasvuperioodi pikendamiseks ja suurema saagi moodustumiseks.

### Soovitused kartulikasvatajale

2010. aasta põhjal võib lehemädaniku aspektist lähtudes soovitada kõiki varajasi sorte 'Argenta', 'Monaco', 'Impala', 'Arielle' ja 'Riviera', keskvalmivaid sorte 'Toluca' ja OS01-1001 ning hilisemapoolseid sorte 'Rosagold', 'Ambition', 'Sante', 'Manitou' ja 'Mustang'.

Saagi moodustumise aspektist lähtudes soovitaks varajastest sortidest kolme 'Monaco', 'Impala', 'Arielle', keskvalmivaid sorte OS01-1001, 'Toluca' ja 'Madeleine' ning hilisepoolset sorti 'Red Baron'. Enamus hilisemapoolsetest sortidest osutus üsna lehemädaniku õrnaks ning saak jäi madalaks, mis näitab selgelt, et neid sorte ei ole võimalik kasvatada suure saagi lootuses ilma keemilist lehemädaniku tõrjet tegemata.



**Joonis 2.** Katse- ja tootmispõllu saakide võrdlus 2010. aastal

**Figure 2.** Comparing of tuber yield on field experiment and on producing field in 2010

Kombineerides lehemädaniku vaatlusandmeid saagiandmetega, soovitaks ühe aasta katse põhjal varavalmivaid, kuid kiiresti saaki formeeruvaid sorte 'Monaco', 'Impala', 'Arielle', keskvalmivatest aretist OS01–1001 ja sorti 'Madeleine'. Hilistest sortidest saab soovitada vaid sorti 'Red Baron'. Siiski on tegemist katsetulemustega vaid ühel ja lehemädanikule mittesoodsal aastal, mistõttu plaanime katset kindlasti korrata järgmisel aastal.

## Tänuavaldused

Uurimust on toetanud EV HTM sihtfinantseerimise projekti SF170057c09 ja ETF grant 7391 vahendusel. Täname Allar Aav'i katse mahapaneku ja koristamise eest.

Täname retsensenti artikli tõhusa keelilise toimetamise ja asjalike kommentaaride ning soovitude eest.

## Kasutatud kirjandus

- Fry, W. E., Goodwin, S. B., Dyer, A. T., Matuszak, J. M., Drenth, A., Tooley, P. W., Sujkowski, L. S., Koh, Y.J., Cohen, B. A., Spielman, L. J., Deahl, K. L., Inglis, D. A., Sandlan, K. P. 1993. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*: chronology, pathways, and implications. *Plant Disease* **77**, 653–661.
- Koppel, M. 1997. Muutused kartuli lehemädanikukindluses aastatel 1922–1991. – Kaasaja ökoloogia probleemid. Ajalised muutused Eesti eluslooduses ja keskkonnas. Tartu, lk. 97–101.
- Runno-Paurson, E., Fry, W.E., Rimmel, T., Mänd, M., Myers, K.L. 2010. Phenotypic and genotypic characterisation of Estonian isolates of *Phytophthora infestans* in 2004–2007. *Journal of Plant Pathology*, **92** (2), 375–384.
- Runno-Paurson, E., Fry, W.E., Myers, K.L., Koppel, M., Mänd, M. 2009. Characterization of *Phytophthora infestans* isolates collected from potato in Estonia during 2002–2003. *European Journal of Plant Pathology*, **124**, 565–575.
- Turkensteen, L.J. 2005. Grey mould. – *Potato diseases*, PlantijnCasparie. Edited by A. Mulder & L.J. Turkensteen, Den Haag, p 26–27.
- Turkensteen, L. J., Flier, W. G., Wanningen, R., Mulder, A. 2000. Production, survival and infectivity of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* **49**, 688–696.

## PUHTIMISPREPARAATIDE VÕRDLUSKATSE TULEMUSTEST TALINISUL LUMISEENE ROHKEL 2010. AASTAL

**Kadri Sildoja<sup>1,2</sup>, Pille Sooväli<sup>1</sup>, Mati Koppel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jõgeva SAI, <sup>2</sup>EMÜ PKI

**Abstract.** Sildoja, K., Sooväli, P., Koppel, M. 2011. Effect of seed treatments on winter wheat on heavy pink snow mold infection in 2010. – *Agronomy* 2010/2011, 203–208.

*A comparison trial using six seed treatment fungicides in the control of snow mold on winter wheat variety 'Ebi' was arranged at Jõgeva Plant Breeding Institute in 2009–10. The effect of fungicides on plant development, disease control and grain yield was assessed in field and laboratory conditions. In conditions of heavy pink snow mold infection the untreated control and Raxil 060 FS were almost destroyed. The best results in disease control and grain yield were obtained from the seed treatments with fungicides Baytan Universal 094 FS, Kinto and Bariton 075 FS.*

**Keyword:** fungicides, pink snow mold, seed treatment, winter wheat

**Kadri Sildoja**, Estonian University of Life Science, Kreutzwaldi 1, Tartu 51014, Estonia

**Pille Sooväli, Mati Koppel** Jõgeva Plant Breeding Institute, Jõgeva alevik 48309, Estonia

### Sissejuhatus

Teraviljatootjatele on oluline, et nende põldudelt saadav saak oleks kvaliteetne ja majanduslikult tasuv. Ühe olulise tegurina mõjutavad teraviljade kvaliteeti ning saaki neid ohustavad taimehaigused. Nende vältimiseks kasutatakse mitmesuguseid tõrje võtteid. Kõige keskkonnasõbralikum on seemnete külvieelne puhtimine vastavate preparaasidega. Eesti keemiliste taimekaitsevahendite registris on 18 puhtimispreparaati talinisule, millest 14 on lumiseene tõrjeks. Katses olevate preparaaside tõrjespekter talinisu kahjustavate seenhaiguste vältimiseks on lai: nisu-kõvanõgi, nisu lendnõgi, kõrreliste juuremädanik. fusarioos pähikul, lumiseen, kõrreliste helelaiksus, jahukaste ning kõrreliste pruunlaiksus.

Seemnete puhisega töötlemine kaitseb seemet kahel viisil: 1) seespidiselt liiguvad toimeained idanemisel kõigisse kasvavatesse organitesse, 2) välispidiselt hävitades seemne pinnal ja mullas asuvad haigustekitajate eosed. Lisaks haigustõrjele parandab puhtimine taimede füsioloogilist seisundit soodustades juurekava arengut, parandades toitainete omastamist ning tõstes taimede vastupanuvõimet haigustele ja kahjuritele (Dyer et al., 2007). Puhtimist rakendatakse eelkõige nende haigustekitajate vastu, mis levivad pinnases ja seemnetega.

Talinisul on kõige sagedasemateks haigustekitajateks patogeenid, mis kuuluvad sugukondadesse *Fusarium*, *Tilletia*, ja *Ustilago*. Puhtimisega on ära hoitud nisude üks kahjulikum haigus nisu-kõvanõgi, mille põhjustajateks on *Tilletia* sugukonda kuuluvad *T. caries* ja *T. foetida* liigid. Nendes nakatumisel võivad saagikaod ulatuda 40%-ni (Nagy, Moldovan, 2007).

Samuti põhjustavad suuri saagikadusid ja halvendavad tera kvaliteeti *Fusariumi* perekonda kuuluvad patogeenid. Tuntumateks fusarioosideks on lumiseen (*Monographella nivale*), juuremädanikud (*Fusarium* spp., *Cochliobolus sativus*) ja

fusarioos pähikul (*Fusarium* spp.). Oht lumiseene (*Monographella nivale*) arenguks tekib siis, kui muld on enne lumekatte teket külmumata ning võrsunud taimik hakkab kõrgetel temperatuuridel lume all hauduma. Lumiseen (*Monographella nivale*) kahjustab tervet taimikut, lehtedest kuni võrsuissõlmeni. Lehtede ja võrsete kahjustus ei põhjusta märkimisväärset kahju taimetele, sest hävinud võrsete asemele kasvavad kevadel uued, kuid võrsuissõlme hävinedes hukkub kogu taim. Fusariumi liike esineb looduses nii taimejäänustel, mullas kui ka kasvavatel taimede osadel. *Fusariumid* on parasiidid, kelle poolt tekitatud haigused ilmnevad teiste tegurite poolt nõrgestatud taimedel (Lõiveke, 2003).

Fütopatogeensete mikroorganismide levik algab neile soodsates tingimustes ning on aastati erinev (Sooväli, Koppel, 2008). Seemne- ja idandahaiguste vastu on puhtimispreparaatidel oluline tähtsus. Töö eesmärgiks oli võrrelda Eestis enamkasutatavate talinisu puhtimise preparaate efektiivsust talvitumishaiguste, eelkõige lumiseene tõrjel ning nende mõju taimede arengule. Katse langes lumiseene erakordselt intensiivse leviku aastale, mil ilmsid väga selged vahed puhtimispreparaatide vahel, seetõttu peame oluliseks põllumajandustootjaid juba ühe aasta tulemustest kiiresti informeerida.

### **Materjal ja meetodika**

Jõgeva Sordiareture Instituudis rajati 2009. aastal puhtimiskatse talinisu sordi 'Ebi' 2008. aasta saagist pärineva, *Fusarium* spp. saastunud seemnega. Külvisemned töödeldi 4. septembril laboratoorse puhtismismasinaga Hege 11, doosiga 8 liitrit puhtimislahust tonni vilja kohta. Haiguste tõrjeks puhiti seemned preparaatidega Bariton 075 FS, Baytan Universal 094 FS, Kinto, Maxim 025 FS, Maxim Star 025 FS, Raxil 060 FS kasutades kõigil fungitsiididel Eestis talinisul registreeritud kulunormi (tabel 1). Katses oli ka puhtimata e. kontrollvariant. Katsevariandid külvati 9. septembril leostunud kamar-karbonaatmullale. Arvestuslapi pindala oli  $10\text{ m}^{-2}$  ning katse külvati neljas korduses. Külvisenorm oli 450 idanevat tera  $\text{m}^{-2}$  kohta. Eelviljaks oli raps. Sügisel anti enne külvi kompleksväetist Yara 5:10:25  $300\text{ kg ha}^{-1}$ . Kevadel anti pealtväetisena ammoonium-salpeetrit N 85 + 20  $\text{kg ha}^{-1}$ . Umbrohutõrjet tehti Atlantis OD-ga.

Põldtärkamist hinnati 10. päeval pärast külvi visuaalselt. Sügisel loeti võrsumisfaasis kõigil lappidel  $1\text{ m}^2$  pinnal tärganud taimede arv. Samal meetodil korraldati taimede lugemist kevadel aprillis, et hinnata taimede talvitumist ning juuli alguses taimede lõpliku arvu määramiseks. Pärast lume sulamist põllult (BBCH 22) hinnati visuaalselt igal katselapil lumiseende nakatumise protsent (Riiklike majanduskatsete katsete meetodika, 2010) ja arvatati variandi keskmine. Lehehaiguste lööbimise alguses, mis esines juunis kõrsumise algfaasis (BBCH 29–30) hinnati iga variandi katselapilt 10 kohast taime lehtede haigestumine jahukastesse ja lehelaiksustesse ning arvatati variandi keskmine nakatumise tase. Taimehaigustest nakatunud lehepinna suurus hinnati 100%-lises skaalas, kus 100% tähendab haiguse maksimaalset esinemist (James, 1971). Lipulehe faasis (BBCH 39–40) (Zadoks et al., 1974) loeti kõigil katselappidel 20 taime generatiiv- ja vegetatiivvõrsete arv hindamaks taimede produktiivsust ning puhise mõju taimede kasvule ja arengule. Katse koristati katsekombainiga Hege 140. Tugeva lumiseenenakkuse tagajärjel praktiliselt hävinud variantides hinnati saak visuaalselt. Katse saak on väljendatud kuivatatud ja sorteeritud

viljas 14% niiskusesisalduse juures. Koristatud saagist määrati 1000 tera mass ja proteiinisaldus.

Terade saastumine *Fusarium* liikidega määrati niiskuskambri meetodil, selleks inkubeeriti seemneid nädal aega Petri tassis niiskel filterpaberil. Laboritingimustes määrati seemnete idanevus: selleks asetati igast variandist 50 tera kahes korduses Petri tassidesse niiskele filterpaberile, idanevus loeti 7. päeval. Puhiste mõju selgitamiseks juurte ja võrsete arengule mõõdeti katseklaasis märja filterpaberi vahel 20 päeva kasvanud taimedel juurte ja lehtede pikkused, igast variandist hinnati 100 taime (IRST, 1996).

**Tabel 1.** Katses kasutatud puhtimispreparaadid, nende toimeained ja kulunormid.

**Table 1.** Seed treatment fungicides, their active ingredients and doses used

Puhised	Toimeaine liitri kohta, g	Kulunorm
<i>Seed treatment fungicides</i>	<i>Active ingredients per litre, g</i>	<i>Dose l t<sup>-1</sup></i>
Baytan Universal 094 FS	imasaliil 10, triadimenool 75, fluberidasool 9	3,5
Kinto	tritikonasool 20, prokloraasvaskkloriid 60	2,0
Maxim 025 FS	fludioksaniil 25	2,0
Maxim Star 025 FS	fludioksaniil 18,8, tsüprokonasool 6,3	1,0
Raxil 060 FS	tebukonasool 60	0,5
Bariton 075 FS	fluoksastrobiin 37,5, protiokonasool 37,5	1,5

## Tulemused ja arutelu

### *Idanemine ja tärkamine*

Laboritingimustes niiskuskambris inkubeeritud kõikidel puhitud variantidel jäid terad fusarioosist kahjustamata, puhtimata kontroll variandis oli *Fusarium*'iga nakatunud 4% teradest. Katses oli 7. päevaks 99% teradest idanenud variantides Kinto ja Bariton 075 FS (tabel 2). Kontrollvariandiga võrreldes (96%) oli idanemine väiksem Maxim Star 025 FS variandis (95%). Kõik puhised pärssisid laboratoorses katses võrsete ja juurte arengut. Võrsed ja juured kasvasid 20 päeva jooksul kõige pikemaks puhtimata variandi taimedel. Kõige lühemaks jäid võrsed Raxil 060 FS ja Baytan Universal 094 FS-ga puhitud variantides. Juurte ja võrsete lühendamise efekt oli väiksem Kinto, Maxim 025 FS ja Bariton 075 FS variantides.

Sügisel soodsates ilmastiku- ja kasvutingimustes oli põldtärkamine kõikides variantides peaaegu 100%. Sügisel hindamisel oli tärkanud taimede arv suurim Maxim Star 025 FS, Maxim 025 FS ja Kinto variantides. Kõige vähem taimi tärkas Raxil 060 FS ja kontroll variantides. Varakevadisel põlluvaatlusel aprillis oli rohkem taimi säilinud Baytan Universal 094 FS, Kinto ning ka Bariton 075 FS variantides, ülejäänud variantides oli alla kümne taime m<sup>-2</sup> kohta. Teistkordseks, juuli algul tehtud taimede lugemiseks oli taimede arv oluliselt muutunud. Kontrollvariandis ja Raxil 060 FS variandis oli varakevadega võrreldes taimede arv vähenenud, järelikult hukkusid kevadeks nõrgenenud taimed hilisemal arengul. Bariton 075 FS, Baytan Universal 094 FS ja Kinto variantides oli taimede arv oluliselt suurenenud. Taimed, mille lehed kevadel hävisid, taastusid mullapinna alla jäänud elusatest taimeosadest.



**Tabel 2.** Puhtimispreparaatide mõju terade idanevusele, taimede arengule ja arvule  
**Table 2.** Effect of seed treatment fungicides on seed germination, plant development and numbers

Fungitsiid <i>Fungicide</i>	Idanevus <i>Germination</i>	Võrsete	Juurte	Taimede tihedus		
		pikkus	pikkus	<i>Density of plants</i>		
		<i>Shoot length</i>	<i>Root length</i>	16.10.09	16.04.10	02.07.10
	%	cm	cm	<i>No m<sup>-2</sup></i>		
Kontroll <i>Untreated</i>	96	11,5	44,4	215	6	0
Baytan Universal 094 FS	96	5,3	34,8	242	17	140
Kinto	99	7,3	43,0	251	22	132
Maxim 025 FS	96	9,1	40,4	267	5	56
Maxim Star 025 FS	95	9,6	37,1	272	7	108
Raxil 060 FS	95	3,8	36,3	238	4	2
Bariton 075 FS	99	8,0	41,3	241	14	124
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	0,6	1,2	1,3	34,5	5,9	7,8

### **Taimehaigused**

Pika ja lumerohke talve järel esines taimedel tugev lumiseenenakkus. Lumiseent esines puhtimata kontrollvariandis 94 % taimedel, samasugune oli nakatumise tase ka Baytan Universal 094 FS, Maxim 025 FS ja Raxil 060 FS variantides (tabel 3). Preparaat Raxil 060 FS ei ole mõeldud lumiseene tõrjeks, seetõttu oli selles variandis suur nii taimede maapealsete osade nakatumine lumiseenest kui ka hävimine lumiseenenakkusest. Väiksem lumiseene kahjustus oli Bariton 075 FS variandis.

**Tabel 3.** Lumiseene (*M. nivale*) (BBCH 22), helelaiksuse (*Septoria* spp.), jahukaste (*E. graminis*) ja DTR-i (*D. tritici-repentis*) (BBCH 29) esinemine (%)

**Table 3.** Incidence (%) of pink snow mold (*M. nivale*) (BBCH 22), powdery mildew (*E. graminis*), septoria leaf blotch (*Septoria* spp.) and tan spot (*D. tritici-repentis*) (BBCH 29)

Fungitsiid <i>Fungicide</i>	Lumiseen	Helelaiksus	Jahukaste	DTR
	<i>M. nivale</i>	<i>Septoria</i> spp.	<i>E. graminis</i>	<i>D. tritici-repentis</i>
Kontroll / <i>Untreated</i>	94	0	1	0
Baytan Universal 094 FS	94	0	1	1
Kinto	88	1	0	1
Maxim 025 FS	94	1	0	0
Maxim Star 025 FS	88	0	3	1
Raxil 060 FS	94	1	1	0
Bariton 075 FS	81	0	0	1
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	9,7	2,7	3,8	0,4



2010. aasta suvi oli ebasoodne talinisul esinevate haiguste arenguks. Tugeva lumiseenekahjustuse mõjul jäi taimede areng hilisemaks. Talinisu lehti kahjustavad haigused lööbisid hilisemas taimede arengu faasis kui tavalistel aastatel ning neid esines vaid vähesel määral. Helelaiksuse kahjustust esines Kinto, Maxim 025 FS ja Raxil 060 FS puhitud variantidel. Nisu-pruunlaiksust ehk DTR-i leidis enamikes variantides vaid minimaalselt. Jahukastet esines Maxim Star 025 FS, Baytan Universal 094 FS, Raxil 060 FS ja kontrollvariantides. Kõigi haiguste lõikes olid tervemad Bariton 075 FS taimed. Kõrsumise alguses tehtud taimehaiguste hindamine toimus haiguste maksimaalse esinemise ajal, kuna järgneva perioodi ilmastikutingimused pärssisid lehehaiguste edasise arengu.

