

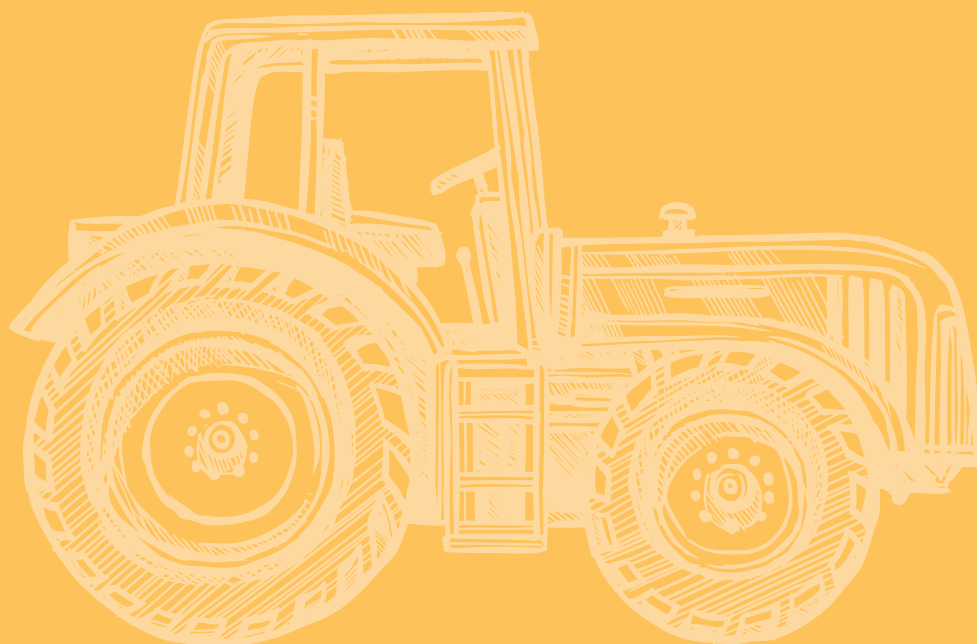
1 XXX 2019, p-ISSN 1024-0845, e-ISSN 2228-4893

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



AGRAARTEADUS

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE



Agraarteadus
Journal of
Agricultural Science
Vol. 30 No. 1
June 2019

~~~~~  
**Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi väljaanne**  
*Estonian Academic Agricultural Society publication*  
**Tartu 2019**



## **Toimetuskolleegium / Editorial Board**

---

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

**Alo Tänavots** Estonian University of Life Sciences

---

### **Toimetajad / Editors**

**Maarika Alaru** Estonian University of Life Sciences

**David Arney** Estonian University of Life Sciences

**Tanel Kaart** Estonian University of Life Sciences

**Marko Kass** Estonian University of Life Sciences

**Evelin Loit** Estonian University of Life Sciences

**Marten Madissoo** Estonian University of Life Sciences

**Toomas Orro** Estonian University of Life Sciences

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

---

### **Nõukogu / Advisory Board**

**Berit Bangoura** University of Wyoming, USA

**Ants Bender** Estonian Crop Research Institute, Estonia

**Edward Hernando Cabezas-Garcia** Agri-Food and Biosciences Institute, UK

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

**Edenio Detmann** Federal University of Viçosa, Brasil

**Margareta Emanuelson** Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden

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

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

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

**Aleksandrs Jemeljanovs** Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia

**Iveta Kociņa** Institute of Food Safety, Animal Health and Environment "BIOR", Latvia

**Zita Kriaučiūnienė** Aleksandras Stulginskis University, Lithuania

**Olav Kärt** Estonian University of Life Sciences, Estonia

**Hussain Omed** Bangor University, UK

**Sven Peets** Harper Adams University, UK

**Jan Philipsson** Swedish University of Life Sciences, Sweden

**Vidmantas Pileckas** Lithuanian University of Health Sciences, Lithuania

**Jaan Praks** Estonian University of Life Sciences, Estonia

**Baiba Rivza** Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia

**Mart Sõrg** Tartu University, Estonia

**Vita Tilvikienė** Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Lithuania

**Merko Vaga** Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden

**Rein Viiralt** Estonian University of Life Sciences, Estonia

---

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

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

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

*Trükk / Print: Eesti Ülikoolide Kirjastus OÜ*

*Kaanepilt / Cover image by macrovector / Freepik*

# AGRAARTEADUS

## JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

1 ♦ XXX ♦ 2019

---

|                      |                                        |
|----------------------|----------------------------------------|
| Väljaandja:          | Akadeemiline Põllumajanduse Selts      |
| Peatoimetaja:        | pm-dr Alo Tänavots                     |
| Tehniline toimetaja: | pm-mag Irje Nutt                       |
| Aadress:             | Fr. R. Kreutzwaldi 1, 51006 Tartu      |
| e-post:              | jas@emu.ee                             |
| www:                 | https://aps.emu.ee, http://agrt.emu.ee |

---

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

### SISUKORD

#### TEADUSARTIKLID

*M. Järvan*

Ülevaade: Ülevaade väävlki kui talinisule olulise toiteelemendi mõju uuringutest Eestis ..... 1

*R. Kõlli, T. Tõnutare*

Ülevaade: Eesti aastamuld 2019 on madalloomuld ..... 13

*A. Nipers, I. Upite, I. Pilvere, A. Stalgiene, A.-H. Viira*

Effect of VAT rate reduction for fruits and vegetables on prices in Latvia: ex-post analysis ..... 25

*M. Olle*

Short Communication: The improvement of the quality and nutrient content of leaf celery transplants by effective microorganism ..... 32

*M. Olle*

Short Communication: The influence of vermicompost based substrates on basil growth and nutrient content ..... 36

*J. Olt, R. Ilves, A. Kiiüt*

Ülevaade: Põllumajandusliku masinapargi arengud Eestis ajavahemikul 2010–2018 ..... 40

#### KROONIKA

*M. Kass, H. Kiiman*

Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi 2018. aasta tegevusaruanne ..... 49

*M. Kass*

Meeleolukas ringreis naabrite juurde ..... 51

#### JUUBELID

*E. Leedu*

Agrokeemik Endel Turbas – 90 ..... 53

*E. Hannolainen*

Arvo Sirendi – 80 ..... 54

*M. Kass*

Arvo Leola – 75 ..... 56

*L. Tartlan*

Valli Loide – 70 ..... 58

*A. Bender*

Ülle Tamm – 60 ..... 59

#### MÄLESTUSPÄEVAD

*J. Kuht*

Heinrich Vipper – 90 ..... 60

# AGRAARTEADUS

## JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

1 ♦ XXX ♦ 2019

---

Published by: Academic Agricultural Society  
 Editor in Chief: Alo Tänavots DSc (agriculture)  
 Technical Editor: Irje Nutt MSc (animal science)  
 Address: Fr. R. Kreutzwaldi 1, 51006 Tartu,  
 e-mail: jas@emu.ee  
 www: <https://aps.emu.ee>, <http://agrt.emu.ee>

---

Research articles published in Agraarteadus are peer-reviewed

### CONTENTS

#### RESEARCH ARTICLES

*M. Järvan*

Review: The overview of the research on the sulphur application to winter wheat in Estonia ..... 1

*R. Kõlli, T. Tõnutare*

Review: The Estonian Soil of Year 2019 is fen soil ..... 13

*A. Nipers, I. Upite, I. Pilvere, A. Stalgiene, A.-H. Viira*

Effect of VAT rate reduction for fruits and vegetables on prices in Latvia: ex-post analysis ..... 25

*M. Olle*

Short Communication: The improvement of the quality and nutrient content of leaf celery transplants by effective microorganism ..... 32

*M. Olle*

Short Communication: The influence of vermicompost based substrates on basil growth and nutrient content ..... 36

*J. Olt, R. Ilves, A. Küüt*

Review: Trends in the park of agricultural machinery in Estonia in the period 2010–2018 ..... 40



## ÜLEVAADE: ÜLEVAADE VÄÄVLI KUI TALINISULE OLULISE TOITEELEMENDI MÕJU UURINGUTEST EESTIS

### REVIEW: THE OVERVIEW OF THE RESEARCH ON THE SULPHUR APPLICATION TO WINTER WHEAT IN ESTONIA

Malle Järvan

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

Saabunud: 12.04.2019  
Received: 12.04.2019  
Aktsepteeritud: 29.05.2019  
Accepted: 29.05.2019  
Avaldatud veebis: 29.05.2019  
Published online: 29.05.2019  
Vastutav autor: Malle Järvan  
Corresponding author: Malle Järvan  
E-mail: malle.jarvan@etki.ee

**Keywords:** yield components, grain yield, content and biological quality of protein, Gluten index, bread-making properties of wheat flour and dough, quality of baked bread.

doi: 10.15159/jas.19.03

**ABSTRACT.** Due to several objective reasons, the sulphur (S) deficiency in agricultural crops in Europe came to the fore in the last decades before the turn of the century. This work gives an overview of the Estonian long-year research concerning winter wheat responses on the S fertilization. This study presents a versatile influence of S application – beginning with the influence on the yield formation, grain yield quantity and quality, followed by the one on the biological quality of wheat proteins, and on the bread-making properties of flour and dough, and ending with the one on the quality indices of baked breads. Field experiments were conducted at two locations on calcareous Cambisol and Podzoluvisol. On the background of N100 or 120 kg ha<sup>-1</sup>, S was given as granular NS-fertilizers or foliar applied with Sulfur F3000 or with fungicide Thiovit Jet. Flour and dough properties for bread-making were determined by using a farinograph Brabender. The baking tests were carried out in laboratory conditions. The influence of S on the grain yield and quality, and bread-making properties of wheat depended on the year and location. As the average of experiments, the S application significantly increased the grain yield ( $r = 0.960$ ). The increasing yields were accompanied by decreasing contents of protein and wet gluten. However, due to S application the biological quality of proteins was increasing, because the contents of some essential amino acids were increasing. The significant positive ( $r = 0.938$ ) effect of the S application on the Gluten index was revealed, which is a good predictor for the baking quality of wheat flour. In addition, some significant positive effects of the S application on the rheological properties of dough and quality indices of baked breads were demonstrated. Thus, the S addition by nitrogen fertilization in parallel with increasing yields improved several bread-making parameters of wheat flour.

© 2019 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2019 Estonian Academic Agricultural Society.