Suvisel loendamisel oli suurim generatiiv- ja vegetatiivvõrsete arv Baytan Universal 094 FS variandis, keskmiselt 4,3 generatiivset ja 2,8 vegetatiivset võrset taime kohta (tabel 4). Lisaks heale talvitumisele on siin arvatavasti võrsete arvu suurendamisel osa ka puhtimispreparaadi kasvuregulaatoorsel toimel. Kõige vähem oli võrseid Raxil 060 FS variandis, mis kannatas kõige tugevamini lumiseene nakkusest.

### Saagikus

Suurima saagiga olid Baytan Universal 094 FS, Kinto ja Bariton 075 FS variandid (tabel 4). Raxil 060 FS variandis olid kõik kordused väga hõredad (visuaalsel hinnangul saak  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ning neid katselappe kombiniga ei koristatud. Kontrollvariandist koristati ainult üks, teistest paremini säilinud kordus, mille saagiks oli  $1120,0 \text{ kg ha}^{-1}$ .

**Tabel 4.** Võrsete arv, terasaak ja saagi kvaliteet

**Table 4.** Number of tillers per plant, grain yield and yield quality

Fungitsiid	Generatiiv- võrseid taimel	Vegetatiiv- võrseid taimel	Saak	1000 tera mass	Proteiin
<i>Fungicide</i>	<i>Productive till- ers per plant</i>	<i>Vegetative till- ers per plant</i>	<i>Yield, kg ha<sup>-1</sup></i>	<i>TGW, g</i>	<i>Protein, %</i>
Kontroll/ <i>Untreated</i>	0	0	500*	39,3	14,8
Baytan Universal 094 FS	4,3	2,8	2817	41,1	13,9
Kinto	4,1	2,7	2817	40,7	13,6
Maxim Star 025 FS	2,4	2,2	1506	38,8	14,7
Maxim 025 FS	2,4	2,5	1316	36,9	14,8
Raxil 060 FS	1,3	0,8	500*	-	-
Bariton 075 FS	3,8	2,7	2607	38,3	13,9
PD <sub>0,05</sub> / LSD <sub>0,05</sub>	1,3	1,2	318,6	0,6	0,2

-\* Variante ei koristatud, saak visuaalsel hinnangul ca  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  /Not harvested, on visual estimation yield ca  $500 \text{ kg ha}^{-1}$

Kõrgema saagiga Baytan Universal 094 FS, Bariton 075 FS ja Kinto variantides oli terade proteiinisaldus madalam, kuid 1000 tera mass kõrgem kui kontrollvariandis. Maxim 025 FS ja Maxim Star 025 FS variantides oli proteiinisaldus võrdne, kuid 1000 tera mass väiksem kui kontrollvariandis.

## **Järeldus**

2010. aasta lumerohke talv oli paljudele põllumeestele probleemne, kuna põhjustas talinisul väga tugevaid lumiseene kahjustusi. Seetõttu annavad lumiseene tõrje preparaate võrdluskatse tulemused sellise aasta tingimustes palju olulist informatsiooni.

Laboratoorses katses ilmnis puhtimispreparaatide Baytan Universal 094 FS, Raxil 060 FS ja Maxim Star 025 FS tugev kasvuregulaatorne mõju taimejuurte ja võrsete arengule. Koos otsese taimehaiguste vastase toimega omab puhiste kasvuregulaatorne mõju olulist efekti taimede talvitumisele ja terasaagi kujunemisele. Katses ilmnisid väga suured preparaate vahed taimede taastumises varakevadest lumiseene nakkusest. Juuli alguseks suurenes varakevadega võrreldes Bariton 075 FS, Baytan Universal 094 FS ja Kinto variantides oluliselt loendatavate taimede arv. Katsetulemuste põhjal selgus, et parimateks puhtimispreparaatideks lumiseene tõrjeks talinisul olid Baytan Universal 094 FS, Kinto ja Bariton 075 FS. Nende vahenditega töödeldud taimed kahjustusid lumiseenest vähem, talvitusid paremini ning andsid kontrollvariandist *ca* 2000 kg ha<sup>-1</sup> võrra suurema enamsaagi. Puhtimispreparaatide Maxim 025 FS ja Maxim Star 025 FS kasutamisel hävis eelloetletud puhistega võrreldes oluliselt rohkem taimi ja saagid jäid usutavalt madalamaks. Lumiseene tõrjeks mitted soovitatud preparaat Raxil 060 FS osutus täiesti sobimatuks ja selle variandi kõik kordused jäid lumiseenenakkuse tagajärjel väga hõredaks.

Kuna katseaasta oli erakordselt lumerohke ja lumiseene levikule väga soodne, samas kuiv suvi ebasoodne lehestiku haigustele, näitavad tulemused puhiste efektiivsust peamiselt lumiseene tõrjele. Ühe katseaasta kohta aga ei saa lõplikke järeldusi teha, seepärast on kavas katset jätkata.

## **Kasutatud kirjandus**

- Dyer, D., Burrows, M., Johnston, B., Ceci, T. 2007. Small Grain Seed Treatment Guide. <http://www.montana.edu/> (13.12.2010)
- International Rules for Seed Testing, 1996. The Germination Test. – International Seed Testing Association (1996) – *Seed Sci. & Technol.* **24**, Supplement, 29–34.
- James, W. J. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. – *Canadian Plant Disease Survey* **51**(2), 39–65.
- Lõiveke, H. 2003. *Fusariumid* ohustavad teravilju. – *Maamajandus* (3), lk. 33–35.
- Nagy, E., Moldovan, V. 2007. The Effect of Fungicide Treatments on wheat common bunt (*Tilletia spp.*) in Transylvania. – *Romain Agricultural Research* **24**, p 33.
- Riiklike majanduskatsete katseteoodika 5.0, 2010. Koostaja I. Loper. [www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=130&sub2=320&sub3=321](http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=130&sub2=320&sub3=321) (7.02.2011).
- Sooväli, P., Koppel, M. 2008. Fungitsiidide mõju odral esinevatele mikroseenitele. – *Agronoomia 2008*. Toim. J. Jõudu, Tartu, lk 154–155.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. – *Weed Research* **14**: 415–421.

## **BRIMSTONE KARTULI HARILIKU KÄRNA (*STREPTOMYCES SCABIES*) TÕRJES**

**Luule Tartlan, Edvin Nugis**  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Kalle Hamburg**  
MTÜ Eesti Kartul

**Abstract.** Tartlan, L., Nugis, E., Hamburg, K. 2011. Control of Common scab (*Streptomyces scabies*) of potato tubers. – *Agronomy 2010/2011*, 209–212.

*Common scab (Streptomyces scabies) is a disease of potato tubers that results in lowered tuber quality. Soil reaction and soil moisture are the most important factors affecting the distribution of scab. Common scab occurrence is most severe in soil with a pH above 5,5. The field trials were carried out in 2009-10 at the Experimental Station of the Estonian Research Institute of Agriculture and at the Experimental Estonian Potato Farm. Disease infection with common scab was assessed after harvest. The experiments showed that application of Brimstone (elemental sulfur) in soils with high pH could lower the soil pH and reduce the level of scab (54–100%). The disease was more intensive in 2010 when the soil was warm and dry during the critical period of susceptibility for increasing the incidence of the disease. Preceding crops (red clover) have an important role in the control of common scab.*

**Keywords:** potato, soil moisture, soil pH

**Luule Tartlan, Edvin Nugis**, Estonian Research Institute of Agriculture, Saku, 13 Teaduse St., 75 501, Estonia

**Kalle Hamburg**, Union of Estonian Potato, County Rapla, Ingliste, 79 004, Estonia

### **Sissejuhatus**

Kartulimugulate nakatumisel harilikku kärna (*Streptomyces scabies*), väheneb oluliselt seemne- ja toidukartuli väline kvaliteet. Haigusetekitaja on bakter, mis on levinud enamikes muldades. Ta nakatab lisaks kartulile juurvilju, teravilju ja umbrohte. On täheldatud, et haigusetekitaja kahjustused on suuremad, kui kasvuperioodi esimesel poolel ei jätku taimedele küllaldasel määral niiskust ja mulla toitelahus on neutraalne või leeliseline. Vajalike niisutussüsteemide puudumise tõttu kasvatatakse kartulit Eestis praktiliselt kunstliku niisutusega ning selletõttu võib esineda mugulatel palju harilikku kärna. Põhja-Eestis moodustavad mulla aluspõhja karbonaatsed siluri ja ordoviitsiumi materjalid nagu lubjakivi ja dolomiitbaas. Lõuna-Eestis on aga aluspõhjak karbonaadiavaene devoni liivakivi. Tulenevalt aluspõhja iseärasustest on Põhja-Eesti mullad neutraalsemad ja Lõuna-Eesti mullad happelisemad.

Mugulate nakatumine on kõige suurem mugulaalgete moodustumisel, sest haigest emamugulast või mullast kandub bakter kergesti noortesse mugulatesse. Mugulasaagi nakatumine harilikku kärna on agrometeoroloogiliste tingimuste tõttu Põhja-Eesti muldadel suureks probleemiks 2006. ja 2007. aastal ning samuti 2010. aastal. Nendel aastatel oli mugulaalgete moodustumise ajal mullas produktiivveevaru väike.

Kartuli kasvatamisel samal kasvukohal või lühikese viljavahelduse tingimustes on

probleemiks, et haigusetekitajate kontsentratsioon hakkab mullas aastate jooksul oluliselt suurenema. Põldudel, kus on haigusetekitajaid vähe, ei progresseeru harilik kärn. Sortidest nakatuvad enam varajased sordid kartuli kasvatamisel kergema lõimisega muldadel. Niiske mulla puhul ei ole harilikku kärna nakatumisel täheldatud sortide vahel olulist erinevust (Mulder, Turkensteen, 2005). Harilikku kärna nakatunud mugulad ei ole konkurentsivõimelised, neid on raske realiseerida, sest nakatunud mugulate ettevalmistamisel suureneb pesuvee vajadus ning koorimiskadu. Seemnekartulil võib väheneda idanevus. Probleemiks on ka see, et haigusetekitajad läbivad loomade seedetrakti ja levivad sõnnikuga. Kirjanduse andmeil esineb harilikku kärna rohkem muldadel, millised on võetud kasutusele rohumaade alt (Buczacki, Harris, 1981).

Hariliku kärna nakkuse ärahoidmiseks on efektiivseid tõrjevõtteid vähe. Kuna Eestis puuduvad vastavad niisutussüsteemid, siis oli uurimistöös vajalik selgitada alternatiivsetest tõrjevõtetest *Brimstone* kasutamist Põhja-Eesti tingimustes. *Brimstone* on nõrgalt granuleeritud väävel, millega saab lühiajaliselt suurendada mulla happelisust. *Brimstone* kasutamine ei vaja ka täiendavaid kulutusi, sest ta viiakse mulda koos kartuli mahapanekuga.

## **Materjal ja meetodika**

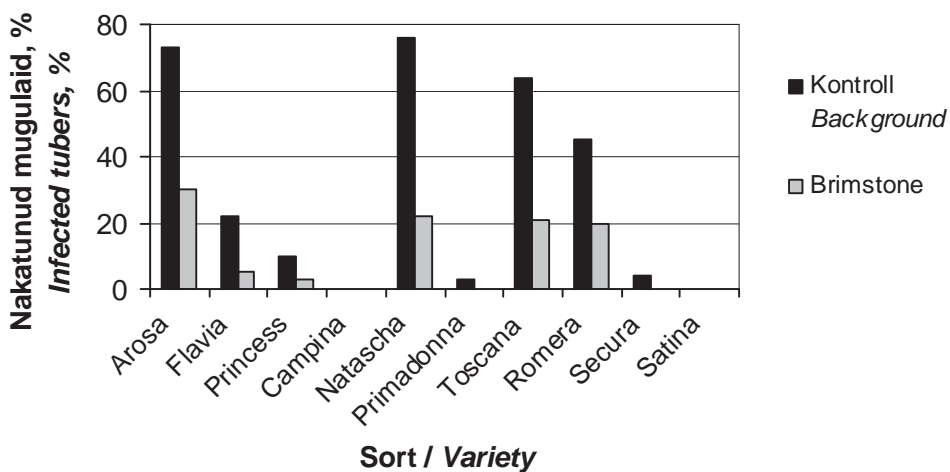
Uurimistöösks vajalikud põld- ja tootmiskatsed viidi läbi kartuli põldkatsete üldise meetodika alusel. Katsed rajati EMVI Kõbu katsealal gleistunud kamarmullal, mille lõimiseks oli saviliiv ja tootmiskatsed Kalle Hamburgi talus Inglistes rähksel kamarkarbonaatmullal, mille lõimis oli saviliiv. Mulla toitainesisaldus määrati Põllumajandusuuringute Keskuse Agrokeemia laboris. Kõbu põldkatsetel oli P 110–186, K 13–6185, Ca 1890, Mg 65 mg kg<sup>-1</sup> ja pH 5,0–5,6. Tootmiskatsel varieerus mullalahuse reaktsioon 5,9–7,4. Põldkatses oli 3 sorti, katselapi pind 25,2 m<sup>2</sup> ja tootmiskatses 9 sorti. Sortide kasvupind olenes saadud seemnekogusest ja oli järgmine: 3 sorti 0,4 ha, 5 sorti 0,8 ha ja 1 sort 0,9 ha, kasutati Shoti tehnoloogiat. Käesolevas artiklis käsitletakse 2009–2010. aastal saadud uurimistulemusi. 2009. aasta oli hariliku kärna nakatumiseks ebasoodne, kuid 2010. aasta oli väga soodne hariliku kärna nakkuseks. Katsevariandid: kontroll ja *Brimstone* 100 kg ha<sup>-1</sup>. Proovide arv 52.

## **Määramismetodika**

Mugulaproovid võeti enne korisamist käsitsi, proovi suurus oli 100 mugulat. Proovid pesti ja määrati mugulate nakatumine harilikku kärna. Pealispinna nakkusastme määramisel jaotati mugulad vastavalt haiguse esinemisele järgmistesse klassidesse: 5–15% pinnast nakatunud, 16–30% pinnast nakatunud, 31–45% pinnast nakatunud ja üle 45% pinnast nakatunud. Nakatunud mugulate protsent arvutati mugulate üldarvust. Seemnekartuli nakkusastme määramisel kasutatav meetodika on järgmine: kui 1/3, mugula pinnast on nakatunud, siis loetakse mugulad nakatunuiks. Kui nakatumine on alla 1/3 mugula pinnast, siis ei loeta mugulaid nakatunuiks. Nakatunud mugulate protsent arvutatakse mugulate massist. Lubatud kõrvalekalle nakatunud mugulatel on kuni 5% massist. Vajadusel kasutatakse mugula pinna kattuvuse alusel täpsemat jaotust, mis on järgmine: 1%; 10%; 25% ja 33,5%. Mulla pH<sub>KCl</sub> määrati Põllumajandusuuringute Keskuses.

## Tulemused ja arutelu

Hariliku kärna nakkuse vähendamiseks mahapaneku ajal mulda viidud *Brimstone* hoidis ära või vähendas oluliselt katses olnud sortide nakatumist harilikku kärna (joonised 1, 2). Mugulate nakkusastmel 5–15% pinnast nakatusid kontrollvariandis üle 70% sortide 'Arosa' ja 'Natascha' mugulatest. *Brimstone* kasutamine vähendas 'Natascha' nakatumist 43% võrra ja 'Arosa' nakatumist 54% võrra. Enam kasvatatavatest sortidest nakatusid minimaalselt 'Princess', 'Flavia' ja 'Satina', kusjuures *Brimstone* kasutamine praktiliselt välistas nakatumise. Mugulate nakatumist 5–15% pinnast ei riku kuigi oluliselt ka seemnekartuli kvaliteeti, kuid tõrje on vajalik, et vähendada haigusetekitajate arvukust mullas. Mugulate nakkusastmel 10–30% pinnast oli nakatunud mugulaid vähem kui nakkusastmel 5–15%. Üle 30% ja enam pinnast nakatunud mugulaid ei olnud.

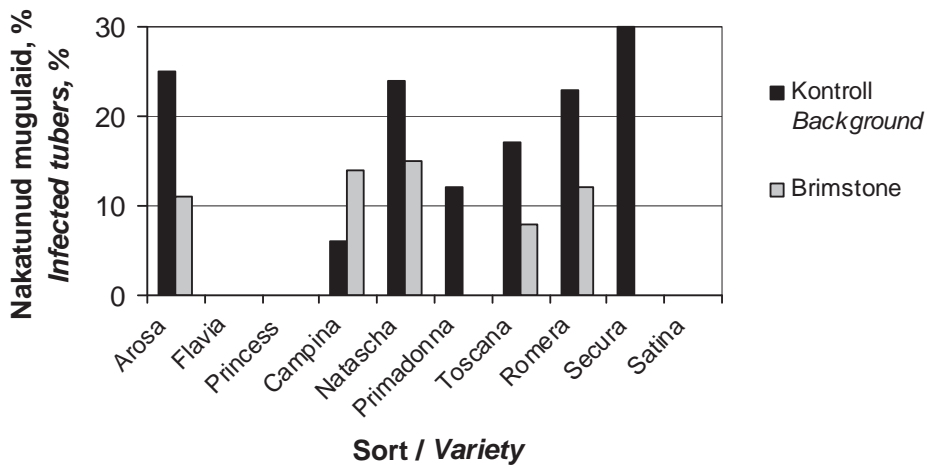


**Joonis 1.** Hariliku kärna määramistulemused, mugulad nakkusega 5–15%  
*Figure 1.* The assessment results of common scab, tubers infected within 5–15%

Joonisel 1 ja 2 on toodud tulemused 2009–2010 aasta keskmisena. Mõlemal katseaastal olid levinud varajased sordid 'Flavia' ja 'Princess' haigusetekitajale vastupidavad ning harilikku kärna oli vähe nii kontrollvariandis kui ka *Bristone* kasutamisel.

### Eelviljade mõju

Eelviljade mõju hariliku kärna nakkusele selgitati EMVI põldkatsel Sakus, kus mulla pH oli madalam. Nakatumine oli väike, keskmine nakkus oli ainult 5–10%. Kartuli kasvatamisel punase ristiku järel oli harilikku kärna kõigil katses olnud kolmel sordil vähe või puudus ja kartuli kasvatamisel kartuli järel nakatus mugulaid kõige enam. Kartuli kasvatamisel kartuli järel oli hariliku kärna nakkusega mugulaid sortidel 'Laura' 5%, 'Elfe' 15% ja 'Agria' 38%. Nakatumist harilikku kärna soodustasid eelviljadest veel suvinisu, hernes ja õlirõigas. Raps ja oder eelviljana suurendasid ainult sordi 'Agria' nakatumist (8% ja 12%). 'Elfe' ja 'Laura' ei nakatunud. Sortidest oli 'Agria' vastuvõtlikum hariliku kärnale, vähem nakatusid 'Elfe' ja 'Laura'.