### Sissejuhatus

Teraviljade toitumises on väävel vajalik umbes samas suurusjärgus kui fosfor (Mengel, Kirkby, 1987; Holford, 1997). Kui veel paar-kolmkümmend aastat tagasi sai põllukultuuride väävlitarve enam-vähem rahuldatus tööstuse heitgaasides sisalduva väävli, väävlirikaste lihtväetiste (nt superfosfaat) ja sõnnikuga antava väävli kogustega, siis tänaseks on olukord muutunud: õhk on puhtam, lihtväetised asendunud väävlivaeste kompleksväetistega ja sõnniku kasutamine on vähenenud. Samas on teraviljade saagikus

aasta-aastalt suurenenud, mis nõuab teiste toiteelemendide kõrval ka suuremas koguses väävlit (Järvan, Adamson, 2004; Grennfelt, Hov, 2005; Järvan, 2008). Möödunud sajandi lõpust alates on paljud teadlased märkinud, et väävlipuudus on hakanud kollitama lisaks rapsile ka teravilju ja et väävel on saanud kõige tähtsamaks taimset toodangut limiteerivaks toiteelemendiks (Zhao jt, 1995; McGrath jt, 1996; Zhao jt, 1999a; McGrath, 2003; Morris, 2003; Loudet, McGrath, 2008).



Taime ainevahetusprotsessides on väävel ja lämmastik kogu kasvu- ja arenguperioodi jooksul üksteisega tihedalt seotud, kusjuures suhted on sünergistlikud, s.t. mõlemad elemendid soodustavad vastastikku teineteise omastamist ja suurendavad väetamise efektiivsust (Marschner, 1997; Fismes jt, 2000; Thomason jt, 2007; Salvagiotti jt, 2009; Rossini jt, 2018). Väävel on keemiliste omaduste poolest sarnane seleeniga, mis teatavasti on imetajate toitumises elutähtsalt vajalik. Kas väävli ja seleeni suhted on sünergistlikud või antagonistlikud – see on olnud paljudest asjaoludest ning vajab veel teaduslikku selgitust (Järvan, 2008; Klikocka jt, 2017).

Väävel täidab taimes mitmeid funktsioone, millest olulisim on valkude normaalse biosünteesi tagamine. Valkude koostisesse kuuluvatest aminohapetest sisaldavad väävlit tsüsteiin, tsüstiin ja metioniin, mis on paljude bioloogilisel aktiivsete ühendite (nt koensüümid, vitamiinid) eelkäijad ning mõjutavad nende aktiivsust taime elutegevusprotsessides (Marschner, 1997; McGrath, 2003; Järvan, 2008). Väävlit sisaldavatel aminohapetel on täita ka oluline roll toidunisu küpsetusomaduste mõjutajana (Marschner, 1997; Hagel, 2005; Honermeier, Schäfer, 2008; Györi, 2014). Kui nisuterade proteiinisaldust mõjutab väävel suhteliselt vähe, siis palju olulisem on tema mõju kleepvalkude koostisele ja kvaliteedile. Väävli puuduse tulemusel halvenevad taigna ja küpsetise omadused (Hagel, 2005; Järvan jt, 2006; 2008; 2012b; 2017). Väävel on tingimata vajalik kloroplastide tekkeks ja klorofüllisünteesiprotsessis (Burke jt, 1986; Marschner, 1997). Ristõieliste kultuuride (nt raps) puhul on väävlil oluline roll glükosinolaatide ja õli sisalduse mõjutajana (Kaarli jt, 2004).

Eestis sai talinisu väävliga väetamise mõju ja väetamisviisi uurimise ajendiks asjaolu, et vaatamata maa heale boniteedile, regulaarsele NPK-väetiste kasutamisele ja ristõie eelviljana, piirdus talinisu saagilagi Eesti Maaviljeluse Instituudi Saku põldkatsetes juba aastaid tasemega 3–4 t ha<sup>-1</sup> ning lämmastikväetise (N 120 kg ha<sup>-1</sup>) efektiivsus jäi väga madalaks. Omastatava väävli sisaldus oli kevadeti mullas vaid 8–10 mg kg<sup>-1</sup>. Teatavasti loetakse mulla väävlisisaldus madalaks, kui see on alla 20 mg kg<sup>-1</sup> (Hannolainen jt, 2002). Eesti Maaviljeluse Instituudis uuriti kahe rakendusuringuprojekti raames aastail 2003–2010 paralleelselt mitmesuguste teiste talinisu saagikust ja kvaliteeti mõjutavate agrotehniliste võtetega ka väävli mõju talinisule. Uuriti väävli andmise aegu, kasutusnorme ja -viise (mulla- või lehekaudselt, NS-väetisena või elementaarse väävlina). Selgitati väävli mõju talinisu saagistruktuuri elementidele, saagikusele, saagi kvaliteedile, sh proteiini ja kleepvalgu kvaliteedile ning aminohapete sisaldusele. Tehti arvukalt prooviküpsetusi selgitamaks talinisu väävliga väetamise mõju jahu küpsetusomadustele ja saia kvaliteedinäitajatele. Töötati välja ja juurutati soovitusel talinisu väävliga väetamiseks tootmis põldudel. Antud töös antakse nende uuringute tulemustest kokkuvõtlik ülevaade.

## Materjal ja meetodika

Põldkatsed korraldati aastail 2003–2005 ja 2007–2008 Sakus (59°18'N, 24°39'E) Üksnurme katsealal rähkmullal – Calcaric Cambisol (FAO ..., 1994) ning aastail 2004–2006 ja 2008–2010 Auksis (58°27'N, 25°36'E) kähkjäl mullal – Podzoluvisol (FAO ..., 1994). Mulla agrokeemilised näitajad olid järgmised: Sakus – pH<sub>KCl</sub> 6,7–7,2, C<sub>org</sub> 2,0–2,3%, P<sub>DL</sub> 90–116 mg kg<sup>-1</sup>, K<sub>DL</sub> 168–206 mg kg<sup>-1</sup>, veeslahustuv väävel (S) 8–10 mg kg<sup>-1</sup>; Auksis – pH<sub>KCl</sub> 6,1–6,4, C<sub>org</sub> 2,0–2,2%, P<sub>DL</sub> 89–102 mg kg<sup>-1</sup>, K<sub>DL</sub> 156–203 mg kg<sup>-1</sup>, S 6–12 mg kg<sup>-1</sup>.