Joonis 2. Hariliku kärna määramistulemused, mugulad nakkusega 16–30%

Figure 2. The assessment results of common scab, percentage tubers infected with 16–30%

## Järeldused

Kartuli nakatumist harilikku kärna neutraalsetel või leeliselistel muldadel, kus puudub võimalus mugulaalgete moodustumise ajal niisutada, saab vähendada või ära hoida mullaalohuse reaktsiooni muutmisel happelisemaks.

*Brimstoni* kasutamisel kuni 100 kg ha<sup>-1</sup> vähendas mullaalohuse reaktsiooni 0,6–1,4 pH ühiku võrra neutraalsel ja leeliselistel muldadel Inglites.

Uurimustulemustest selgus, et *Brimstone* kasutamine vähendas kartulimugulate nakatumist harilikku kärna kuni 50% ebasoodsal kasvuaastal (2010) ja soodsal kasvuaastal (2009) nakkus praktiliselt puudus.

Mugulate nakatumist harilikku kärna suurendas aga kartuli kasvatamine kartuli järel (lühikese viljavahelduse tingimustes). Seega on tootmispõldudel otstarbekas kasutada pikemat viljavaheldust ja investeerida niisutussüsteemide rajamisse.

*Brimstone* kasutamine suurendas kartuli kaubanduslikku kvaliteeti, kuid tema kasutusnormi määramisel tuleb arvestada tema mõju kestvust, mulla pH, sordi vastuvõtlikkust ja viljavahelduse pikkust. Selle uurimuse kohta on kavandatud avaldada veel pikem ja põhjalikum artikkel.

## Tänuavaldused

Uurimustööd on toetanud Eesti Vabriigi Põllumajandusministeeriumi ja MTÜ Eesti Kartul.

## Kasutatud kirjandus

- Buczacki, S., Harris, K. 1981. *Pests, Diseases & Disorders of Garden Plants*, UK, 344–345.  
Mulder, A., Turkensteen, L. J. 2005. *Potato diseases*. Holland, 81–82.

MITMESUGUST

MISCELLANEOUS





## ENERGIAHEINANA TOODETAVA PÄIDEROO KASVATAMISE MAJANDUSLIK TULEM KATTETULU MEETODIL

**Epp Espenberg, Henn Raave, Merrit Noormets**  
EMÜ Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Liis Oper**  
EMÜ Majandus- ja sotsiaalinstituut

**Abstract.** *Espenberg, E., Oper, L., Raave, H., Noormets, M., 2011. The economical outcome of the reed canary grass as energy hay using gross margin method. – Agronomy 2010/2011, 215–222.*

*In recent years there has been considerable research about energy hay and its agro-technology. However, production economics of hay for use as energy has received significantly little attention. Previous years' results have shown that the most suitable grass for energy hay production is reed canary grass. This article focuses on operating costs of reed canary grass, comparing it with the operating cost for barley. Economic benefits of both cultures are also considered. Results of the cost analysis indicated that the reed canary grass gross margin was higher than that of barley. In the year 2010 the production net value of the reed canary grass on mineral fertilizer ( $N_{60}P_{11}K_{44}$ ) background was 40.81 EUR DM  $t^{-1}$  and without fertilizer 33.95 EUR DM  $t^{-1}$ .*

**Keywords:** *barley, energy hay, gross margin method, operating costs, reed canary grass*

**Epp Espenberg, Henn Raave, Merrit Noormets,** *Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, 1 Kreutzwaldi Str., 51014 Tartu, Estonia*  
**Liis Oper,** *Institute of Economics and Social Sciences, Estonian University of Life Sciences*

### Sissejuhatus

Euroopa Säästva Maakeskkonna ja Energia Keskus (SREN) on uurinud mitmete taastuenergia liikide sobivust erinevatesse kliimatsioonidesse. Põhja- ja Kesk-Euroopasse sobib tehtud uuringu järgi kõige paremini energiaheina kasvatamine ja tuuleenergia (El Bassam, 2001). Energiaheina tootmise tehnoloogia on välja töötatud Rootsis eelmise sajandi 80. aastatel (Landström *et al.*, 1996) ja seda on hiljem täiustatud Soomes (Pahkala, 2007). Soomes on heintaimede kasvatamine kütuse saamise eesmärgil täna juba laialt levinud – energiaheina kasvupind on seal umbes 20 000 hektarit (Pahkala, 2007).

Eestis on energiaheina tootmise alane uurimistöo alles pooleli. Esmased tulemused näitavad, et Soomes ja Rootsis kasutatav tootmisviis, kus saak koristatakse kasvuaastale järgneval kevadel, siinsetesse kliimatingimustesse ei sobi. Eesti kliima on Soomega võrreldes niiskem ja soojem ning maapind sulab kevadel varem kui biomassi niiskusesisaldus langeb tasemele, mis võimaldab selle koristamist (Raave *et al.*, 2008, Raave *et al.*, 2009). Senised tulemused näitavad, et Eestis on võimalik koristada energiaheina saaki ainult kasvuaasta suvel ning saagi koristamiseks tuleks rakendada analoogset koristustehnoloogiat, mis heina tootmisel söödaks. Suvise saagikoristuse puuduseks on suurem väetise vajadus kui kevadise saagi koristamise korral. Teatavasti liiguvad mineraalelemendid kasvuperioodi lõpus heintaimede maapealsetest osadest

juurtesse (Landström *et al.*, 1996; Pahkala, 2007) ja järgmisel kevadel kasutab taim neid uue saagi kasvamiseks. Suvise saagikoristuse korral eemaldatakse mineraalelemendid koos saagiga, mistõttu tuleb need väetisega kompenseerida. Suvise saagikoristuse korral tuleb teha veel lisakulutusi biomassi kuivatamiseks põllul, kuid selle eeliseks kevadise saagikoristuse ees on oluliselt väiksemad saagikaod ning võimalus koristada septembris veel ädala saak, mida saab kasutada kas loomasöödaks või ka biogaasijaamades toorainena.

Senistes uurimistöodes on peamine tähelepanu olnud pööratud energiaheina tootmiseks sobiva agrotehnoloogia väljaselgitamisele. Oluliselt vähem on uuritud energiaheina tootmist majanduslikust küljest. Ei ole selge, mis on tootmise omahind, kuidas see sõltub väetamisest ja milline on tootmise kulukus võrreldes teiste traditsiooniliste põllukultuuridega. Saksamaal tehtud energiaheina tootmise energeetiline analüüs näitas, et väetiste kasutamine energiaheina tootmisel vähendab energia kasutuse efektiivsust, seda vaatamata sellele, et saak on väetiste kasutamisel suurem (Tonn *et al.*, 2006). Samas märgivad autorid, et isegi N väetiste kasutamisel ületab biomassist saadav energiahulk 5 korda fossiilset energiat, mis kuluks muidu selle tootmiseks.

Käesoleva artikli eesmärgiks on anda ülevaade energiaheinana kasvatatava päideroo tootmiskuludest ning võrrelda päideroo ja traditsioonilise põllukultuuri, odra, tootmiskulusid ning toodangu realiseerimisest saadavat arvestuslikku müügitulu. Varem on selle teema ja katse kohta avaldatud tulemusi kogumikes „Agronoomia 2008“ (Raave *et al.*, 2008) ja „Agronoomia 2009“ (Raave *et al.*, 2009).

## **Metoodika**

Biokütuse tootmise kogukulud koosnevad biomassi tootmiskuludest, biomassi transpordikuludest, biomassi töötlemiskuludest biokütuseks ja kütuse laialiveo kuludest (Biomassi..., 2007). Energiakultuuride kasvatamise kulud on biokütuste tootmiskulude arvestamise esimeseks tasemeks.

Energiaheina tootmise kuluanalüüsi aluseks oli Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaamas 2007. aastal rajatud energiaheina tootmiskatses kasutatav agrotehnoloogia (Raave, *et al.*, 2008) ning seal saadud kahe aasta keskmised saagid. Kuluanalüüsi tegemisel kasutati järgmiste väetusfoonide saake:  $N_0P_0K_0$  ja  $N_{60}P_{30}K_{60}$ . Arvesse võeti ainult suvel juuni lõpus koristatud saak, sest senised selle katse tulemused näitavad, et Eestis on võimalik koristada energiaheina saaki ainult suvel. Samalt taimikult sügisel koristatud ädalsaaki kuluanalüüsi tegemisel arvesse ei võetud, sest täna puudub sellel veel rakendus.

Kõigi sisendite (seeme, väetised, taimekaitsevahendid) hinnad võeti müügifirmade 2010. aasta hinnakirjadest (ilma käibemaksuta). Kuluanalüüsis kasutatav päideroo seemne hind võeti OÜ Aed ja Muru, kompleksväetise hind Baltic Agro AS ja taimekaitsevahendi hind Pest-Chemical OÜ hinnakirjast. Masintööde hinnad võeti Maamajanduse Infokeskuse 2010. aasta infomaterjalist “Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatases”.

Odra väetamiseks kasutati kompleksväetist NPK 18-8-16. Päideroo katses anti kõik toiteelemendid eraldi väetisega, milleks kasutati ammoniumnitraati (N), superfosfaati (P) ja KCl (K). Kuna P ja K väetist täna enam eraldi ei müüda ja nende hind ei ole teada, siis arvutused tehti kompleksväetise YaraMila 18-8-16 põhjal.

Arvutuste tegemisel oli aluseks väetise kogus (333kg), mis vastab  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$ . P ja K kogus tuli siit vastavalt 11 ja 44 kg, mida on katses kasutatuga võrreldes veidi vähem. Ühe tonni kompleksväetise maksumus oli 338,22 € ja see sisaldab 348 kg põhitoiteelemente, nii kujunes ühe toiteelemendi hinnaks  $0,97 \text{ € kg}^{-1}$ .

Tegelikkuses huvitab tootjat ka see, kui palju ta peab füüsilises koguses ühele hektarile andma kompleksväetist, et tagada planeeritud saagikus (Kattetulu arvestused..., 2010). Odra planeeritaval saagitasemel  $3,0 \text{ t ha}^{-1}$  kohta kulub 1 hektarile kompleksväetist 400 kg ja päideroo väetataval variandil planeeritaval saagitasemel 6,6 kuivaine (KA)  $\text{t ha}^{-1}$  kasutusaastal 333 kg. Taimekaitse kulude arvutuste aluseks oli ühele hektarile kuluvate pestitsiidide rahaline maksumus.

Rohumaa kasutuskestuseks võeti arvestuste tegemisel 14 aastat, mis on päideroo taimiku keskmine kasutusaeg varasemate (Annuk, 1979; Eilart, Reidolf 1987) katsete põhjal.

Masintööde kulude arvestamisel võeti kõigi jõu- ja töömasinate hinnaks lääne päritolu uute masinate hinnad. Ka on võetud arvesse masina tööressurssi ja aastast töömahtu ettevõttes ja masina kasutusega aastates. Diislikütuse hinnaks võeti  $0,61 \text{ EUR l}^{-1}$ . Töötasuks masinatöödel on arvestatud  $3,83 \text{ EUR h}^{-1}$  koos maksudega. Arvutuste tegemisel lähtuti olukorrast, kus kõik tööd tehakse palgatöölise poolt. Masinatööde kulud sisaldavad 7% tootmise üldkulusid. Kuludesse ei ole arvestatud riski, kasumit ja käibemaksu. Arvestuste aluseks on võetud masinate keskmine tunnitootlikkus 5 ha suurusel põllutükil väikese kivisusega pinnasel (Kattetulu arvestused..., 2010).

Traditsioonilise põllumajanduskultuuri odra ja päideroo kasvatamise majanduslikku tulemi võrdlemiseks kasutati kattetulu meetodikat. Kattetulu on kogutoodangu väärtuse ja muutuvkulude vahe, mis näitab, kas kogutoodangu väärtus katab muutuvkulud (Kattetulu arvestused..., 2010). Püsikulud kattetulu arvestusse ei lisatud, kuna neid on raske konkreetse tootmisharuga siduda, sest need sõltuvad ettevõtte põhivara seisundist, ettevõtte juhtimisest jm teguritest, mis oluliselt erinevad ettevõtetelt.

Ühe-aastase võrdluskultuuri, odra, kattetulu arvutamisel arvestati ühe tootmistsükli otsekulude ja toodangu müügist saadava laekumistega 1 hektari kohta. Odra kogutoodangu väärtuse ja kattetulu arvestamisel kasutati Maamajanduse Infokeskuse 2010. aasta kattetulu arvestusi.

Mitme-aastaste rohtsete energiakultuuride rajamiskulud ei ole suuremad ühe-aastaste traditsiooniliste põllukultuuride rajamiskuludest ning saaki saadakse kas külviaastal või külvile järgneval aastal. Seetõttu kasutati kulude võrdlemisel kasutusaastate keskmisi kulunäitajaid, mille puhul rajamiskulud jagati võrdsetes osades kasutusaastatele. Päideroo kui mitme-aastaste energiakultuuride kasvatamise kulude hulka arvestati:

- kulutused rajamisele sh mullaharimine, külvamine, väetamine jmt;
- kulutused hooldamisele sh taimekaitse tööd, väetamine jmt;
- kulutused koristamisele sh niitmine, pallimine, hekseldamine jmt.

Päideroo kasvatamisel energiaheinaks arvestati toodangu koguväärtuse kalkuleerimisel põhu turuhinnaga 2010. aastal, mis ettevõtete (JK Otsa talu, OÜ Lihula Soojus) küsitluste andmetel jäi vahemikku  $42,18\text{--}54,32 \text{ EUR t}^{-1}$ , mille põhjal arvutati aritmeetiline keskmine.

## Tulemused ja arutelu

Eesmärgiga võrrelda traditsioonilise põllumajanduskultuuri ja päideroo kasvatamise majanduslikku tulemit viidi läbi odra ning päideroo väetisega ja väetamata variandi kattetulu arvutused. Kattetulu arvestuste põhjal on põllumehel võimalus enne oluliste otsuste tegemist kaaluda, kas tasub üht või teist tootmisharu arendada.

**Tabel 1.** Odra ja päideroo toodangu väärtus 2010. aasta hinnatasemetel, EUR ha<sup>-1</sup>  
**Table 1.** Barley and reed canary grass output at 2010 price levels, EUR ha<sup>-1</sup>

	Kogus <i>Amount,</i> t ha <sup>-1</sup>	Hind <i>Price,</i> EUR t <sup>-1</sup>	Toodangu väärtus <i>Product value,</i> EUR ha <sup>-1</sup>
<b>Oder / Barley</b>			
Terad / <i>Grain</i>	3,00	117,60	352,79
Põhk / <i>Straw</i>	1,03	48,25	49,70
Ühtne pindalatoetus / <i>Single area payment</i>			78,93
<b>Toodangu väärtus KOKKU</b> <b><i>TOTAL value of product</i></b>			<b>481,42</b>
<b>Päideroog / Reed canary grass N<sub>60</sub>P<sub>11</sub>K<sub>44</sub></b>			
Saak, KA t ha <sup>-1</sup> <i>Dry matter yield, t ha<sup>-1</sup></i>	6,6	48,25	316,94
Ühtne pindalatoetus / <i>Single area payment</i>			78,93
<b>Toodangu väärtus KOKKU</b> <b><i>TOTAL value of product</i></b>			<b>395,87</b>
<b>Päideroog / Reed canary grass N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub></b>			
Saak, KA t ha <sup>-1</sup> <i>Dry matter yield, t ha<sup>-1</sup></i>	5,2	48,25	249,80
Ühtne pindalatoetus / <i>Single area payment</i>			78,93
<b>Toodangu väärtus KOKKU</b> <b><i>TOTAL value of product</i></b>			<b>328,73</b>

Odra kogutoodangu väärtuse kalkuleerimisel arvestati nii vilja- kui põhutoodangu väärtust (EUR ha<sup>-1</sup>), millele liideti juurde ühtne pindalatoetus (EUR ha<sup>-1</sup>). Odra kogutoodangu väärtuseks kujunes 481,42 EUR ha<sup>-1</sup> (Tabel 1). Päideroo kogutoodangu väärtuse kalkulatsioonis arvatati rajamisaasta ja kasutusaasta saagid keskmise saagina viljelusaastate kohta. Liites juurde ühtse pindalatoetuse kujunes päideroo väetisega variandi toodanguväärtuseks põhu keskmise turuhinna 48,25 EUR t<sup>-1</sup> juures 395,87 EUR ha<sup>-1</sup> ja väetiseta variandil 328,73 EUR ha<sup>-1</sup>.

Kattetulu 1. taseme arvutamisel (EUR ha<sup>-1</sup>) lahutati kogutoodangu väärtusest kultuuri kasvatamisega seotud kulud tehnoloogilistele materjalidele (EUR ha<sup>-1</sup>) (Tabel 2 ja 3). Sinna hulka arvestati kulutused seemnele, väetistele, taimekaitsevahenditele jm materjalidele. Odra ja päideroo kasvatamisega seotud materjalide kulunormid, sisendressursside hinnad 2010. aasta tasemetel ning kulutused materjalidele on toodud tabelites 2 ja 3. Masinakulusid ei arvestatud. Kõige kõrgem kattetulu 1. tase kujunes

päideroo väetamata variandil, kuna kulutused väetistele moodustasid suure osa nii odra kui ka päideroo väetisega variandi kasvatamisega seotud materjalikuludest.

**Tabel 2.** Odra kattetulu 1. tase 2010. aasta hinnatasemetel, EUR ha<sup>-1</sup>

**Table 2.** Barley gross margins at 1st level at 2010 price levels, EUR ha<sup>-1</sup>

Kulu nimetus <i>Cost name</i>	Kogus <i>Amount</i> ha <sup>-1</sup>	Ühiku hind <i>Product unit price</i> EUR	Sisendi väärtus <i>Product value</i> EUR ha <sup>-1</sup>
<i>Rajamisaasta muutuvkulud / Variable costs in establishment year</i>			
Seeme / <i>Seed</i>	210 kg	0,22	46,98
Herbitsiid Mustang (1 kord) <i>Herbicide Mustang</i>	0,4 l	17,32	6,93
<i>Kasutusaasta muutuvkulud / Variable costs in grazing year</i>			
Kompleksväetis NPK 18-8-16:			
Lämmastik N	72 kg	0,97	69,99
Fosfor P	14 kg	0,97	13,60
Kaalium K	53 kg	0,97	51,52
Võrk põhupallide sidumiseks <i>Net for straw packing</i>	1030 kg		2,50
<b>Keskised muutuvkulud KOKKU</b> <i>Average variable costs TOTAL</i>			191,52
<b>KATTETULU 1 / <i>Gross margin 1</i></b>			<b>289,90</b>

Kattetulu 2. taseme arvutamisel (EUR ha<sup>-1</sup>) arvestati toodangu väärtusest maha lisaks kattetulu 1. tasemel toodud kuludele konkreetsete tööoperatsioonidega kaasnevad masintööde kulud (Tabel 4). Energiaotstarbeline päideroog nõuab pärast rajamist suhteliselt vähe tööd ning kasvatamine tehnoloogilisse ketti täiendavaid masinaid ei lisa.