Saku katsetes oli talinisu eelviljaks ristik haljapäetiseks. Auksis tootmis põldudele rajatud katsetes olid järgmised eelviljad: 2004 – teravili, 2005 – ristik, 2006 – teravili ja püsirohuma; 2008–2010 – raps. Väävliga väetamise mõju uuriti lämmastiku foonil N 100 või 120 kg ha<sup>-1</sup>, mis jaotatult kaheks annuseks anti talinisu kasvu ajal. Väävel anti NS-väetisena, põhiliselt Axan-tüüpi väetistega, milles lämmastiku (N) sisaldus oli 27% ja väävli (S) sisaldus, olenevalt tarneaastast ja väetise margist, 2,7%, 7% või 3,7%. Kontrollvariandis anti lämmastik ammooniumsalpeetriga (N 34,5%).

Saku katsetes uuriti 2004. ja 2005. aastal ka võimalusi talinisu väävli puuduse lehekaudseks leevendamiseks, lisades pealtväetamisel Silmeti lämmastikvedelväetise (N ~170 g l<sup>-1</sup>) lahusesse väävli allikana teatud koguse ammooniumsulfaati (N21 S24) või Sulfur F3000 (S 340 g l<sup>-1</sup>). Ühtlasi uuriti ka elementaarse väävli (fungitsiid Thiovit Jet, S 800 g kg<sup>-1</sup>) lahusega pritsimise mõju talinisu saagi moodustumisele. Nende katsete meetodika on põhjalikult esitatud Järvani (2012a) artiklis.

Põldkatsete läbiviimise, proovide võtmise, analüüside ja küpsetuskatsete meetodika ning katse aastate ilmastikutingimused on põhjalikult kirjeldatud varasemates artiklites (Järvan jt, 2012a; 2012b; 2017). Kõik põldkatsed olid neljas korduses, katselapi suurus oli 25 m<sup>2</sup>. Katsete meetodikat selgitatakse täiendavalt katsetulemuste arutelu peatükis. Katsetulemused töödeldi dispersioonanalüüsi meetodil.

## Tulemused ja arutelu

Esimene põldkatse, uurimaks kas talinisu püsivalt madala saagikuse põhjus, vaatamata viljakale mullale ja regulaarsele NPK-väetiste kasutamisele, võib olla väävli puudus, korraldati Sakus Üksnurmes 2003. aastal. Katse tulemused esitatakse tabelis 1. Lämmastikuannused (N 120 kg ha<sup>-1</sup>) anti kaheks jaotatult nisu võrsumise faasis. Loomisfaasi algul määrati portatiivse klorofüllimõõturiga Minolta SPAD igal katselapil 30 taime keskmisena lipulehe klorofüllisisaldus ning võeti proovid taime lämmastikusisalduse määramiseks.

Võrreldes väävliga väetatud taimikuga, olid väetamata ja ammooniumsalpeetriga väetatud katselappide taimed oluliselt heledamad, kahvaturohelised. Lehtede klorofüllisisalduse drastiline vähenemine on väävli puuduse üks tüüpilisemaid tunnuseid (Burke jt, 1986; Marschner, 1997). Axaniga väetatud taimed sisaldasid klorofüllis keskmiselt 24% rohkem ja lämmastikku kuni 33% rohkem kui

ammooniumsalpeetriga väetatud. Teatavasti suureneb väevli mõjul lämmastiku omastamine (Marschner, 1997; Salvaggiotti jt, 2009). Kui N-väetamine ei õigustanud väetamise kulusid, sest nisu saagikus praktiliselt ei suurenenud, siis NS-iga väetamisel saadi üle ootuste suur saagitõus: S 12 kg ha<sup>-1</sup> andmine koos lämmastikuga suurendas

saaki 1,5 t ha<sup>-1</sup> ehk 37% võrra. Optimaalseks nii talinisu saagikuse kui ka kvaliteedi seisukohast osutus N : S suhe 10 : 1, seega väevli suurem kogus Axan-II puhul ei osutunud otstarbekaks.