Odra tootmiskulude kalkuleerimisel arvestati järgnevate masintöödega: tüü randaalimine, kündmine (pöördader), kultiveerimine, kivide koristamine, libistamine (kerglibisti), mineraalväetise ja seemne vedu, külvamine (kombikülvik), taimekaitsetööd, väetise vedu ja pealtväetamine, kombainkoristus, vilja vedu kuivatisse, vilja kuivatamine ja hoiustamine, põhu rullimine (55%) ning muud abitööd.

Päideroo tootmiskulude kalkuleerimisel arvestati rajamisaastal järgnevate masintöödega: tüü randaalimine, kündmine, kultiveerimine, kivide koristamine, libistamine, väetise vedu ja külvamine, seemne vedu ja külvamine, rullimine, heina niitmine, kaarutamine, vaalutamine, heina pallimine. Kasutusaasta masintöödena arvestati järgnevate masintöödega: väetise vedu ja külvamine, niitmine muljurniidukiga, kaarutamine, vaalutamine, heina pallimine. Väetiseta päideroo tootmiskulude kalkuleerimisel väetamisega seotud masinakulusid ei arvestatud.

Päideroo NPK väetisega ja väetisteta variantide kattetulu kujunes odraga võrreldes kõrgemaks. Kõrgeim kattetulu (185 EUR ha<sup>-1</sup>) kujunes sisendressursside kõrgete hinnatasemetete tõttu just väetiseta päideroo variandil (Tabel 4). Tootjaomahind 2010. aasta hinnatasemetel oli päideroo väetisega variandil 40,81 EUR KA t<sup>-1</sup> ning väetamata variandil 33,95 EUR KA t<sup>-1</sup>.

**Tabel 3.** Päideroo kattetulu 1. tase 2010. aasta hinnatasemetel, EUR ha<sup>-1</sup>

**Table 3.** Reed canary grass gross margins at 1st level at 2010 price levels, EUR ha<sup>-1</sup>

Kulu nimetus <i>Cost name</i>	Kogus <i>Amount</i> ha <sup>-1</sup>	Ühiku hind <i>Product unit price</i> EUR	Toodangu väärtus <i>Product value</i> EUR ha <sup>-1</sup>
<b>Päideroog / Reed canary grass N<sub>60</sub>P<sub>11</sub>K<sub>44</sub></b>			
<i>Rajamisaasta muutuvkulud / Variable costs in establishment year</i>			
Seeme / <i>Seed</i>	20 kg	3,83	76,69
Herbitsiid Roundup Bio <i>Herbicide Roundup Bio</i>	8 l	9,75	78,00
Herbitsiid Mustang (1 kord) <i>Herbicide Mustang</i>	0,5 l	17,32	8,66
<i>Kasutusaasta muutuvkulud / Variable costs in grazing year</i>			
Kompleksväetis NPK 18-8-16:			
Lämmastik N	60 kg	0,97	58,33
Fosfor P	11 kg	0,97	10,69
Kaalium K	44 kg	0,97	42,77
Võrk heinapallide sidumiseks <i>Net for straw packing</i>			15,66
<b>Keskised muutuvkulud KOKKU</b> <i>Average variable costs TOTAL</i>			139,11
<b>KATTETULU 1 / Gross margin 1</b>			<b>256,75</b>
<b>Päideroog / Reed canary grass N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub></b>			
<i>Rajamisaasta muutuvkulud / Variable costs in establishment year</i>			
Seeme / <i>Seed</i>	20 kg	3,83	76,69
Herbitsiid Roundup Bio <i>Herbicide Roundup Bio</i>	8 l	9,75	78,00
Herbitsiid Mustang (1 kord) <i>Herbicide Mustang</i>	0,5 l	17,32	8,66
<i>Kasutusaasta muutuvkulud / Variable costs in grazing year</i>			
Lämmastik N	0 kg	0	0
Fosfor P	0 kg	0	0
Kaalium K	0 kg	0	0
Võrk heinapallide sidumiseks <i>Net for straw packing</i>			12,33
<b>Keskised muutuvkulud KOKKU</b> <i>Average variable costs TOTAL</i>			24,00
<b>KATTETULU 1 / Gross margin 1</b>			<b>304,73</b>

Kattetulu arvestuste põhjal saab kaaluda uue tegevusega alustamist, kuid otsuse tegemisel tuleb arvestada, et energiakultuuride kasvatamise kulud on biokütuste tootmiskulude arvestamise esimeseks tasemeks. Järgnevate biokütuste tootmiskulude tasemeteks on päideroo biomassi transpordi- ja töötlemiskulud. Soome kasvatamise kogemusi arvestades võib just ettevõtte kaugus töötlemiskohast oluliselt mõjutada



energiakultuuri kasvatamise otsuse tegemist. Nagu sealsed kogemused näitavad, tasub energiaheina varuda maksimaalselt 60 km kauguselt, kusjuures kokkuostetava heina eest makstav hind väheneb kauguse suurenedes (Pahkala, 2007).

**Tabel 4.** Odra ja päideroo kattetulu 2.tase 2010. aasta hinnatasemetel, EUR ha<sup>-1</sup>

**Table 4.** Barley and reed canary grass gross margins at 2nd level at 2010 price levels, EUR ha<sup>-1</sup>

	Oder Barley	Päideroog Reed canary grass (N <sub>60</sub> P <sub>11</sub> K <sub>44</sub> )	Päideroog Reed canary grass (N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )
KATTETULU 1 Gross margin 1, EUR ha <sup>-1</sup>	289,90	256,75	304,73
Keskmsed masintööde kulud / Average machinery works costs, EUR ha <sup>-1</sup>	317,07	128,94	119,62
KATTETULU 2 Gross margin 2, EUR ha <sup>-1</sup>	-27,17	127,82	185,10

### Kokkuvõte

Toodangu väärtus on päiderool nii väetisega kui ka väetamata variandis madalam kui odral, kuid kattetulu 1. tase on kõrgem päideroo väetamata foonil ja kattetulu 2. tase päideroo mõlemal foonil. See tuleneb sellest, et päideroo muutuvkulud ja keskmised masintööde kulud on odraga võrreldes madalamad.

Energiakultuuride kasvatamisel ei saa kasutada aga samu ressursse nagu traditsiooniliste kultuuride kasvatamisel. Sel põhjusel peab uus kultuur andma kõrgema oodatava sissetuleku kui konventsionaalsed toidukultuurid (põllumajanduskultuurid), selleks et tasuks nende kultuuride kasvatamist alustada.

Uue kultuuri kasvatamisel on vaja lisaks andmetele, mille alusel võrrelda energiakultuuride kasvatamisega seotud kulutusi ning toodangu müügist ja toetustest saadavaid laekumisi traditsiooniliste kultuuride kasvatamise vastavate näitajatega, ka kindlustunnet, et energiakultuuridest saadavat bioenergeetilist tooret on võimalik ka kasvatamiskoha läheduses turustada, kuna rohtse biomassi transpordi- ja töötlemiskulud võivad oluliselt tõsta toorme omahinda. Just lõpptoodangu kõrge omahind on siiani olnud peamiseks takistuseks bioenergia laialdasel tööstuslikul tootmisel ja kasutuselevõtul.

### Tänuavaldused

Uurimistööd toetab EV Põllumajandusministeerium (leping nr 74) ja EV hariduse ja teadusministeerium (SF 0170052s08).

### Kasutatud kirjandus

Annuk. K. 1979. Päideroo niitmise sagedusest, kõrgusest ja kolmeniitelise kasutuse niidetevahelise perioodi pikkusest. – *Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi*

- põllumajanduses* nr 27. Tallinn, lk 44–48.
- Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007–2013 eelnõu  
[<http://www.agri.ee/public/juurkataloog/BIOENERGEETIKA/bioenergia.pdf>]  
(02.02.2011)
- Eilart, S., Reidolf, V. 1987. Kõrreliste intensiivniitude saagikus ja kestus sõltuvalt lämmastikuga väetamisest ja niitesagedusest. – *Soovitud rohumaaviljeluse intensiivistamiseks Lõuna-Eestis*. Tallinn, lk 9–11.
- El Bassam, N. 2001. Renewable energy for rural communities. – *Renewable Energy* 24, 401–408.
- Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatuses. 2010. Maamajanduse Infokeskus.
- Landström, S.; Lomakka, L.; Andersson, S. Harvest in spring improves yield and quality of reed canary grass as a bioenergy crop – *Biomass and Bioenergy*, volume 11, No. 4, pp. 333-341.
- Pahkala, K. 2007. Reed canary grass cultivation for large scale energy production in Finland. – *Production and utilization of Crops for Energy*. NJF Seminar 405, 25–26, september 2007, Vilnius, Lithuania.
- Raave, H., Espenberg, E., Laidna, T., Muga, A., Noormets, M., Selge, A., Viiralt, R. 2009. Heintaimede sobivusest ja agrotehnikast energiaheina tootmiseks. – *Agronomia 2009*, Tartu, lk 248–253.
- Raave, H., Noormets, M., Selge, A., Viiralt, R. 2008. Energiaheina tootmise võimalikkusest Eestis. – *Agronomia 2008*, Tartu, lk 174–177.
- Tonn, B., Thumm, U., Claupein, W. 2010. Life-cycle analysis of heat generation using biomass from semi-natural grasslands in Central Europe. – *Grassland Science in Europe*, volume 1, pp. 284–296.

## SUUREMÕÕTKAVALISEST MULLASTIKUKAARDIST MAAKASUTUSE OTSUSTENI

**Elsa Suuster, Alar Astover, Hugo Roostalu**

Eesti Maaülikool

**Priit Penu**

Põllumajandusuuringute Keskus

**Abstract.** *Suuster, E., Astover, A., Roostalu, H., Penu, P. J. 2011. Implementation of large-scale soil map for agricultural decision making. – Agronomy 2010/2011, 223–230.*

*The Estonian Soil Map (digitized in 2001) and several databases hold important soil information which is modestly used because of complicated access and the limited knowledge of the decision makers. The aim of this study was to 1) give an overview of the Estonian Soil Map and arable soil databases, 2) show soil information as a part of the agricultural decision support system, 3) model soil humus stock and embed the model into the Soil Map in Tartu County. The Estonian large-scale (1:10,000) Soil Map contains information about soil type, texture, soil quality, humus content and classes of stoniness. The database contains several mistakes (e.g. typographical errors) and the information is in complex qualitative form which prevents the database from being directly usable for decision making. The datasets of arable land evaluation, national soil monitoring and agrochemical monitoring also provide substantial input to land use decisions. However, raw data is not suitable for direct usage, thus pedotransfer functions and other relationships between soil properties help to improve the use of the soil map. Examples of how different databases and maps can be used in making functional maps were created for regional humus stock estimation. The National Soil Monitoring dataset was used to predict soil bulk density values, and the arable land evaluation database, to calculate median humus content values for each unique soil type-texture combination. Humus content estimates and bulk density predictions were embedded into the Estonian Soil Map which enabled estimation of SOC stock for arable land in the humus horizon. Soil information is useful only when implemented in actual decision making; an example, based on the humus stock thematic map, was provided to illustrate improved use of available data.*

**Keywords:** *soil map, monitoring databases, functional maps, agricultural decision support system*

**Elsa Suuster, Alar Astover, Hugo Roostalu,** *Department of Soil Science and Agrochemistry, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 5, 51014 Tartu, Estonia*

**Priit Penu,** *Agricultural Research Centre, Teaduse 4/6, 75501 Saku, Estonia*

### Sissejuhatus

Eestis on muldade omadusi, viljakust, levikut ja kasutussobivust võrdlemisi põhjalikult uuritud. Tulenevalt muldade mitmekesisest funktsioonidest on jätkusuutliku põllumajanduse planeerimiseks vaja teada miks ja kuidas mullad talitlevad, milline on nende levik ja omaduste ajalis-ruumiline paiknevus. Muldade leviku iseloomustamiseks, ülevaate saamiseks muldadest kui loodusvarast ning tootmisressursist kasutatakse mullastikukaarte, mille kontuurid eristatakse reeglina muldade geneetilis-morfoloogilise klassifikatsiooni alusel. Eesti mullastik on täielikult

kaardistatud 1:10 000 mõõtkavas (Reintam et al., 2003) ning paberkaartide alusel on loodud staatiline GIS andmebaas (Link, 2001), kuid paraku on neid seni otsustusprotsessides vähe kasutatud. Maailmas on sarnase mõõtkavaga mullastikukaarte ainult väheste piirkondade kohta ning seega pole nende kaasatus otsustusprotsessidesse väga levinud. Käesoleva töö eesmärgiks on: 1) anda ülevaade Eesti suuremõõtkavalisest mullastikukaardist ja teistest põllumuldadega seotud andmebaasidest; 2) esitleda mullainformatsiooni seostamist agromajandusliku geoinfosüsteemi osana; 3) esitleda mullastikukaardiga ühildatud põllumuldade huumusvarude rakendusmudeleid Tartu maakonna näitel.

Käesolev uurimus tugineb Eesti muldadega seotud kaartide ja andmebaaside analüüsil, mille aluseks on nii kirjanduses avaldatu kui ka nende mullastikuandmete kasutuskogemusel põhinevad üldistused. Põhjalikumalt käsitlust leiab Eesti suuremõõtkavaline digitaalne mullastikukaart ja selle andmebaas. Lühülevaade antakse teistest põllumuldade uuringute ja seire andmebaasidest, mis on olulise tähtsusega mullastikukaardi rakendusmodelite väljatöötamisel.

### **Suuremõõtkavaline digitaalne mullastikukaart**

Süsteemaatiline Eesti suuremõõtkavaline mullastiku kaardistamine sai alguse 1954. aastal (mõõtkavad 1:10 000 ja Kagu-Eestis 1:5000), kui Põllumajandusministeeriumi Maakorralduse Valitsuse alluvusse loodi Igna Rooma juhtimisel mullauurijate töörühm (hilisem Eesti Põllumajandusprojekt mullastiku uurimise osakond). Esialgu teostati kaardistamist üksnes põllumajandusettevõtete maalidel, kuid aastatel 1988–1989 viidi läbi maaparandusobjektide mullastiku kaardi korrektuur ja 1976–1989 teostati riigimetsamaade mullastiku kaardistamine (Piho et al. 1960, Kokk et al. 1968, Metsamajandite... 1978/1983, Põllumajanduslike... 1989). Mullastiku kaardi laiema kasutatavuse tagamiseks ja arhiivis paremaks säilitamiseks hakati 1992. aastal erinevaid väliuurimuste tulemusi vormistama ühtsetele kõlviku piiridega varustatud katastrikaardi lehtedele (Maa-amet, 2001). Digitaliseerimine ehk traditsioonilisel viisil koostatud mullastikukaartide skaneerimine, kontuuride vektoriseerimine ja elektroonilise andmebaasi seostamine kaardikihiga viidi AS E.O.Map poolt Maa-ameti tellimusel lõpuni 2001. aastaks. Digitaliseeritud mullakaart on vabalt ligipääsetav Maa-ameti Geoportaali veebirakenduse kaudu ja olemas erinevates GIS tarkvara vektor failiformaatides.

Suuremõõtkavaline kaart pakub detailset infot muldade levikust. Mullakaart sisaldab asukohapõhist informatsiooni mulla nimetuse, lõimise, boniteedi, huumuse ja kivisuse kohta (Maa-amet, 2001). Seega on mullastikukaardi andmestik püsivate ehk ajas aeglaselt muutuvate näitajate kohta, mistõttu on suurem osa aastakümnete eest kaardistatud mullaandmetest kasutatav ka tänapäeval. Siiski on teatud muldade ja maakasutuse korral vaja kriitiliselt hinnata info ajakohasust. Inimtegevuse mõjutusel on võimalik kaardistatud näitajate suhteliselt kiire muutumine. Näiteks, põllumaaladel võib liigsügava mullaharimisega kaasneda huumuskatte segunemine alumiste horisontidega ja kaardil toodud huumuskihi tüsedus ei pruugi enam vastata tegelikkusele. Samuti tuleb mullastikukaardi kasutamisel arvestada, et üks kaardistamisühik hõlmab sageli mitut sarnaste omadustega mulla liiki, mistõttu kaardil võib olla toodud komplekskontuur, mille puhul on näidatud erinevate muldade osatähtsus, kuid puudub info nende kontuurisisesest paiknemisest.

Eesti suuremõtkavalise mullastikukaardi kasutamise vajadust maakasutusotsuste tegemisel on rõhutatud ka varasemalt (Reintam et al., 2003). Kaardi kasutamisel peaks arvestama, et see ei pruugi olla piisava asukohatäpsusega otsustuste jaoks, kus on vaja hinnata mullastiku varieeruvust alla 0,5-1 ha suurustel aladel. Kindlasti on see aga sobilik kõlviku tasandil (põld, metsaeraldis jne) tehtavateks maakasutuse otsustusteks. Mullakaardi andmebaasis kajastatu on valdavalt kvalitatiivse olemusega ning tähistatud erialaspetsiifiliste tingmärkidega, mis muudab selle tavakasutajale raskesti mõistetavaks. Lisaks on digitaliseerimise käigus mullakaardi andmebaasi jäänud mitmeid vigu ja ebatäpsusi: 1) tähemärgi- ja loogikavead, 2) geomeetrias esinevad vead, 3) lõimisevalem on toodud raskesti arusaadaval kujul, 4) mullakaart on teatud kohtades nihkes võrreldes aluskaardiga. Need raskendavad olemasoleva andmebaasi rakendamist infosüsteemi osana ning vajavad täiendavat korrastamist. Lisaks eelnevalt loetletud puuduste kõrvaldamisele on tingimata oluline sisulise osa parendamine lisades mullastiku üldinfot ja täiendades mullakaarti maakasutajatele arusaadavamate (kasutus sobivuse hindepunktid jms) infokihtidega.

Eesti digitaalne mullakaart on maailmas unikaalne just suuremõtkavalisuse tõttu. Eesti on üks väheseid riike, kus kogu maismaa mullad on sellise täpsusastmega kaardistatud. Digitaalne suuremõtkavaline mullastikukaart on juba kasutust leidnud mitmetes uuringutes nagu näiteks erodeeritud põllumuldade (Köster et al., 2008) ja turvasmuldade (Kõlli et al., 2009a) leviku hindamisel. Seda saab kasutada uute kaardikihtide loomiseks ja maakasutusotsuste tegemiseks.