**Table 1.** Väetiste mõju talinisule Širvinta Sakus 2003. aastal (Järvan, Adamson, 2004)

**Table 1.** Effect of fertilizers on winter wheat (variety Širvinta) at Saku in 2003

| Väetis<br>Fertilizer                        | Väetamine<br>Application<br>kg ha <sup>-1</sup> |              | Sisaldus lehtedes<br>Content in leaves<br>EC* 50–51 |                  | Saak<br>Yield       |      | Proteiin, %<br>Protein, % | Langemis-<br>arv<br>Falling<br>number | Kleeppe-<br>valk, %<br>Wet gluten,<br>% |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------|------------------|---------------------|------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                             | EC*<br>21–22                                    | EC*<br>25–28 | klorofüll<br>chlorophyll<br>SPAD<br>(n = 30)        | N %<br>k.a<br>DM | kg ha <sup>-1</sup> | %    |                           |                                       |                                         |
|                                             | Väetiseta<br>Without fertilizer                 | 0            | 0                                                   | 40,4             | 1,61                | 3817 |                           |                                       |                                         |
| Ammooniumnitraat<br>Ammonium nitrate (N 34) | N60                                             | N60          | 43,0                                                | 2,01             | 3993                | 105  | 15,9                      | 290                                   | 38,0                                    |
| Axan-I (N27 S2,7)                           | N60 S6                                          | N60 S6       | 53,3                                                | 2,49             | 5488                | 144  | 16,0                      | 342                                   | 38,0                                    |
| Axan-II (N27 S7)                            | N60 S15                                         | N60 S15      | 53,6                                                | 2,67             | 5513                | 144  | 16,2                      | 341                                   | 38,2                                    |
| PD / LSD <sub>05</sub>                      |                                                 |              |                                                     |                  | 294                 | 8    |                           |                                       |                                         |

EC\* – nisu arengufaas Zadoks jt (1974) järgi / wheat growth stage by Zadoks et al. (1974)

Erinevates mullastik-kliimaatilistes tingimustes mõju uurimiseks korraldati ühesuguse skeemiga põldkatsed: Sakus ja Auksis aastail 2004 (tabel 2) ning 2005 (tabel 3). Paljude variantidega katses uuriti N100 foonil väevli erinevate normide (S 4–26 kg ha<sup>-1</sup>) ja väetamise aegade mõju talinisu klorofüllisisaldusele, saagistruktuuri elementidele (produktiivvõrsete arv taime kohta, terade arv peas ja 1000 tera mass) ning saagikusele. Tulemustest selgus, et väevli mõju olenes nii kasvukohast kui aastast. Kui Saku katses oli talinisu lehtede

klorofüllisisaldus väevliga väetatud variantides kontrollvariandiga võrreldes alati suurem: 2004. aastal vastavalt 42–54% ja 2005. aastal 14–26%, siis Auksi katses ei ilmnenud väevli positiivset mõju klorofüllisisaldusele. Sellest järeldus, et põhjus võis peituda katsekohtade muldade erinevustes (Adamson, Järvan, 2006). Seda kinnitavad ka Skudra ja Ruza (2017) katsed, kes leidsid, et talinisu klorofüllisisalduse sõltuvus väevliga väetamisest on oleneb nii kasvuaastast kui ka mullastiku eripärast.

**Table 2.** Väevliga väetamise mõju talinisule 2004. aastal (Järvan, Adamson, 2005)

**Table 2.** The effect of sulphur application on winter wheat in 2004 (Järvan, Adamson, 2005)

| Variant <sup>a</sup><br>Treatment <sup>a</sup> | S<br>kg ha <sup>-1</sup> | Sakus, sort 'Lars' / at Saku, variety 'Lars' |      |                                     |                    |      |               | Auksis, sort 'Kosack' / at Auksi, variety 'Kosack' |                                            |                    |                                     |      |     |               |  |
|------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------|------|-------------------------------------|--------------------|------|---------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|------|-----|---------------|--|
|                                                |                          | Klorofüll<br>Chlorophyll<br>SPAD<br>n = 30   |      | Viljavihu analüüs<br>Sheaf analysis |                    |      | Saak<br>Yield |                                                    | Klorofüll<br>Chlorophyll<br>SPAD<br>n = 30 |                    | Viljavihu analüüs<br>Sheaf analysis |      |     | Saak<br>Yield |  |
|                                                |                          | A                                            | B    | C                                   | t ha <sup>-1</sup> | %    | A             | B                                                  | C                                          | t ha <sup>-1</sup> | %                                   |      |     |               |  |
| 0                                              | 0                        | 40,5                                         | 1,10 | 25,4                                | 45,2               | 3,15 | 92            | 35,0                                               | 1,05                                       | 26,6               | 33,6                                | 2,32 | 53  |               |  |
| AN + AN                                        | 0                        | 34,5                                         | 1,16 | 26,0                                | 46,0               | 3,44 | 100           | 47,6                                               | 1,19                                       | 35,4               | 34,6                                | 4,37 | 100 |               |  |
| AN + AxI                                       | 4                        | 48,9                                         | 1,39 | 36,4                                | 39,7               | 4,44 | 129           | 48,5                                               | 1,41                                       | 38,8               | 37,6                                | 5,63 | 129 |               |  |
| AN + AxII                                      | 10                       | 52,6                                         | 1,76 | 37,7                                | 42,7               | 4,92 | 143           | 49,0                                               | 1,70                                       | 35,3               | 35,9                                | 5,92 | 135 |               |  |
| AxI + AxI                                      | 10                       | 53,0                                         | 1,60 | 38,6                                | 42,1               | 4,92 | 143           | 48,5                                               | 1,58                                       | 37,7               | 35,6                                | 5,82 | 133 |               |  |
| AxI + AN                                       | 6                        | 51,1                                         | 1,55 | 38,0                                | 41,3               | 4,52 | 131           | 47,9                                               | 1,68                                       | 36,2               | 34,5                                | 6,08 | 139 |               |  |
| AxII + AxII                                    | 26                       | 53,2                                         | 1,76 | 34,9                                | 40,7               | 4,64 | 135           | 49,9                                               | 2,09                                       | 35,2               | 37,7                                | 7,18 | 164 |               |  |
| AxII + AN                                      | 16                       | 51,1                                         | 1,74 | 39,5                                | 41,6               | 4,72 | 137           | 47,5                                               | 1,92                                       | 35,2               | 35,3                                | 6,99 | 160 |               |  |
| PD <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>            |                          | –                                            | 0,31 | 7,7                                 | 2,8                | 0,32 | 9             | –                                                  | 0,19                                       | 1,6                | 1,7                                 | 0,64 | 15  |               |  |

Talinisu eelvil / Preceding crop: Sakus – ristik / clover; Auksis – suviteravil / spring cereal.

<sup>a</sup> Variant / Treatment: 0 – väetamata / without fertilizer. Teistes variantides lämmastikunorm esimesel väetamiskorral (EC 21–22) N 60 kg ha<sup>-1</sup> + teisel väetamiskorral (EC 25–28) N 40 kg ha<sup>-1</sup> / nitrogen rate for the other treatments: N 60 kg ha<sup>-1</sup> (EC 21–22) + N 40 kg ha<sup>-1</sup> (EC 25–28). Väetised / Fertilisers: AN – ammooniumnitraat (N34) / ammonium nitrate; AxI – Axan (N27 S 2,7), AxII – Axan (N27 S 7).

A – produktiivvõrsete arv taime kohta / productive sprouts per plant; B – terade arv peas / grains per ear; C – 1000 tera mass, g / 1000 grain weight.

Väevli mõjul suurenes 2004. aastal Saku katses produktiivsete võrsete arv 20–52% (keskmiselt 41%) ja terade arv peas 34–48% (keskmiselt 44%), samas vähenes statistiliselt usutavalt 1000 tera mass, terasaak suurenes keskmiselt 36% ehk 1,25 t ha<sup>-1</sup> võrra. Auksi katses suurenes väevli mõjul saagistruktuuri elementidest ainult produktiivvõrsete arv (keskmiselt 45%), terade arv peas ja 1000 tera mass aga mitte, saak suurenes keskmiselt 43% ehk 1,90 t ha<sup>-1</sup> võrra. Väevliga väetamise erakordselt kõrge efektiivsus 2004.

aastal oli suuresti tingitud ilmastikutingimustest: kevad oli väga kaua külm ja sademetevaene, mis ei võimaldanud mulla looduslike väevliühendite üleminekut taimedele omastatavasse vormi (Järvan, Adamson, 2005; Järvan jt, 2012a).

Kevad oli 2005. aastal tavapärase ilmastikuga, kuid juuni ja juuli olid suhteliselt põuased, mis mõjutas väevli omastamist ja nisisaagi formeerumist. Väevliga väetamine mõjutas kõige enam produktiivvõrsumist,

mis suurenes mõlemas katsekoahas, variantide keskmisena vastavalt 41% ja 42%. Sakus suurenes väävlil mõjul ka terade arv peas (keskmiselt 15%), samas vähenes kõikides NS variantides usutavalt 1000 tera mass; saak suurenes keskmiselt 0,71 t ha<sup>-1</sup> ehk 14% võrra. Samal aastal ei andnud Auksi katses väävliliga väetamine usutavat saagitõusu. Väävlil erineval efektiivsusel eri katsekohtades võis olla mitu põhjust. Esiteks võis selleks olla mullareaktsiooni erinevus, sest Mengeli ja Kirkby (1987) andmeil on karbonaatsel

mullal väävlil kättesaadavus raskendatud. Seepärast oli Sakus pealtväetisena antud väävel efektiivne. Teiseks põhjuseks võis olla see, et Auksis anti talinisule külvi ajal kompleksväetisega ka väävlit (S 9 kg ha<sup>-1</sup>), Sakus aga sügisväetist ei antud. Eelkirjeldatud katsete tulemuste põhjal järeldati, et talinisu väävlilvajadus tuleb rahuldada juba varastes arengujärgkudes ja et on täiesti piisav anda 1 kg väävlit (S) iga 10 kg lämmastiku kohta (Adamson, Järvan, 2006). Järgmiste põldkatsete kavandamisel võeti selline N : S vahekord aluseks.

**Tabel 3.** Väävliliga väetamise mõju talinisule 2005. aastal (Adamson, Järvan, 2006)

**Table 3.** The effect of sulphur application on winter wheat in 2005 (Adamson, Järvan, 2006)

| Variant <sup>a</sup><br>Treatment <sup>a</sup> | S<br>kg ha <sup>-1</sup> | Sakus, sort 'Lars' / at Saku, variety 'Lars' |      |      |                    |     | Auksis, sort 'Lars' / at Auksi, variety 'Lars' |      |      |                    |     |
|------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------|------|------|--------------------|-----|------------------------------------------------|------|------|--------------------|-----|
|                                                |                          | viljavihu analüüs<br>sheaf analysis          |      |      | saak<br>yield      |     | viljavihu analüüs<br>sheaf analysis            |      |      | saak<br>yield      |     |
|                                                |                          | A                                            | B    | C    | t ha <sup>-1</sup> | %   | A                                              | B    | C    | t ha <sup>-1</sup> | %   |
| 0                                              | 0                        | 1,85                                         | 34,8 | 42,2 | 4,58               | 90  | 1,57                                           | 36,0 | 46,5 | 3,37               | 55  |
| AN + AN                                        | 0                        | 1,98                                         | 33,4 | 48,7 | 5,08               | 100 | 2,36                                           | 45,9 | 40,2 | 6,08               | 100 |
| AN + AxI                                       | 4                        | 2,48                                         | 41,8 | 40,0 | 5,64               | 111 | 2,83                                           | 46,0 | 42,1 | 6,25               | 103 |
| AN + AxII                                      | 10                       | 2,78                                         | 38,6 | 40,0 | 5,60               | 110 | 3,12                                           | 45,3 | 41,3 | 6,25               | 103 |
| AxI + AxI                                      | 10                       | 3,00                                         | 42,1 | 36,7 | 5,88               | 116 | 4,07                                           | 45,6 | 37,1 | 6,55               | 108 |
| AxI + AN                                       | 6                        | 2,96                                         | 36,4 | 40,0 | 5,72               | 113 | 3,26                                           | 44,1 | 41,2 | 6,33               | 104 |
| AxII + AxII                                    | 26                       | 2,74                                         | 35,5 | 37,9 | 5,93               | 117 | 3,69                                           | 42,3 | 39,8 | 6,12               | 101 |
| AxII + AN                                      | 16                       | 2,83                                         | 36,1 | 36,4 | 5,95               | 117 | 3,14                                           | 46,4 | 38,9 | 6,32               | 104 |
| PD <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>           |                          | 0,43                                         | 7,4  | 3,7  | 0,51               | 10  | 0,40                                           | –    | –    | 0,53               | 9   |

Talinisu eelviil / Preceding crop – ristik / clover.