### **Eesti põllumuldade andmebaasid**

Mullastikukaartide rakenduste loomiseks põllumajandusliku maakasutuse tarbeks on Eestis kasutada mitmeid põllumuldade levikut ja omadusi kajastavaid andmebaase. Olulisemateks ja mahukamateks on neist 1) haritava maa hindamise andmebaas, 2) põllumuldade seire andmestik ning 3) agrookeemilise seire andmestik. Lisaks omavad mulla rakendusmodelite loomisel suurt tähtsust veel Eestis aastakümnete jooksul sajad ühe või teise kultuuriga erinevatel muldadel korraldatud põldkatsed, riiklike sordivõrdluskatsete tulemused, agrometeopunktide jms andmed.

Haritava maa hindamise andmebaas on koostatud 1990. aastatel ja sisaldab mullaomadusi haritava maa kasutusüksuste kaupa (Maa-amet, 2001). Selle väärtust kahandab vananenud kuivendusseisundi hinnang boniteedi arvutamisel, samuti haritava maa kasutamise muutus. Andmebaasis on info agronoomiliste allrühmade, mulla inventeerimisüksuste, kallakuse astme, mulla lõimise, peen- ja suurkivisuse, huumushorisoni tüseduse ja huumusesisalduse, loodusliku veerežiimi kontrastsuse, kuivendusseisundi ja boniteedi kohta. Andmestik on *Exceli* tabelitena, selle juurde kuuluv kasutusüksuste süsteemi kajastav kaardistik aga paberandjal.

Eestis alustati RPI Eesti Põllumajandusprojekti poolt põllumuldade süstemaatilist seiret 1983. aastal (Penu, Rooma, 2004). Seire ei ole olnud järjepidev ja seetõttu saame eristada kahte perioodi: 1983–1994 ja 2002. aastast kuni tänaseni. Seire esimesel perioodil alustati töid 79-l vaatlusväljakul ning selles saab eristada (1) huumuskatte ja (2) sügavkaevete uuringuid. Esimese seireperioodi andmestik vajab veel digitaliseerimist. Mullaseire tulemusi on kirjeldava statistika tasandil esitletud väljaande seerias Eesti Mullastik Arvudes. Käesoleval ajal jätkub seire piiratud mahus

(30 ala) ja seda teostab Keskkonnaministeeriumi tellimusel riikliku keskkonnaseire osana Põllumajandusuuringute Keskus.

Agrokeemiline seire ehk mullaviljakuse programm on praktilise suunitlusega põllumuldade väetistarbe määramiseks. Muldade agrokeemiliste omaduste laialuluslikum määramine algas meil 1928. aastal ning esimene süstemaatiline seirering oli aastatel 1957–1964 (Järvan et al., 1996). Pea kogu haritava maa ulatuses viidi kuni 1980ndate lõpuni läbi viis väetistarbe määramisringi. Viimasel väetistarberingil (2002–2008), mida teostas Põllumajandusuuringute Keskus, on osaliselt üle mindud uutele analüüsimeetoditele. Seetõttu on aktuaalne väetistarbe gradatsioonide jätkuv edasiarendamine. Agrokeemilise seire tulemuste ühildamine mullastikukaardi andmetega võimaldaks oluliselt tõhustada väetissoovituste nõuandesüsteemi.

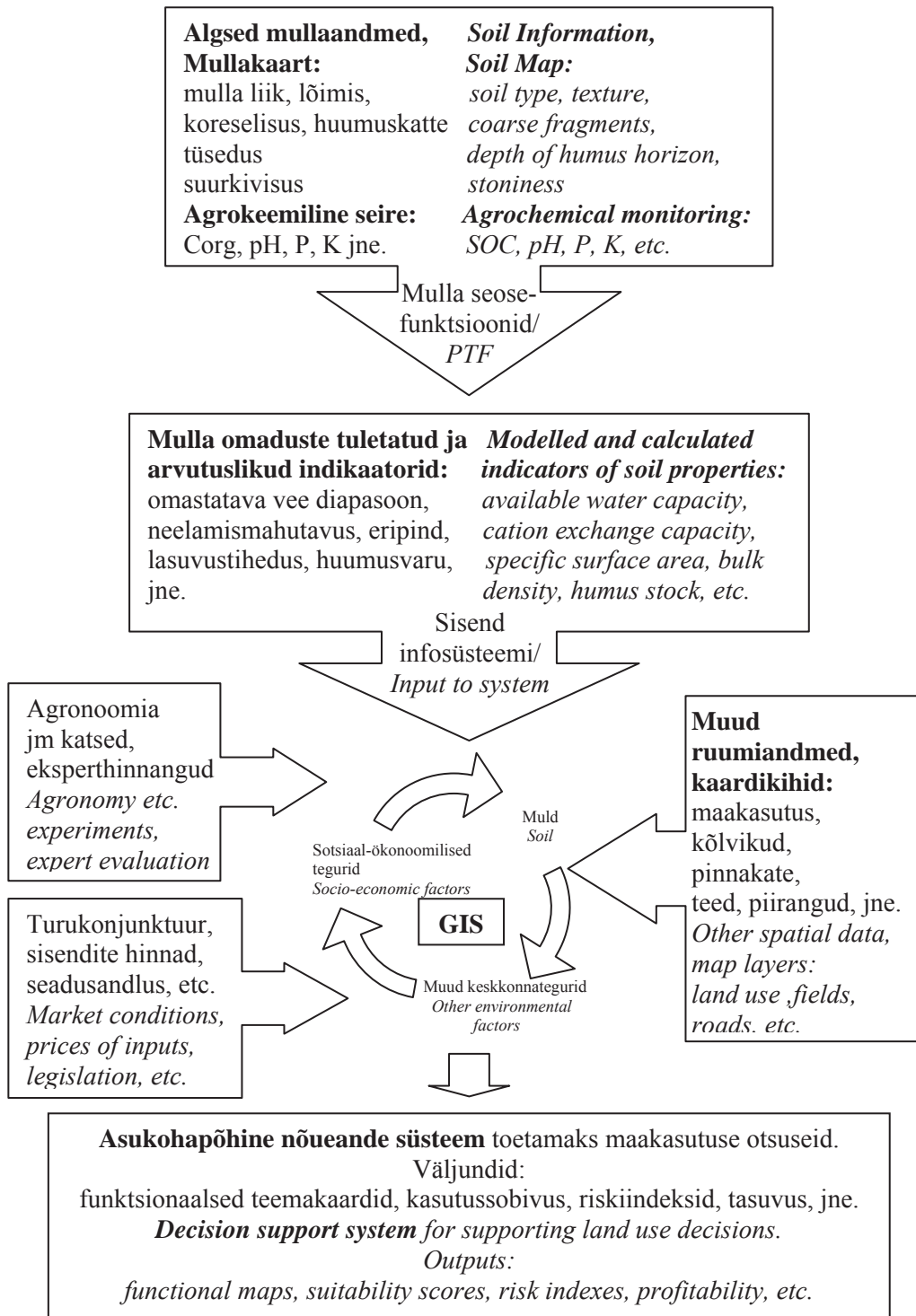
### **Mullainformatsiooni kaasamine otsusprotsessi**

Muldade uurimisel kogutud esmane andmestik pole reeglina ilma põhjalike erialateadmisteta otsuste tegemiseks otseselt rakendatav. Ilmne on vajadus teisendada mulla spetsiifiline teave asjaosalistele arusaadavamaks ning muuta see hõlpsalt kättesaadavaks. Kaasaegne mulla informatsiooni süsteem (MIS) on olemuselt temaatiline GIS-rakendus, milles põimuvad muldade kaardistamise, seire jm andmed, eksperthinnangud ning modelleerimine (Manderson, Palmer, 2006). Erinevates allikatest pärinevate mullaandmete ja mudelite omavaheline seostamine täiustab olulisel määral muldade jätkusuutlikuks kasutamiseks vajalike otsuste tegemist.

Kuna loodusobjektide kõikne uurimine mitmekesisel ajalis-ruumilisel skaalal pole piiratud ressursside tingimustes võimalik, siis tõstatub vajadus välja töötada muldade omadusi, protsesse ja levikut väljendavad seosed ja mudelid. Kvantitatiivsete seoste abil on võimalik teisendada olemasolevad andmed vajalikuks informatsiooniks, mis toetaksid objektiivset otsustamist. Kvantitatiivsed seosed lihtsamini määratavate, reeglina kaartidel kajastatud või seires kogutavate ning komplekssemate mulla näitajate vahel ehk mulla seosefunktsioonid (ingl. k. *pedotransfer functions* – *PTF*) võimaldavad näiteks mullastikukaartidel olevate andmete põhjal koostada uusi rakenduslikke infokihte ja tekitada sisendandmeid keerukamate mudelite jaoks (McBratney et al., 2002).

Jätkusuutlikuks maakasutuseks ei piisa ainult mullapõhisest teabest, vaid arvestama peab muld-taim-keskkond jm vastastikuseid seoseid ning sotsiaal-majanduslikke tegureid. Nii tekib vajadus veelgi komplekssemate infosüsteemide järele. Põllumajanduse, mis on üheks peamiseks mullaressursi intensiivseks kasutajaks, näitel oleks selle temaatiliseks arenduseks agro-majanduslik geoinfosüsteem (Astover et al., 2006). Selle väljunditeks võivad olla asjaosalistele huvipakkuvad ja arusaadavad teemakaardid, mis kajastavad kasutussobivuse erinevaid aspekte ja tootmisega kaasnevaid riske (joonis 1). Nii võivad taimekasvatuses rakendusliku teemakaardi näiteks olla asukohapõhised väetussoovitused, mis arvestavad samaaegselt mulla omadusi, kultuurtaime vajadusi ja turukonjunkturi. Arvukate katse- ja tootmistulemuste üldistustena Eestis välja töötatud muldade kasutussobivuse indeksite (10-punktilisel skaalal) seostamine mullastikukaardi algandmetega võimaldab leida iga põllu, talu või regiooni tasandil optimaalseid lahendeid agronoomiliselt põhjendatud maakasutuse osas.





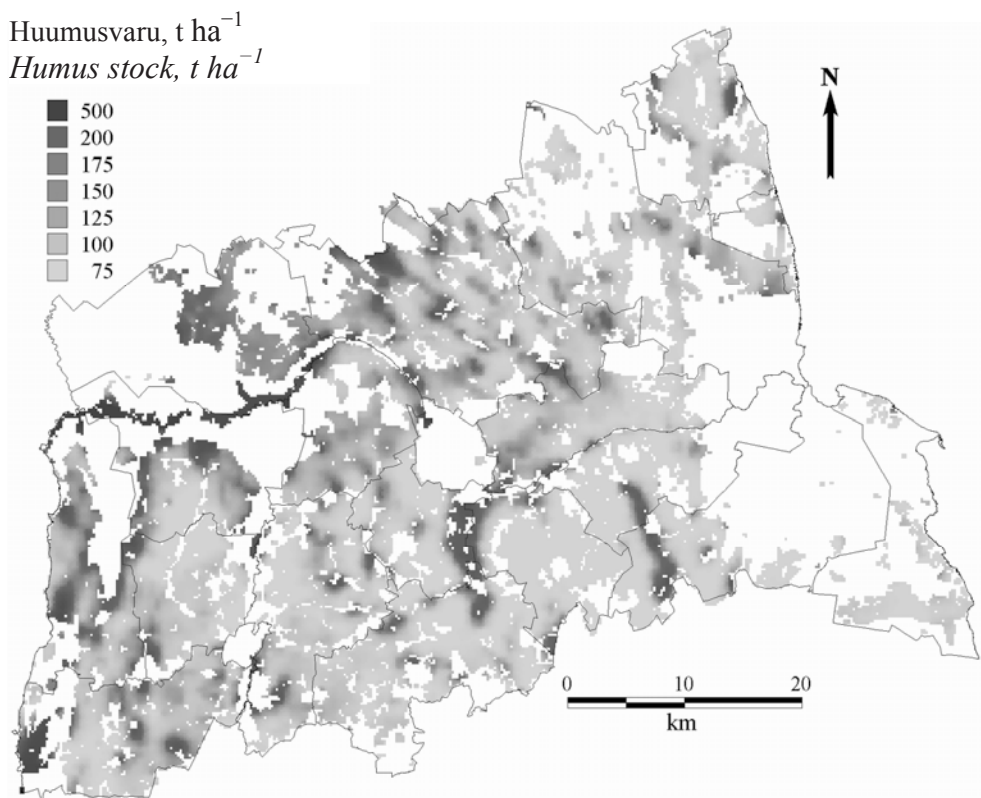
**Joonis 1.** Mullaandmete info rakendamine agromajandusliku geoinfosüsteemi osana  
**Figure 1.** Soil information and its application in agricultural decision support system



## Huumusvarude modelleerimise näide

Mulla orgaanilisel ainel on oluline roll mulla viljakuse, füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste omaduste ning saagikuse kujunemisel. Muldade huumusseisundi iseloomustamiseks kasutatakse huumuse sisaldust (%), huumusvaru ( $t\ ha^{-1}$ ) ja -käivet iseloomustavaid näitajaid. Mulla huumusvaru ei oma tähtsust mitte ainult kohalikul tasandil, vaid selle säilitamisel ja suurendamisel on ka globaalne keskkonnapoliitiline aspekt. Orgaanilise süsiniku sidumisega muldkattes väheneb  $CO_2$  emissioon atmosfääri.

Tartu maakonna põllumuldade huumusvaru modelleerimiseks kasutati põllumuldade seire andmebaasi, haritava maa hindamise andmebaasi ja suuremõõtkavalist digitaliseeritud mullakaarti. Huumusvaru sõltub peamiselt huumushorizonti tusedusest, huumuse sisaldusest, lasuvustihedusest ja mulla peeneselise osa massist (Kõlli et al., 2009b). Kuna mulla lasuvustiheduse väärtust mullastikukaardil kajastatud pole, siis kasutati selle tuletamiseks mulla seosefunktsioone (PTF), mis töötati välja põllumuldade seire andmebaasi põhjal kasutades segamudeli meetodikat. Mullastiku-kaardi algandmetest lähtuvalt leiti igale mullakontuurile koostatud prognoosimudeli abil lasuvustihedus ja mulla huumuse sisaldus saadi mullastikukaardile omakorda päringutega mahukast haritava maa hindamise andmebaasist mullaerimite keskmiste väärtustena.



**Joonis 2.** Tartu maakonna põllumuldade huumusvaru ( $t\ ha^{-1}$ ) huumushorisondis  
**Figure 2.** Topsoil humus stock for arable soils in Tartu County,  $t\ ha^{-1}$

Tartu maakonna põllumaade keskmine huumusvaru huumuskihis on 119 t ha<sup>-1</sup> (joonis 2). Temaatilisel kaardil on näha, et enamik Tartu maakonna haritavaid muldi on huumusvaruga 75–150 t ha<sup>-1</sup>. Alad, kus mulla huumusvaru ulatub üle 200 t ha<sup>-1</sup> iseloomustavad madal soo muldi ja seal on huumuse asemel tegu hästi lagunenud orgaanilise ainega. Selline mullaandmete ja mudelite ühildamine geoinfosüsteemi võimaldab koostada huumusvaru teemakaarte ja sealt edasi kas saagikust või muid huvipakkuvaid väljundeid alates põllu tasandist kuni regionaalse analüüsini.

## Kokkuvõte

Mullainfo kasutamine reaalses maakasutuse otsustusprotsessides on olnud senini tagasihoidlik, kuigi suuremõtkavaline digitaalne mullastikukaart on olnud kättesaadav alates 2001. aastast. Olemasolevate digitaalsete mullastikukaartide ja -andmebaaside ning põllumuldade seire spetsiifiline info on võimalik teisendada tavakasutajatele lihtsamini mõistetavamaks ja kättesaadavamaks. Kasutades erinevaid andmebaase, mulla seosefunktsioone ja mullastikukaarti on võimalik luua uusi infokihte, mis pakuvad põllumajandustootjatele tuge maakasutusotsuste tegemiseks. MIS moodustab keske komponendi põllumajanduse asukohapõhistes nõuandesüsteemides. Mullastikuinfo kaasamine agromajandusliku geoinfosüsteemi osana loob aluse efektiivse ja säästva põllumajanduse kujundamiseks ja see leiaks senisest tõhusamat rakendust nõuandeteenistuses, talude ja ettevõtete tootmistegevuses, agrotehnoloogiate valikul, keskkonnariskide hindamisel ja regionaalplaneerimises.

## Tänuavaldused

Uurimusi on toetanud EV Põllumajandusministeerium riikliku programmi “Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009–2014” raames projekti „Mullastikukaartide- ja andmebaaside rakendused jätkusuutlikuks maakasutuseks ja põllumajandustootmiseks“ kaudu.

## Kasutatud kirjandus

- Astover, A., Roostalu, H., Mõtte, M., Tamm, I., Vasiliev, N., Lemetti, I. (2006). Decision support system for agricultural land use and fertilization optimisation: a case study on barley production in Estonia. – *Agricultural and Food Science* **15**(2), 77–88.
- Järvan, U., Kanger, J., Kevvai, L., Sisask, M., Tüür, R. 1996. Eesti haritava maa agrokeemilise seisundi kujunemine. – *EPMÜ teadustööde kogumik* **187**, 15–22.
- Kokk, R., Rooma, I., Valler, V. 1968. *Mullastiku kaardistamise välitööde meetodika*. Tartu.
- Kõlli, R., Astover, A., Noormets, M., Tõnutare, T., Szajdak, L. 2009a. Histosol as an ecologically active constituent of peatland: a case study from Estonia. – *Plant and Soil* **315**, 3–17.
- Kõlli, R., Ellermäe, O., Köster, T., Lemetti, I., Asi, E., Kauer, K. 2009b. Stocks of organic carbon in Estonian soils. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, **58**(2), 95–108.
- Köster, T., Penu, P., Kikas, T. 2008. Erosiooniohtlike muldade levik Eestis. – *Agronoomia 2008*, lk 11–14.
- Link, L. 2001. Digitaalsete mullastikukaartide kasutusvõimalused põllumajanduses. – *EPMÜ teadustööde kogumik*, **212**, lk 69–72.
- Maa-amet. 2001. *Vabariigi digitaalse suuremõtkavalise mullastiku kaardi seletuskiri*. Tallinn, 46 lk.

- Manderson, A., Palmer, A. 2006. Soil information for agricultural decision making: a New Zealand perspective. – *Soil Use and Management*, **22**, 393–400.
- McBratney, A.B., Minasny, B., Cattle, S.R., Vervoort, R.W. 2002. From pedotransfer functions to soil inference systems. – *Geoderma* **109** (1–2), 41–73.
- Metsamajandite maade mullastiku kaardistamise välitööde juhend. 1978/1983. Tallinn.
- Penu, P., Rooma, I. 2004. Põllumuldade seire kui osa mullakaitsest. – *Muld ökosüsteemis, seire ja kaitse*, Teaduste Akadeemia Kirjastus, toim. L. Reintam, Tartu-Tallinn, lk 24–35.
- Piho, A., Rooma, I., Rõõs, O. 1960. Maafondi mullastiku kaardistamise välitööde juhend. Tartu.
- Põllumajanduslike ettevõtete looduslike maade mullastiku kaardistamine. 1989. Tallinn.
- Reintam, L., Kull, A., Palang, H., Rooma, I. 2003. Large-Scale Soil Maps and a Supplementary Database for Land Use Planning in Estonia. – *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **166**(2), 225–231.