<sup>a</sup> Variant / Treatment: 0 – väetamata / without fertilizer. Teistes variantides lämmastikunorm esimesel väetamiskorral (EC 21–22) N 60 kg ha<sup>-1</sup> + teisel väetamiskorral (EC 25–28) N 40 kg ha<sup>-1</sup> / nitrogen rate for the other treatments: N 60 kg ha<sup>-1</sup> (EC 21–22) + N 40 kg ha<sup>-1</sup> (EC 25–28). Väetised / Fertilisers: AN – ammoniumnitraat (N34) / ammonium nitrate; AxI – Axan (N27 S 2,7), AxII – Axan (N27 S 7).

A – produktiivvõrsete arv taime kohta / productive sprouts per plant; B – terade arv peas / number of grains per ear; C – 1000 tera mass, g / 1000 grain weight.

Sademetevaesel kasvuajal ei pruugi tahkel kujul antud pealtväetis tagada oodatud efekti. Taime arengu kriitilistel perioodidel on toitainetevajadust teatud määral võimalik lehekaudselt rahuldada (Schönherr, 2004; Järvan, 2007). Teatavasti siseneb õhus sisalduv vääveldioksiid taimelehtede õhulõhede kaudu. On selgunud, et taimed on võimelised omastama lehtede kaudu ka elemendi vormis olevat väävlit (Legris-Delaporte jt, 1987; McGrath, Till, 1993; Gransee, 1997).

Sakus korraldati 2004. ja 2005. aastal põldkatsed selgitamiseks lehekaudselt antava väävlil mõju talinisule. Esimeses katses kasutati väävlil allikana fungitsiidi Thiovit Jet (S 800 g kg<sup>-1</sup>), mis lahustati vees ja

pritsimisnormiga 300 l ha<sup>-1</sup> töödeldi talinisutaimi võrsimise ja kõrsumise faasides (tabel 4). 2004. aasta tingimustes sisaldasid Thiovitiga pritsitud taimede lipulehed 28–53% rohkem klorofüllit kui kontrolltaimed (Järvan, 2012). Lehekaudselt annustatud väävlil mõjul suurenes nii produktiivvõrsete arv kui ka terade arv peas. Varasem pritsimisaeg võimaldas saada suurema terasaagi, optimaalseks osutus kasutusnorm S 4,8 kg ha<sup>-1</sup>. Varasemates arengujärgkudes pritsimise eeliseid märgivad ka teised teadlased. Näiteks Thiovit kasutamine normiga S 2–6 kg ha<sup>-1</sup> on paralleelselt seenhaiguste tõrjega oluliselt suurendanud kultuuride saagikust (Socorro jt, 2008).

**Tabel 4.** Fungitsiid Thiovit Jet talinisu väävlilpuuduse leevendajana Saku katsetes (Järvan, 2012)

**Table 4.** Effect of fungicide Thiovit Jet for alleviating sulphur deficiency of winter wheat (Järvan, 2012)

| Variant<br>Treatment                                                                                | 2004                                   |      |      |                    |     | 2005                                   |      |      |                    |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|--------------------|-----|----------------------------------------|------|------|--------------------|-----|
|                                                                                                     | viljavihu analüüs<br>analysis of sheaf |      |      | saak<br>yield      |     | viljavihu analüüs<br>analysis of sheaf |      |      | saak<br>yield      |     |
|                                                                                                     | A                                      | B    | C    | t ha <sup>-1</sup> | %   | A                                      | B    | C    | t ha <sup>-1</sup> | %   |
| Kontroll / Control                                                                                  | 1,12                                   | 23,0 | 44,0 | 3,03               | 100 | 1,46                                   | 35,7 | 41,6 | 5,63               | 100 |
| + Thiovit* 3 kg ha <sup>-1</sup> (S 2,4 kg ha <sup>-1</sup> )<br>võrsimisfaasis / at tillering      | 1,34                                   | 29,7 | 46,1 | 3,93               | 130 | 1,62                                   | 33,9 | 41,7 | 5,92               | 105 |
| + Thiovit 6 kg ha <sup>-1</sup> (S 4,8 kg ha <sup>-1</sup> )<br>võrsimisfaasis / at tillering       | 1,56                                   | 33,6 | 45,8 | 4,69               | 155 | 2,19                                   | 32,9 | 39,5 | 6,14               | 109 |
| + Thiovit 3 kg ha <sup>-1</sup> (S 2,4 kg ha <sup>-1</sup> )<br>kõrsumisfaasis / at stem elongation | 1,12                                   | 25,8 | 46,4 | 3,35               | 111 | –                                      | –    | –    | –                  | –   |
| + Thiovit 6 kg ha <sup>-1</sup> (S 4,8 kg ha <sup>-1</sup> )<br>kõrsumisfaasis / at stem elongation | 1,28                                   | 29,4 | 49,4 | 4,39               | 145 | 1,57                                   | 37,2 | 42,4 | 5,76               | 102 |
| PD / LSD <sub>05</sub>                                                                              | 0,07                                   | 3,6  | 4,4  | 0,54               | 17  | 0,18                                   | 1,6  | 3,1  | 0,44               | 7   |

Kontrollvariant / Control: ammoniumsalpeetrina / as ammonium nitrate – N 60 kg ha<sup>-1</sup> võrsimisfaasis (EC 21) / at tillering + N 60 kg ha<sup>-1</sup> kõrsumisfaasis (EC 31–32) / at stem elongation.