## **SÖNNIKU LIIGILINE JAOTUS EESTIS JA SELLE TOITAINETE RAHALINE VÄÄRTUS**

**Kalvi Tamm, Raivo Vettik**  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**Abstract.** *Tamm, K., Vettik, R. 2011. Allocation of different types of manure in Estonia and monetary value of manure nutrients – Agronomy 2010/2011, 231–236.*

*Different types of manure handling technologies are used in Estonia. The importance of the differences should be explained in preparation for research on those technologies; concentration of manure by type can be used as an indicator for that purpose. One aim of the present paper is to report the results of inquiry undertaken to explain the amounts of different kinds of manures in Estonia.*

*To compare the costs of different fertilising technologies the monetary value of manure should be estimated. Therefore, another aim of the paper is to present an overview of prices of different kinds of manure, calculated by content and price of NPK.*

*The results established that in 2009 1.5 Mt slurry and 0.7 Mt of solid manure were handled annually in IPPC farms in Estonia. The cattle slurry accounted for 77% of the whole amount, representing 92% of manure in pig production and 61% in cattle farms. The price of manure is as follows: 6.39 € t<sup>-1</sup> for cattle slurry, 8.05 € t<sup>-1</sup> for solid cattle manure, 7.63 € t<sup>-1</sup> for pig slurry and 11.43 € t<sup>-1</sup> for solid pig manure. If the manure is bought for use on an individual farm, the handling costs of the manure should also be taken into account, because it determines the final cost of plant nutrition elements moved to the soil.*

**Keywords:** *annual production of manure, liquid manure, monetary value of manure nutrients, plant nutrients, solid manure*

**Kalvi Tamm, Raivo Vettik,** *Department of Agricultural Engineering and Technology, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia.*

### **Sissejuhatus**

Sõnnik, sisaldades arvestatavas koguses taimedele vajalikke toiteaineid (N, P, K, Ca, S, Mg jt), on kujunenud oluliseks kohalikuks väetiseks. Sealjuures tuleb silmas pidada sõnnikus sisalduvate toiteainete omastatavust taimede poolt. Lämmastik on sõnnikus nii NH<sub>4</sub>-N-na kui ka orgaaniliselt seotud N-na. NH<sub>4</sub>-N mõjub õige laotamistehnoloogia kasutamise korral kasutusaastal sama hästi kui mineraalväetisega antud N. Orgaaniline lämmastik peab aga esmalt mullas mineraliseeruma. Sõnnikus ja mineraalväetistes sisalduvat kaaliumi ja fosforit kasutavad taimed sarnaselt. Sõnnikus on ka orgaanilist süsinikku, mis parandab mulla struktuuri, vee- ja õhurežiimi, kuid seda on sõnniku väärtuse leidmisel keeruline arvestada. Lisaks aktiveerib sõnniku kasutamine mullas toimuvaid mikrobioloogilisi protsesse.

Uurides ja võrreldes erinevaid väetamistehnoloogiaid, on tekkinud küsimus, kui suur on laotatav sõnniku kogus ja selle alaliigid Eestis ning seega kui olulised on mingit liiki sõnniku käitlemise tehnoloogiad Eestis üldiselt ja piirkonniti.

Üldiseid koguseid loomaliikide kaupa on võimalik tuletada loomade arvu ja nende aastase teoreetilise väljaheidete koguse järgi. Selleks aga, et selgitada vedel- ja tahesõnniku osakaalu kogu sõnnikust, korraldati 2009. aastal Eesti põllumajandus-

ettevõtetes küsitlus.

Koik et al. (2009) on käsitlenud vedel- ja tahesõnnikus sisalduvate taimetoite-elementide põllule viimise kulusid juhul, kui on tegu ettevõttes toodetud sõnnikuga ning selle rahalist väärtust ei arvestatud. Juhtudel, kus sõnnik ostetakse ettevõttesse või on mõnel muul põhjusel selle ostu-müügihinda vaja määrata, tekib vajadus hinnata selle taimekasvatuse jaoks vajaliku materjali rahalist väärtust. Käesoleva artikli eesmärk on anda ülevaade Eesti keskkonnakompleksloa kohuslaste (KKLK) nimekirjas olevate sea- ja veisekasvatusega tegelevates ettevõtetes aastas käideldava sõnniku kogustest ning selle rahalisest väärtusest põhiliste taimetoiteelementide (N, P, K) sisalduse ja hinna kaudu.

Artiklis esitatakse materjalid ja meetodid, mille põhjal tulemused leitakse. Tulemuste osas antakse ülevaade sigade ja veiste väljaheidete summaarsest arvutuslikust kogusest, küsitatud KKKL poolt toodetud sõnniku kogustest ja sõnniku hinnangulisest rahalisest väärtusest Eestis. Arutelu võrreldakse sõnnikuliikide osakaale varem kirjanduses esitatud väärtustega ja põhjendatakse arvutuslike ning küsitluse põhjal saadud tulemuste erinevusi.

Artikli tulemusi on võimalik kasutada mingit liiki sõnniku käitlustehnoloogia uurimise vajaduse põhjendamisel, sõnnikuga seotud tootmissuundade ja tehnoloogiate majandusarvutustel, sõnnikulaotuse teenuse pakkumise kavandamisel ning sõnnikuga kauplemisel.

## **Materjal ja meetodika**

Eesti Statistikaameti (2010) andmeil oli 2009. aasta lõpus Eestis 232 400 veist (k.a vasikad) ja 362 300 siga (k.a põrsad). Aastaste väljaheidete koguste arvutamisel võeti aluseks keskmised aastased väärtused eri loomgruppide lõikes, lähtuvalt määruse „Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid“ (2008) lisast. Sealjuures piimaveiste puhul arvestati keskmise piimatoodanguga 7000 kg aastas lehma kohta. Eesti Statistikaametis (2011) avaldatud viimase 8 kvartali (2008. a 4 kvartal kuni 2010. a 3. kvartal) andmete põhjal oli aasta keskmine piimatoodang lehma kohta 6981 kg. Väljaheidetes olevate toiteelementide N, P ja K summaarse koguse arvutamisel kasutati parima võimaliku tehnika (PVT) juhendmaterjalides (PVT, 2007; PVT, 2004) avaldatud vastavaid väärtusi. Väljaheiteid käideldakse kas vedel- või tahesõnnikuna. Vedelsõnnikuna määratleme selle osa, mis on pumbatav ja vedelsõnnikulaoturiga laotatav.

Andmeid, kui palju tekib aastas sea- ja veisekasvatusega tegelevates ettevõtetes tahe- ja vedelsõnnikut tegelikult, ei olegi lihtne leida. Kui veiseid karjatatakse, siis osa sõnnikut jääb karjamaale ja seda sõnnikukogust ei ole vaja käidelda. Eesti Statistikaameti andmebaas sisaldab andmeid loomaliikide koguarvu kohta erinevate vanusegruppide lõikes. Selle alusel saab arvutada keskmise sõnnikukoguse, kuid ei selgu millist sõnniku käitlemise süsteemi rakendatakse.

Eestis aastas tekkiva käitlemist vajava vedel- ja tahesõnniku koguse selgitamiseks korraldati küsitlus. Küsitluse aluseks võeti sea- ja veisekasvatusega tegelevad ettevõtted, kelle kontaktandmed olid kantud KKKL nimekirja (IPPC, 2009). Eesti Vabariigi Valitsuse määrusega „Keskkonnakompleksluba nõudvate alltegevusvaldkondade ja künnisvõimsuste kehtestamine ning olemasolevate käitiste käitajate poolt kompleksloa taotluste esitamise tähtaegade kehtestamine“ (2002) on määratud

vastavad künnisvõimsused:

- seakasvatuskäitises kohtade arvuga rohkem kui 2000 seale (kehamassiga üle 30 kg) või 750 emisele;
- veisekasvatuskäitises, kus peetakse üle 300 piimalehma või üle 400 ammalehma või üle 600 noorveise, kelleks loetakse üle 8 kuu vanuseid lehmmullikaid kuni poegimiseni ja üle 8 kuu vanuseid pulle.

Küsitlus viidi läbi augustis ja septembris 2008. aastal ja täiendavalt täpsustati andmeid 2009. aasta septembris. Mitmetes küsitletud veisefarmides oli käsil üleminek tahesõnniku tehnoloogialt vedelsõnniku tehnoloogiale ja seetõttu ei osatud vedelsõnniku kogust prognoosida. Kontaktandmed olid olemas 62 seakasvatusega tegeleva ettevõtte ja 190 veisekasvatusega tegeleva ettevõtte kohta. Tegelikult saadi kontakti 196 ettevõttega, mis oli 78% kompleksloa kohuslaste üldarvust.

Farmides toodetud sõnniku kuivaine ja taimetoiteelementide sisaldus on erinev. Arvutustes on võetud aluseks 2009. aasta esimesel poolel Põllumajandusuuringute Keskuses ja Eesti Maaülikooli laboratooriumides tehtud vedelsõnniku keemilise analüüsi keskmised väärtused: 6,9% kuivainesisaldusega veise vedelsõnnik N – 3,6 kg t<sup>-1</sup>, P – 0,6 kg t<sup>-1</sup>, K – 2,3 kg t<sup>-1</sup> (24 analüüsi keskmine) ja 5,7% kuivainesisaldusega sea vedelsõnnik N – 4,5 kg t<sup>-1</sup>, P – 1,0 kg t<sup>-1</sup>, K – 1,8 kg t<sup>-1</sup> (12 analüüsi keskmine). Keskkonnaministeeriumi väljaande „Sõnniku keskkonda säästev hoidmine ja käitlemine“ (2005) andmeil sisaldab veise tahesõnnik N – 4,5 kg t<sup>-1</sup>, P – 1,1 kg t<sup>-1</sup>, K – 3,1 kg t<sup>-1</sup> ja sea tahesõnnik N – 7,4 kg t<sup>-1</sup>, P – 1,6 kg t<sup>-1</sup>, K – 3,2 kg t<sup>-1</sup>. Tahesõnniku korral on kirjandusallika andmeid kasutatud seetõttu, et 2009. aasta esimesel poolel ei olnud Põllumajandusuuringute Keskuse ja Eesti Maaülikooli laboratooriumidest arvutusteks piisavalt analüüse tellitud.

Sõnniku rahalise väärtuse leidmisel arvutati taimetoiteelementide (N, P, K) hinnad mineraalväetiste hindadest lähtuvalt. Arvutustes kasutati Baltic Agro AS hinnakirja seisuga 15.10.2010. a.

## Tulemused ja arutelu

Küsitletud 55-st seakasvatuseetevõttest oli 9 ainult tahe- ja 46 täielikult või osaliselt vedelsõnniku süsteemiga. 138-st veisekasvatuseetevõttest oli 58 ainult tahe- ja 80 täielikult või osaliselt vedelsõnniku süsteemiga. Kokkuvõtte vedel- ja tahesõnniku käideldavate koguste ja paiknemise kohta maakondades on esitatud tabelis 1.

KKLLK ettevõtetes käideldakse aastas kokku ca 1,5 milj tonni vedelsõnnikut ja ca 0,7 milj tonni tahesõnnikut. Protsentuaalselt väljendades moodustab käideldavast sõnnikust 68% vedel- ja 32% tahesõnnik. Seasõnnik moodustab kogu käideldavast sõnnikust 23%. 30 Euroopa riiki hõlmav EL projekti MATRESA (*MANure TREATment Strategies for Sustainable Agriculture*) (Eestit esindas seal EMVI vanemteadur Ph.D Gennadi Bogun) tulemusi kajastava Manure Management (2003) andmetel oli Eestis vedelsõnniku osakaaluks alla 50% ja seasõnniku osakaaluks alla 20% kogu sõnnikust. Järelikult on Eestis suurenenud vedelsõnniku süsteemi kasutatavate ettevõtete arv. Seasõnniku osakaalu suurenemine on seletatav sigade osakaalu 4%-se kasvuga sigade ja veiste koguarvust (Eesti Statistikaamet 2010). Vedelsõnnikut käideldakse kõige enam Lääne-Virumaal, koguseliselt järgnevad Viljandi- ja Järvamaa. Käideldav kogus oli väikseim Ida-Virumaal. Hiiumaal KKLLK vedelsõnniku tehnoloogiaga ettevõtteid küsitluse aluseks võetud nimekirjas ei olnud. Tahesõnniku käideldav kogus oli suurim



Järvamaal, järgnevad Jõgeva- ja Pärnumaa ning väikseim kogus jällegi Hiiumaal.

Vedelsõnnik moodustas ettevõtetes käideldavast sõnnikust seakasvatustes 92% ja veisekasvatustes 61%. Kogu tahesõnnikust moodustas veise tahesõnnik 94%. Manure Management (2003) andmetel oli Eestis sea vedelsõnniku osakaal 50–65% seasõnnikust ja veise vedelsõnniku osakaal alla 50% veisesõnnikust. Sama allika andmeil moodustas veiste tahesõnnik üle 85% kogu tahesõnnikust.

**Tabel 1.** Summaarne sõnniku aastatoodang küsitletud ettevõtetes maakondade lõikes, tuhandetes tonnides

**Table 1.** Annual production of manure as the sum of the interviewed companies per counties, thousands of tons

Maakond <i>County</i>	Vedelsõnnik / <i>Liquid manure</i>			Tahesõnnik / <i>Solid manure</i>		
	Sead <i>Pigs</i>	Veised <i>Cattle</i>	Kokku <i>Total</i>	Sead <i>Pigs</i>	Veised <i>Cattle</i>	Kokku <i>Total</i>
Harju	25,1	43,6	68,7		20,0	20,0
Hiiumaa				4,0	2,0	6,0
I-Viru	2,5	20,0	22,5	1,5	8,0	9,5
Jõgeva	36,1	79,2	115,3	14,8	117,8	132,6
Järva	11,5	141,9	153,4	1,9	169,1	171
Lääne	20,9	11,8	32,7		22,7	22,7
L-Viru	52,4	183,8	236,2	2,0	54,1	56,1
Põlva	31,5	76,0	107,5		17,5	17,5
Pärnu	28,5	77,0	105,5		89,6	89,6
Rapla	23,7	94,0	117,7	3,0	16,8	19,8
Saare	34,7	35,0	69,7		26,1	26,1
Tartu	36,9	129,6	166,5	6,1	54,2	60,3
Valga		36,5	36,5	1,8	9	10,8
Viljandi	140,5	74,0	214,5		30,7	30,7
Võru	20,0	33,5	53,5	4,0	16,6	20,6
<b>Kokku / Total</b>	<b>464,2</b>	<b>1 035,9</b>	<b>1 500,1</b>	<b>39,1</b>	<b>654,2</b>	<b>693,3</b>

Loomade arvu alusel prognoositav aastast tekkinud väljaheidete kogus oli 3,24 miljonit tonni. Küsitluse tulemusel leitud sõnnikukogus oli kokku 2,19 miljonit tonni. Neid kahte kogust ei saa aga võrrelda. Küsitluses osalesid ainult KKLK ettevõtted ja väiksemate ettevõtete poolt toodetavad sõnnikukogused pole tulemustes kajastatud. Loomade arvu alusel väljaheidete koguse leidmisel ei ole arvestatud karjatuseperioodiga. Samas küsitluse tulemusel leitud tahesõnnik sisaldab ka allapanu kogust. Lisaks mõjutab sõnniku kogust ja toitaineite kontsentratsiooni säilitusperioodi kestel ka orgaanilise aine lagunemine käärimisprotsessi käigus, millega kaasneb intensiivne gaasiliste ühendite (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) emissioon. Sellest tulenevalt võib hoidlasse ladustatud tahesõnnik aastase säilitusperioodi jooksul kaotada oma massist kuni 50%. Sõnniku koguseid mõjutavad ka üheltpoolt nii sinna sattuvad pesu- ja vihmaveekogused kui teisalt vee aurustumine (Kaasik et al., 2002; PVT, 2007).

Loomade arvu alusel arvutatud ja küsitluse tulemusel saadud sõnniku koguses sisalduvate taimetoitaineite koguste (tabel 2) võrdlemisel selgus, et suurim erinevus on lämmastiku koguses. Küsitletud koguse N, P ja K moodustasid arvutuslikult vastavalt



49%, 52% ja 57%. Selle üheks põhjuseks on lämmastiku emissioon NH<sub>3</sub>-na farmihoonetest ja sõnnikuhoidlatest. PVT (2007) andmeil on kaetud tahesõnnikuhoidlast lämmastiku kadu 12–20% ja katmata hoidlast 25–40%; katmata vedelsõnnikuhoidlast N emissioon 15–40%, ujuvkatte korral 5–20% ja jäiga katte kasutamisel 5%. Fosfori- ja kaaliumikao võimalused on väiksemad - see saab toimuda näiteks siis, kui tahesõnnik on aunastatud pinnasele või hoidla lekib. Sellisel juhul võib olla fosforil 20–22% ja kaaliumil 12–27% kadu (Kaasik et al., 2004).

**Tabel 2.** Loomade arvu alusel arvatud ja küsitluse tulemusena saadud sõnniku koguses sisalduv NPK hulk

**Table 2.** NPK totals in yearly amount of mixture of excrements of Estonian pigs and cattle; and in manure which yearly amounts were achieved by interviewing of farmers

Maakond County	Loomade arvu alusel arvatud väljaheidete segus sisalduv kogus, t <i>Total in yearly amount of mixture of excrements of pigs and cattle, t</i>			Küsitluse tulemusel aastas käidelda- vas sõnnikus sisalduv kogus, t <i>Total in manure which yearly amounts were achieved by interviewing of farmers, t</i>		
	N	P	K	N	P	K
Harju	953,3	173,7	567,9	371,9	71,3	243,5
Hiiu	212,8	32,6	134,7	37,0	10,8	23,8
I-Viru	427,2	74,7	265,7	134,1	25,8	95,0
Jõgeva	2 053,2	388,7	1 177,8	1 147,5	234,0	876,2
Järva	2 422,7	428,1	1 504,9	1 437,7	269,9	1 182,3
Lääne	668,4	112,3	419,3	252,3	50,7	176,0
L-Viru	2 413,6	442,8	1 425,3	1 186,8	221,2	789,2
Põlva	1 037,3	182,8	639,7	504,6	94,6	317,3
Pärnu	1 836,3	321,6	1 147,1	862,4	164,3	667,4
Rapla	1 218,6	215,0	741,8	550,8	103,5	351,7
Saare	1 313,6	237,0	783,4	415,3	81,8	270,9
Tartu	1 183,2	220,2	695,0	949,9	182,3	651,4
Valga	724,0	124,2	457,2	189,4	34,9	134,4
Viljandi	1 931,6	392,0	1 017,2	1 055,2	215,6	573,5
Võru	827,8	146,2	508,9	322,1	65,5	208,4
Kokku <i>Total</i>	19 223,6	3 491,8	11 485,7	9 417,0	1 826,1	6 560,7

Kasutatava sõnnikunormi määramisel tuleb arvestada, et Eestis kehtiva „Veeseaduse“ (1994) alusel on sõnnikuga lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta keskmiselt kuni 170 kg N ja 25 kg P aastas, kaasa arvatud karjatamisel loomade poolt maale jäetavas sõnnikus sisalduv N ja P. Kui leida sõnnikus sisalduva fosfori ja lämmastiku kogus, siis selgub, et sõnniku kasutamist piirab sõnnikus sisalduva fosfori hulk Seetõttu peaks sõnniku kasutusnormi määramisel lähtuma sõnnikus sisalduva fosfori kogusest. Seejärel tuleks kontrollida kui palju antakse antud sõnnikunormi kasutamise korral lämmastikku, sest mõningal juhul võib piiravaks teguriks osutuda

just lämmastiku liig. Seetõttu tuleb sõnniku kasutusnormi määramisel alati lähtuda keemilise analüüsi tulemustest.

Mineraalväetiste hindadest lähtuvalt kalkuleeriti sõnniku taimetoiteelementidele järgmised hinnad: N – 0,82 € kg<sup>-1</sup>, P – 1,85 € kg<sup>-1</sup> ja K – 0,75 € kg<sup>-1</sup>. 2009. aasta esimesel poolel Põllumajandusuuringute Keskuse ja Eesti Maaulikooli laboratooriumides tehtud vedelsõnniku keemilise analüüside tulemuste põhjal on veiste vedelsõnniku rahaline väärtus 3,07–9,71 € t<sup>-1</sup> ja sea vedelsõnnikul vastavalt 2,81–12,46 € t<sup>-1</sup>. Kirjanduses (Sõnniku keskkonda säästev hoidmine ja käitlemine, 2005) avaldatud N, P, K sisaldusi kasutades leiti tahesõnniku väärtus, milleks kujunes: veisesõnnikul 8,05 € t<sup>-1</sup> ja seasõnnikul 11,43 € t<sup>-1</sup>. Sõnniku ostmisel või oma ettevõttes kasutamisel peab arvestama ka sõnniku käitlemise kulutustega, mis määravad toiteelementide lõpliku hinna.

## Järeldused

Eesti KKLK ettevõtetes käideldavast sõnnikust 68% moodustas vedelsõnnik ja 32% vastavalt tahesõnnik. Veisesõnnik moodustas kogu käideldavast sõnnikust 77%. Vedelsõnniku kogus oli suurim Lääne-Virumaal, väiksem Ida-Virumaal ja puudus Hiiumaal. Tahesõnnikut oli kõige rohkem Järvamaal ja kõige vähem Hiiumaal.

Sõnniku müügihinna määramisel peaks lähtuma sõnnikus sisalduvate taimetoiteelementide sisaldusest ja nende hinnast.

## Kasutatud kirjandus

- Eesti Statistikaamet. 2010. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/statfile2.asp> (05.10.2010)
- Eesti Statistikaamet. 2011. [http://www.stat.ee/34224\\_\(10.01.2011\)](http://www.stat.ee/34224_(10.01.2011))
- IPPC. 2009. Kompleksloa kohuslased alltegevusvaldkondade kaupa ja künnisvõimsused, mille jaoks on nõutav kompleksluba. <http://www.ippc.envir.ee/estonian/tegevusvaldkonnad.htm> (05.09.2009)
- Kaasik, A., Leming, R., Rimmel, T. 2002. Toitainete (N, P, K) kadu veise- ja seakasvatuses. – *Agraarteadus* **13**(4), lk 201–211.
- Kaasik, A., Leming, R., Rimmel, T. 2004. Säilitusviiside mõju tahke veisesõnniku toiteelementide (lämmastik, fosfor, kaalium) sisaldusele. – *Agraarteadus* **15**(4), lk 193–197
- Keskkonnakompleksluba nõudvate alltegevusvaldkondade ja künnisvõimsuste kehtestamine ning olemasolevate käitiste käitajate poolt kompleksloa taotluste esitamise tähtaegade kehtestamine. 2002. <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=95269> (05.10.2010)
- Koik, E., Tamm, K., Vettik, R., Viil, P. 2009. Taimetoiteelementide põllule viimise kulud sõltuvalt väetise liigist. *Agronoomia* 2009, lk 212–207.
- Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid. 2008. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13086529/html/13095479> (07.01.2011)
- Manure Management. 2003. *Manure Management. Treatment Strategies for Sustainable Agriculture*. 2nd Edition. UK: Silsoe Research Institute, 451 pp.
- PVT. 2004. Saastuse kompleksne vältimine ja kontroll. Parim võimalik tehnika sigade ja lindude intensiivkasvatuses. <http://www.ippc.envir.ee/docs/PVT/sead-linnud-pvt%20eesti%20k.pdf> (07.01.2011)
- PVT. 2007. Saastuse kompleksne vältimine ja kontroll. Parim võimalik tehnika veiste intensiivkasvatuses. [http://www.ippc.envir.ee/docs/PVT/VeistePVT\\_parandustega.pdf](http://www.ippc.envir.ee/docs/PVT/VeistePVT_parandustega.pdf) (07.01.2011)
- Sõnniku keskkonda säästev hoidmine ja käitlemine. 2005. AS Maves, Tallinn, 48 lk.
- Veeseadus. 1994. <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13339827> (05.10.2010)

## 100 AASTAT HEIKI TAMMETSÄ SÜNNIST

**Edvin Nugis**

Eesti Maaviljeluse Instituut

**Tiina Tammets**

Eesti Metereoloogia ja Hüdroloogia Instituut

**Abstract.** *Nugis, E., Tammets, T. 2011. 100 years from the birth of Heiki Tammets. – Agronomy 2010/2011, 237–244.*

*We present this short overview of the biography, inventions and scientific elaborations of well-known and esteemed Estonian inventor and scientist Heiki Tammets to honour the scientist and father of Estonian ploughs on 3 January 2011, the 100th anniversary of his birth.. H.Tammets was part of the Estonian Research Institute of Agriculture from its inception and was one of the main specialists in the mechanisation department. As well as providing instructions for construction of ploughs, his ideas also proved important areas of study for agronomists, microbiologists, and melioration specialists, among others. The whole series of ploughs with overload protection, from the conventional to the brush plough, as well as machines for brush devastation, are the fruits of his invention and scientific research. It seems to be impossible for a single scientist to achieve the same breadth of activity nowadays. Heiki Tammets was also a highly educated and exacting teacher for his pupils, one of whom authored this paper. Tammets developed numerous interesting inventions (brush plough PKSN-75 with slat mouldboard, stone-trip for plough PKSN-6-35G, subsoiler for plough PKSN-6-35RDB, etc.), ideas and technical solutions, many of which could be of use today.*

**Keywords:** *brush plough, plough, slat mouldboard, stone-trip, subsoiler*

**Edvin Nugis**, Department of Agricultural Engineering and Technology, Estonian Research Institute of Agriculture, 13 Teaduse St., 75501 Saku, Estonia

**Tiina Tammets**, Estonian Meteorological and Hydrological Institute, 24 Toompuiestee St., 10149 Tallinn, Estonia

### **Heiki Tammetsa elulugu**

Heiki Tammets sündis 3. jaanuaril 1911. aastal Järvamaal, Albu valla Soosalu külas Matsi talu esimese lapsena. Isa Gustav Tammets oli talu peale Petrogradis ja Soomes töötamist vendadelt välja ostnud ja pidas seda tolle aja kohta kõrgel tehnilisel tasemel.

Heiki Tammetsa õpiaastad algasid kohalikus algkoolis Lehtmetsas ja jätkusid seejärel kuni keskkooli teise klassini Tallinnas Kaarli gümnaasiumis. Huvi tehnika vastu viis ta Riigi Tehnikagümnaasiumi masinaehituse klassi, mille lõpetas 1929. aastal. Oli majandusliku kriisi aeg ja Tallinnas tehnikaülikool suletud, kuid tehniliselt hästi varustatud isatalus valitsenud õhkkond ning Heiki suurepärane tehniline taip löid huvi ja eeldused edasi õppimise võimaluste otsimiseks põllumajandustehnika alal. Nii said lõpetatud Masinatarvitajate Ühingu Liidu põllumajandusmasinate tundmise kursused, Põllutöökoja raamatupidamise kursused, Tallinna kõrgemad tehnilised kursused. Seejärel täiendas Tammets end Inglismaal, olles ametis sealse masinaehituse firma Eesti esinduses. Naasnud Eestisse, andsid saadud kogemused ja teadmised võimaluse töötada Inglise-Ameerika põllutöomasinaehituse esindajana Lauseni

firmas. 1937. aastal immatrikuleeriti H. Tammets aasta eest avatud Tallinna Tehnikainstituudi tudengiks, kuid õpingud katkestas sõda. Pärast sundmobilisatsiooni Punaarmees ja raskest haigusest tervenemist Venemaal jätkas ta Tšeljajabinskis õpinguid sinna evakueeritud Tallinna Tehnikaülikooli õppejõudude käe all. 1945. aastal lõpetas ta kiitusega Moskva Põllumajanduse Mehhaniseerimise ja Elektrifitseerimise Instituudi masina-traktoripargi ekspluatatsiooni erialal. Sõjajärgseil aastail jätkas Heiki Tammets Eesti põllumajandustehnika probleemide lahendamist, uute kivikaitse mehhanismide, ribihõlmade, uudismaa adra kaarlõikemehhanismide ja paljude muude vajalike masinate konstrueerimist ja katsetamist.

Spetsialistina paistis Heiki Tammets silma tugeva teoreetilise ettevalmistusega insenerina, kellel oli ka palju praktilisi kogemusi. See võimaldaski talle alates 1947. aastast panna ENSV Teaduste Akadeemia Põllumajanduse Instituudi Kuusiku filiaali mehhaniseerimise sektori juhataja kohused. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi mehhaniseerimise osakonna juhataja kohusetäitja oli ta kuni 1959. aastani, edasi aga sektorijuhataja ja vanemteadur. H. Tammets oli väga suure töövõimega ja oma alale andunud spetsialist. Nii märgitakse tema iseloomustuses 50-ndatel aastatel, et kogu mehhaniseerimise sektori teaduslik produktsioon on suurel määral tema töö (A. Kallas, 2006). Alates uudismaa- ja kivikaitse seadmetega atradest ning lõpetades väike-atradega on tal silmapaistvaid teoreetilisi töid ja leiutisi. Heiki Tammetsast jäi järele ulatuslik teaduslik pärand: 64 teaduslikku ja populaarteaduslikku artiklit ja 13 leiutist, millest 9 on registreeritud Euroopa Patendiametis EPODOC ([http://v3.espacenet.com/searchResults?IA=Tammets&DB=EPODOC&submitted=true&locale=en\\_EP&ST=quick&compact=false](http://v3.espacenet.com/searchResults?IA=Tammets&DB=EPODOC&submitted=true&locale=en_EP&ST=quick&compact=false)). Ta oli õpetajaks nooremteaduritele, kellest said hiljem teaduste doktor (E. Nugis) ja teaduste kandidaat (E. Paklar). H. Tammetsat peeti Eesti atrade isaks. Ta oli Eesti NSV teeneline leiutaja aastast 1960 ja Nõukogude Eesti preemia laureaat aastast 1986. Heiki Tammets töötas oma leiutiste kallal kuni viimaste päevadeni. Lauale jäid käsikirjad ja joonised originaalse soojuspumba kohta. Heiki Tammets suri 28. veebruaril 1993. aastal.

## Uudismaa ader

Oma töökarjääri alguspäevil 1967. aastal suunati mind, Edvin Nugist, Kuusikule Heiki Tammetsa juurde katsetama uut käärloike seadmega uudismaa atra PKSN-75 (tol ajal märgitud vene tähtedega). Mulle tundus esialgu kõik väga keerulisena, kuid Tammetsa kui väga kogenud ja mehaanikat kõrgel tasemel tundva spetsialisti abil sain esimesed põhjalikud õpetused võsa sissekünniadra käärloikeseadme töötamise põhimõtete kohta. Andeka meistrimehe Arno Kurjamaa käte all valmis Kuusiku remonditöökojas adra PKSN-75 katseeksemplar, mida katsetasime Rapla ja Kärstna lähedal võsa sissekünnil. Tulemused näitasid, et ader on oma konstruktsiooni poolest nii täiuslik, et teda võis suunata katsetele Loode Masinakatsejaama Volosovosse Leningradi oblastis. Võrreldes oma eelkäijatega oli sellel tiptasemel konstruktsiooniga adral rakendatud ribihõlm, käärloikemehhanism, selle mehhaaniline automaatne käivitussüsteem ja kivikaitse. Kui peenemas võsas, mida ketasnuga läbis tänu vedrumehhanismile kergelt, esines mõni tugevam tüügas või juurikas, lükkas see suure ketasnoa üles ja pani sellega pöörlema paindvõlli. Paindvõlli poolt traktorikabiinis tõstetud raskus pani omakorda alla langedes liikuma hüdrojagaja kangi lükates selle surveasendisse. Ketasnoa hüdrosilinder hakkas tööle, surudes ketasnoa kui

käärliikemehhanismi liikuva poole alla lõikeasendisse. Nii lõigati kiiresti ja kvaliteetselt läbi võsatüved ja jämedad juured. See mehhanism oli kaitstud leiutisena (SU 1510731 A1). Kündmise ajal surus vastav võsaroop oksad künniviilu ligi ja seejärel pöörati künniviil ribihõlmaga 180° võrra ümber künnivakku. Ader oli konstrueeritud nii, et väheviljakas huumusealne kiht pudenes sellise ümberpööramise käigus künnivao põhja. Seetõttu langes järgmine künniviil koos selle alla pööratud võsaga vao põhja puistatud kobedasse mulda. Sellega saavutati sisseküntud okste hea kontakt mullaga, mis tagas nende kiire lagunemise. Senikasutatud täishõlm-seeriaadra PBN-75 puhul sattus aga võsa tihedasse künnivakku, kus mullaga ei saanudki kontakti tekkida. Heiki Tammetsa eestvedamisel toimusid nende atrade põhjalikud võrdluskatsed, mis leidsid kajastust vastavates aruannetes ja teaduslikes artiklites.

Heiki Tammetsal oli kombeks panna oma atradele omapärased nimed. Kõige laiahaardelisem järelveetav ader PKP-100 kandis nime „Anakonda“ ja sellega künti ära suur maalahmakas Valgevenemaal Meštšerõ maaparandusobjekt. Teise järelveetava adra PKP-75 nimeks oli „Kobra“ ning eelpoolkirjeldatud rippadrade PKSN-75 andis Heiki Tammets nimeks „Drakon“. Kõik need adrad olid kivikaitsega. „Drakon“ läbis edukalt riiklikud katsed ja sai soovitud tootmisse. Paraku olid tollases põllumajanduspoliitikas teised prioriteedid, uudismaa oli N. Liidus juba üles küntud ja suurte stepialade teraviljakasvatus vajab laiahaardelisi põllutööriistu ning võimsaid traktoreid. Küll aga olid tollase Eesti NSV tingimustes maaparanduse probleemid jätkuvalt aktuaalsed. Seepärast sai koostatud vastav tehniline dokumentatsioon kuni detailsete joonisteni, kuid kahjuks piirdus tootmine siiski ainult mõnede eksperimentaaltöökojas valminud eksemplaridega.

Tänapäeval, mil Eesti viljakad põllud kasvavad võssa, võib kogu Tammetsa poolt leiutatud võsakünni tehnika – võsaäke, võsabaldooser, laiahaardelised võsa-sissekünni adrad – marjaks ära kuluda. Sama käib ka energiavõsa kohta – kuigi puidu hakkematerjal läheb põletamiseks ahju, tekib teatud ajavahemike järel vajadus kannustiku all olev maa uuesti kasutusele võtta. Eespool kirjeldatud Heiki Tammetsa võsa sissekünni adraga oleks võimalik ka see töö kvaliteetselt ära teha.

Heiki Tammetsa juures meenub tema, kui väga hea tasemega inseneri lähenemine mitmesuguste teadustehniliste probleemide lahendamisele. Kõigepealt tegi ta endale selgeks probleemi olemuse ja asus siis analüütiliste arvutuste juurde. Kiiruste plaanid, jõumomentide hulknurgad, tugevusarvutused jms - ilma nendeta ei sündinud ükski uudne tehniline lahendus. Valemid olid tal peas, haruharva oli vaja nende leidmiseks pilku raamatutele visata. H. Tammetsale meeldis tegeleda suuremahuliste tehniliste lahendustega. Samas oskas ta neis luua ka disaini. Märkimist väärib samuti tema leidlikkus uurimistöös. Näiteks tolleaja nappide uurimistöö võimaluste juures, enne tensolabori soetamist, oli vaja mõõta võsa sissekünni adra veotakistust ja võrrelda seda seeriaadra PBN-75 veotakistusega. Tavaliselt asetati dünamomeeter traktori ja haakes oleva adra vahele, rippatrade korral aga polnud see võimalik. Ta leidis väga nutika lahenduse: vabastas traktori DT-75B rippseadme veovõlli ühe otsa poltide pingest, andes sellele liikumisvabaduse, kinnitas veovõlli teise otsa standardse mõõteseadme (VISHOM-i dünamomeeter) ja viis veotakistuse mõõtmised läbi ettenähtud täpsusega. Võsaadra PKSN-75 juures oli tegemist võrdlemisi keerulise kinemaatikaga, mille uurimine eeldas liikumiste fikseerimist künniprotsessis. Tänapäeval tehtaks seda mitmesuguste sensorite abil, neid ei saanudki aga tollal olla. H. Tammets leidis ka siin vaimuka lahenduse, kuidas keerulisest probleemist võitjana välja tulla. Ta ühendas

kõik liikuvad lülid vastavate seeritega ja varustas nad jaotusskaalaga plaatidel, kattis vastavad liikuvad osad ja skaalad valge värviga ja pildistas kaameraga kinolindile. Pärast oli muidugi palju tööd, et läbi mikroskoobi kõik protsessid korralikult paberile fikseerida. Praegusel ajal oleks selline tehniline lahendus mõeldamatu, kuid siis lahendati kõik probleemid korralikult ja tulemuste usaldusväärsuses polnud mingisugust kahtlust.

### **Kivikaitsmetega atrade väljatöötamine**

Paneb imestama kui kiiresti Heiki Tammets võttis tuld ja elas kaasa kõikidele uuendustele, mis kerkisid päevakorda Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Instituudi mehhaniseerimise osakonnas. Näiteks kiviste maade kündmine ja kultiveerimine polnud ilma kivikaitsmeta meil Eestis üldse mõeldav (Tammets, 1954). Paljud eakamad künnimehed peaks veel mäletama järelveetavat seeriaatra II-5-35M „Tružennik“, mis haagiti roomiktraktori DT-54 taha ja mille haakemehhanism oli varustatud primitiivse ja tavalise tihvtiga. Kui kivi tuli adrale ette ja adra veotakistus ületas adra haakemehhanismile rakendatava lubatud jõu suuruse, siis vastav kaitsetihvt murdus ja ader haagiti traktorist lahti. Traktori künniasendisse toomine ja uue kaitsepulga vahetamine võttis seejärel üksjagu aega. Haakeadrade leidis H. Tammets kohe tehnilise lahenduse (Tammets, 1957), mis sai ka kiiresti valmis ehitatud ja on tuntud nüüd lahtihaakumatu kivikaitseseadeldise nime all. See H. Tammetsa lahtihaakumatu kivikaitsesemehhanismiga künniader oli suur samm edasi, vähendades kivisel põllul 10–20 korda künni ajakadusid (Tammets, 1957, lk. 3). Kahjuks mõeldi eelmise sajandi 50- ja 60-ndatel aastatel veel vähe uute tehniliste lahenduste patentidega kaitsmisest. Seega jäi eelkirjeldatud uudne tehniline lahendus kaitsmata, riiklikult katsetamata ja seeriatootmisse juurutamata. Peale tulid juba uued kivikaitsmega rippadrad PKS-4-35 ja PKU-4-35.

Heiki Tammetsa mõte oli aga suunatud juba kaugemale ja rakendust leidsid uued ideed pneumohüdraulilise kivikaitsesega adra loomisel, mis sai kaitstud patentse leiutisena (SU 1189367 A1). Ader PKSN-6-35G läbis edukalt riiklikud katsed, teda soovitati seeriatootmisse ja seda hakatigi tootma adraehituse tehases „Odessapotsvomas“<sup>7</sup>. Päevakorda tõusid künnitihese probleemid. Need tekivad atradega kündmisel kindlal sügavusel ja Heiki Tammetsale oli see probleem väga hästi teada. Siit sündiski idee luua adra saha taha kinnitatav vaopõhjakobesti (SU 940661 A1), millele rakendub adra sahaga sama pneumohüdraulilise kivikaitse mehhanism. Uudne tehniline lahendus – kivikaitse ja vaopõhjakobestiga ader PKSN-6-35RDB läbis edukalt riiklikud katsed ja soovitati seeriatootmisse.

Järgmine probleem seisnes kuuesahalise pneumohüdraulilise kivikaitsesega adra PKSN-6-35G jaoks reguleeritava geomeetriaga ribihõlma loomises. Künda tuli ju mitmesuguse lõimisega ning erineva agrofooniga põlde ja nii oli künnil võimalus hoida kokku kütust, tagades samas vajalikku künnikvaliteeti. Igale maaharijale oli ammu selge, et kamardunud põllu ümberkünnil kultuurhõlmaga ei saa tagada kvaliteetset tööd. H. Tammetsa aktiivsel osalusel hakati eespool nimetatud ribihõlma konstrueerima ja katsetama. Uudse ribihõlma töö andis häid tulemusi ja seda otsustati patendiga kaitsta. Tolleaja N. Liidu tingimustes oli võimalik saada oma leiutisele vaid autoritunnistust, patendiomanik sai olla ainult riik. Ribihõlma vastu tekkis suur huvi ja vastav riiklik komitee Moskvas otsustas taodelda sellele patendikaitset



Tšehhoslovakkias (CS 8508962 A1), Saksa DV-s (DD 265511 A3) ja Bulgaarias (BG 47651 A1). Loomulikult oli sellejuures igati tagatud ka autorikaitse, kusjuures meie instituudi nimi leidis patendidokumentides samuti kajastust.

Heiki Tammets oli aldis kõige uue suhtes ja toetas alati nooremate kolleegide algatusi. Üheks nooreks kolleegiks oli Ernst Paklar, kes astus Leningradi Põllumajanduse Instituudi (LSHI) aspirantuuri ja hakkas uurima atrade kivikaitse mehhanismide tööd., Kuigi LSHI ametlik juhendaja oli prof. Abram B. Lurje, oli Tammets talle põhinõuandjaks. Paklar kaitses edukalt kandidaadi väitekirja (tänapäeval PhD), koostöö tulemuseks oli ka leiutise (SU 1189367 A1) kaitsmine.

### **Uutest uuringute võimalustest**

Heiki Tammetsa töö pakkus palju võimalusi nii agronoomide, mullateadlaste kui ka mikrobioloogide edasisteks uuringuteks. Näiteks: kui kaua laguneb sisseküntud võsa mullas? Millised võsaliigid lagunevad kiiremini ja millised aeglasemalt? Milline peab olema künnijärgne mullaharimine ja milliseid kultuure tuleb sisseküntud võsa peal esmalt kasvatada? Milliste herbitsiididega ja millises kontsentratsioonis pritsida võsa enne sissekünti? Esilekerkinud probleemid ei puudutanud mitte ainult võsastunud maid, vaid ka kultuurkarjamaid, mida tuleb aegajalt samuti uuendada. Nendele probleemidele ratsionaalse lahenduse leidmiseks oli lisaks mehhaniseerimise osakonnale vaja ka instituudi teiste osakondade panust. Nii oli probleemidega hästi kursis maaparandusosakonna vanemteadur E. Jaansoo, kes viis vastaval teemal läbi kompleksuuringud ja kaitses edukalt kandidaadi väitekirja.

Tänapäeval on Eestis võsastunud maade ülesharimine uuesti aktuaalseks muutumas ja tegev põllumeeste poolt taasleiuatakse uudismaa atru (Raamets, 2010). Kas ei tasuks kasutusele võtta juba tehtut, tippspetsialistide poolt aastaid tagasi väljatöötatud? Ka energiavõsa alt vabanevad maad vajavad ümberküdmist ja kõikide sellega seotud probleemide kompleksset lahendamist. Antud konverentsi temaatika ei puuduta otseselt eespoolkirjeldatud probleeme, kuid kui Heiki Tammetsa võsakünniadrad uuesti päevakorda kerkivad, saab agronoomiateadusel ees olema lai ja sügav uuringute põld. Ärgem unustagem selle juures, et ka selle valdkonna uus on hästi ära unustatud vana, mille esmaavastajaks ja teerajajaks oli Heiki Tammets.

**Uuena ehk hästi ära unustatud vanana tunduvad tänapäeval ka mõtted, mida Heiki Tammets omal ajal eriala fanaatikuna kirja pani:**

### ***MATKITAVAST EI SAA MÖÖDUDA JA KIRVETÖÖ ON TÄPPISTÖÖ***

*Põllumajanduslik tehnoloogia ja sellejuures kasutatav tehnika on inertsed. Nad on arenenud pikaajaliste kogemuste ja eksperimentide abil antud olukorra jaoks. See ei pruugi aga olla aluseks teises, erinevas olukorras, ei pruugi seal olla parim ja ökonoomseim. Farmer asendas hobuse traktoriga. Ta tegi seda universaalsusest lähtudes, sest veokit oli tarvis igasuguste tööde ja sõitude puhul. Tööstus, farmeri varustaja, hakkas traktoreid massiliselt tootma ja konkurentsi tingimustes neid ka täiustama, tehes sealjuures suuri investeeringuid. Nii tekkis riist, mis põllul liikudes kasutab ära ca poole mootori poolt arendatud võimsusest oma liikumiseks ja seega mulla kinnitampimiseks. See on eriti suur, kui võimas traktor pole täielikult*



agregateeritud. Kummirehvid ja roomikud vähendavad pisut küll veeremise takistust, kuid tallavad selle-eest mulda. Jääb arusaamatuks, miks pidime andma kontsessioonid “Catterpillarile” ja “International Harvester Companyle”, et hakata tootma nende firmade vanemaid mudeleid QT3 ja XT3 traktorite näol. Kas kollektiviseerimisel polnuks siiski õigem orienteeruda trossiveole. Võibolla oleks siis saanud kasutada ka Volga-Saksa kogukonnas Jakov Mamini valmistatud veokeid. Siis oleks vast jäänud elama 6 miljonit ukrainlast, kes surid nälga. Selleks et midagi teha, peab olema selle ala asjatundja. See kes eesjoosjast tahab ette jõuda, peab lakkama teda matkimast ja ka esialgne kirvetöö olgu laitmatu. Vahel tuleb eeskuju võtta mitte Ameerikast vaid Euroopast (näiteks firma Fowler). Aastaid tagasi oli Kuusiku katsemajandis alles Kuusiku endise mõisniku (rahvuselt rootslane) poolt kasutatud võrdlemisi uued kaks auru-isesõitjat vintsidega ja viiesahaline balansiirader. Isesõitjad liikusid mõlemal pool põldu ja vedasid atra trossiga üle põllu. Käesoleval ajal saab isesõitjaid aurumasinaid asendada sisepõlemismootoritega või isegi elektriga töötavate vintsidega. Isesõitjad aurumasinad viidi aga vanaraua plaani täiteks!?

Samuti kui traktoritega on lugu ka kombainidega. Eestis veetakse nii põhk kui terad põllult ära. Me oleme seda ikka teinud, isegi parsil kogu vilja kuivatanud. Oleme vilja kohapeal peksnud ja seega vältinud niisuguse “vabriku” nagu praegune kombain, mööda põldu sõitmast ja mulda kinni tampimast, umbrohu seemneid laiali kandmast ja poolvalminud teri välja peksmast. Teatavasti on umbrohu seemnete hulk mullas mitmekordistunud, võrreldes kohapealse rehepeksuga. Kohapealne rehepeks ei raiska inim- ega masintööd rohkem kui kombainiga koristamine, kui kõik tarvilikud tööd ratsionaalselt teha (näiteks ventilaatoriga põhu ja vilja transport). Muidugi on ka välismaal kombainid. Olen ise esimesed kombainid firmast “Allis-Chalmers” Eestis tööle rakendanud ja tean selle “isa-poja” põllutööriista omadusi. Võin öelda, et kõigepealt tuleb kindlaks teha üldine suund, s.o. kirvetöö, hiljem tehtav hõõvliitöö saab seda vaid täpselt mõõtu lihvida. Ma ei ole matemaatiliste mudelite vastu, kui neid õigesti suunitleda ja nad voluntaarseid arvutusi vähendavad. Matemaatikat ei tehta mitte tema enda pärast (vahel tehakse seda ka parema palga huvides). Põllumajanduse tehnoloogilistes protsessides saab kasutada seni vähe kasutatud füüsikalisi ja keemilisi efekte (näiteks vibratsiooni, kõrgsagedusvoolu, ultraheli, õhupatja, molekulaarjõudu, soojuspumpa jne.). Tehnoloogiat saab automatiseerida ja ratsionaalselt teostada, näiteks künniviilu nihutamata pöörata, millega väheneb ka adra kaal kogu mullaharimise mahtu vähendades. Võiks päikese energiat paremini kasutada taimekasvuks - pole tarvis anda ainult väetist, taimi on tarvis kasvatada siis ja nii, et fotosüntees oleks maksimaalne. Võibolla on ökonoomne isegi tumedat ainet külida, et lume värvust muuta ja teda varem sulatada. Päikese valgust on kevadel ju rohkem. Kui lume värvus muutub suurel alal, siis muutub ka kliima. Sellega teeme taimede vegetatsiooni

varasemaks ja pikemaks. Tuleb leida vahendeid ja mooduseid vee auramise vältimiseks mullast, mis ärastab päikese kiirgusest saadud soojust. Nagu igal teisel tööl tuleb ka põllutöö masinate tööorganite töökiirust tõsta ja neid kohandada minimaalse kordusega tööks. Statsionaarne rehepeks võimaldab kasutada päikese energiat ka põhu ja vilja kuivatamiseks, ta on ilmastikukindlam, ajaliselt pikem ja vähem kapriissem. Nagu selgub, on võimalik vett kuivatamisel eemaldada ilma tema agregaatolekut muutmata (aurutamata) aerosooli kujul. Meil on säilitus ja kohapeal taime- ning loomsaaduste ümbertöötamine algeline ja ebaratsionaalne. Kohapeal töötlemisel saaksime jäägid kasutada loomatoiduks (näiteks kartulitärklise tööstuse puhul). Pole mõtet juur- ja puuvilja töötlemata kaugele transportida. Pealegi ühtlustab kohalik töötlemine põllumajandustöötajate töökoormust aastaringselt.

Soojusmajanduses (produktide säilitamine, ruumide soojendus, kuivatus, kasvuhoonete küte jne.), kus temperatuuride vahed väliskeskkonnaga väikesed, on soojuspumba abil saadud soojus kümneid kordi ökonoomsem kütuse otsesest põletamisest. Külmutamisel saadud soojus tuleb ära kasutada. Paneb imestama, et praegu, kui eriti vedelkütte kokkuhoidu propageeritakse, ehitatakse vedelküttega töötavaid soojusjaamu. Ehitataks esialgu vähemalt automaatselt kivisöel töötav väike soojusjaam.

Meil on kasutamata nii tuule, päikese kui lainete energia, olgugi et tuuleveski on meil ammugi jahvatanud. See juhib ka mõnele võimalikule põllumajanduse mehhaniseerimise alale tähelepanu. On lai ring probleeme, millega põllumajandustootmine on seotud. See pole ainult masina-traktoripark ja selle ekspluatatsioon. Põllumajandusinseneri ala on füüsikal, keemial ja mehaanikal baseeruv ja bioloogiaga piirnev tehniline ala. Õigesti ette valmistatud mehhaniseerimisinseneri ei ole ratsionaalne varustajana kasutada.

Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudis olen võtnud kasutusele võsa sissekünni, selleks adra kujundanud ja seda teaduslikult põhjendanud (EMMTUI Mehhaniseerimise teaduslike tööde kogumik VII 1970). Kahjuks on see jäänud hüüdjaks hääleks kõrbes. Vägeva tehnikaga tallatakse ja ärastatakse huumust ja sügavast puittaimedega ülestoodud toitaineid ning kujundatakse kallist kuumaastikku. Olen NSVL-is esimesi kivikaitse väljatöötajaid atradele ja kui rasked NATI ja DT traktorid hakkasid massiliselt lõhkuma atru, eriti nende teri meie kivises mullas, siis öeldi, et korjake kivid ära, selle asemel, et kivikaitset ehitada. Hobujõul ja väikeste traktoritega (Fordson, Deering jt.) ning heast terasest kahehõlmaliste atrade puhul (Rudsack, Hellingel Beil, Oliver jt.) polnud kivikaitse aktuaalne. Nüüd on olukord muutunud ja paljud on kivikaitsme kohta kirjutanud väitekirju. Muide, olen ikka olnud kivikaitsme ja kivikoristuse seadeldiste kompaktse kasutamise poolt ja arvan, et siin ei ole vaja välismaist matkida. Näiteks ei saa ma aru, miks peab kive põllul vaalutama, neid siis ära vedama ja hulk maad nende ladestamiseks kasutama. Kivid on ju künnivao põhjast lahti rebitud ja mullaga

segatud. Neid on hõlbus kündmisel künniviilu peale jäävast küljest vaku tagasi raputada. Ka suuri kive saame välja künda, kui ehitatakse vastavad adrad.

Baltimaadel variseb muld küngastelt alla peamiselt põllutööriistade tegevuse toimel. Selleks et huumus ei valguks orgudesse, tuleb paigutada mulda iga künniga vao võrra ülespoole ja künda mõnevõrra sügavamalt, et künni peale ei jääks aluskivimit, mis orgu võib valguda. Moreeni küngastest, mis aja jooksul tasanduvad, eristub kive, mis iga künni järgi nõuavad koristamist. Olgu märgitud, et sügavkobestusega ei asenda meie pöördküundi herbitsiidide defitsiitsuse ja kasvatatavate kultuuride omapära tõttu. Tuleb aga vältida kündi, kus künniviil toetub eelmisele künniviilule. Sellise künni puhul kasvab umbrohi künniviilude vahelt välja. Seda on raske vältida. Lame künd nõuab ka vähem järeltöötlust. Künda tuleb nii sügavalt, et taimejätmed aeroobsetesse tingimustesse jääksid, kuid ei kasvaks ka künniviilust läbi (umbes 23 või 24 cm). Lamekünni saamiseks tuleb künniviil lõigata lahti rombjaalt (Želinovski künd) ja kasutada eelkoorijat või autori poolt kujundatud künniviilu järelnurgalõikurit (vt. "Eesrindlikke kogemusi põllumajanduses" nr.30 1985.a.).

Kartulikoristus pole ratsionaalne raskete kombainide abil, mis tallavad kinni mulla ja ei teosta täielikult mulla, kivide ja praaksaagi separeerimist. Mul on kogemusi separeerimiseks kasutatava tsüklilise õhuvooluga (ca 30 m/s kiirusega õhuvoolus kartul hõljub). Kartuli separeerimine on võimalik kartuli ja mullasegu kihi laotamisega nii, et selle paksus oleks väiksem kui kõige väiksem koristatav kartul. Sellest kihist võib välja separeerida mugulaid ja selleks otstarbeks on olemas riistad.

Imelik on, et loomasöödaks suudame heinu kunstlikult kuivatada, inimtoiduks kartulit aga mitte kuivatada ja töödelda.

## Tänuavaldused

Antud meenutuste ilmumist käesolevas konverentsi materjalides on toetanud EMVI (ERIA) juhtkond. Avaldame selle eest siirast tänu.

## Kasutatud kirjandus

- BG 47651 A1. Jakobson, A., Nugis, E., Tammets, H. et al.1990. Plough body. (*esp@cenet*).  
CS 8508962 A1. Jakobson, A., Nugis, E., Tammets, H. et al.1988. Plough dump. (*esp@cenet*).  
DD 265511 A3. Jakobson, A., Nugis, E., Tammets, H. et al.1989. Pfluggestell. (*esp@cenet*).  
Kallas, A. (koostaja). 2006. *Eesti Maaviljeluse Instituut 1946 – 2006*, 205 lk.  
Raamets, H. 2010. Eesti mees teeb jälle uudismaad.- *Maaleht*, 21.oktoober, lk.24  
Tammets, H. 1954. *Kiviohu vältimisest kündmisel ja kultiveerimisel*. Trükikoda „Ühiselu“, Tallinn, 8 lk.  
Tammets, H. 1957. *Lahtihaakunatu kivikaitseadeldis traktori haakeadrade*. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 16 lk.  
SU 1189367 A1. Jakobson, A., Tammets, H., Paklar, E. 1985. Soil-tilling implement. (*esp@cenet*).  
SU 1510731 A1. Jakobson, A., Tammets, H. 1989. Apparatus for controlling hydraulic drive of shear shaped cutting apparatus of plough. (*esp@cenet*).  
SU 940661 A1. Jakobson, A., Nugis, E., Tammets, H. et al.1982. Plough. (*esp@cenet*).