\* Thiovit Jet – fungitsiid (S 800 g kg<sup>-1</sup>). A – produktiivvõrsete arv taime kohta / productive sprouts per plant; B – terade arv peas / number of grains per ear; C – 1000 tera mass, g / 1000 grain weight.



Thioviti kasutamine 2005. aastal andis usutava enamsaagi (+ 9%) ainult ühe variandi puhul. Väävli lahusega pritsimise tagasihoidlik mõju võis olla tingitud sellest, et talinisule sai väävli tarbe suures osas rahuldatud mullavarude arvelt, sest tingimused mulla väävliühendite lahustumiseks olid soodsamad (pH 5,6, kevad soe ja niiske) kui olid olnud eelmisel aastal (pH 7,2, kevad külm ja sademeteta).

Teises lehekaudse väetamise katses kasutati väävli allikana ammooniumsulfaati ja Sulfurit, mida lisati mitmesugustes kogustes Silmeti lämmastikvedelväetisega pritsimisel (tabel 5). Talinisule pritsiti võrsumise ja kõrsumise algfaasides. Kuna pritsimiskorraga antav vedelväetise kogus oli suur ( $N\ 60\ kg\ ha^{-1}$ , s.o.  $\sim 350\ l\ ha^{-1}$ ), sattus osa sellest ka maapinnale ja toimis tõenäoliselt talinisule juurekava kaudu. Kuigi tegemist oli tugeva-kontsentratsioonilise ammooniumsulfaadi lahusega ( $N\ \sim 170\ g\ l^{-1}$ ), ei põhjustanud see esimesel pritsimisel lehepõletusi, küll aga tekitas massiliselt lehepõletusi hilisem pritsimine (Järvan, 2012). Ka Phillips ja Mullins (2004) andmeil on kõrsumisfaasi alguses N- ja NS-väetiste lahustega pritsimine tekitanud lehepõletusi. Kuid vaatamata lehepõletustele saadi kontrollvariandis ( $N\ 60 + 60\ kg\ ha^{-1}$ ) 21% võrra suurem saak kui väetiseta variandis (Järvan, 2012). Väävli lisamine lämmastikvedelväetise lahusesse suurendas 2004. aasta tingimustes nii produktiivset võrsumist ja terade arvu peas kui ka saagikust. Saagikuse seisukohalt oli täiesti

piisav, kui lehekaudsel anti väävli (S) kahe väetamiskorraga kokku umbes  $6\ kg\ ha^{-1}$ .

2005. aasta varakevadel oli talinisule lumiseene tõttu tublisti hõrenenud, kuid hiljem võrsus see intensiivsemalt kui eelmisel aastal. Pealtväetamisel lämmastikvedelväetisesse ammooniumsulfaadi ja Sulfuri vormis lisatud väävel soodustas eriti tugevalt produktiivvõrsete väljaarenemist, nende arv ühe taime kohta suurenes 20–54%. Samal ajal aga vähenes 1000 tera mass. Olulised nihked saagistruktuuri elementides ei kajastunud saagi suuruses, sest sel aastal oli katsevariantide saagitase üsna ühesugune (Järvan, 2012).

Toiduteravilja puhul on tavaliste kvaliteedinäitajate kõrval (niiskus, mahumass, langemisarv), mida on mõjutanud peamiselt ilmastik, koristamine, kuivatamine ja sorteerimine, veelgi olulisemad saagi bioloogilise kvaliteedi näitajad. Nende hulgas on tähtsaim proteiini sisaldus, eriti just mitmesuguste valgugruppide sisaldus ja kvaliteet. Proteiinisisaldust on võimalik suurendada küll lämmastikuga väetamisega, kuid sel juhul tavaliselt halveneb proteiini bioloogiline väärtus, sest suureneb väheväärtuslike reservvalkude osakaal ning väheneb vees ja soolas lahustuvate valkude sisaldus. Valkude bioloogilist väärtust näitab asendamatu aminohapete osakaal aminohapete üldhulgas (Lepajõe, 1984; Järvan jt, 2006). Väävli sisaldavad aminohapped metioniin ja tsüsteiin on nisu küpsetusomaduste seisukohalt väga olulised (Hagel, 2005; Järvan jt, 2006).

**Tabel 5.** Lehekaudsel antud väävelväetiste mõju talinisule 'Lars' Saku katsetes 2004–2005 (Järvan, 2012)

**Table 5.** The effect of foliar applied sulphur on winter wheat in the field experiments at Saku (Järvan, 2012)

| Variant<br>Treatment                            | 2004                                   |      |      |                    |     | 2005                                   |      |      |                    |     |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|--------------------|-----|----------------------------------------|------|------|--------------------|-----|
|                                                 | viljavihu analüüs<br>analysis of sheaf |      |      | saak<br>yield      |     | viljavihu analüüs<br>analysis of sheaf |      |      | saak<br>yield      |     |
|                                                 | A                                      | B    | C    | t ha <sup>-1</sup> | %   | A                                      | B    | C    | t ha <sup>-1</sup> | %   |
| Kontroll / Control                              | 1,20                                   | 27,7 | 45,2 | 3,54               | 100 | 2,24                                   | 41,7 | 41,6 | 5,51               | 100 |
| + S <sub>AS</sub> 3 + 3 kg ha <sup>-1</sup>     | 1,51                                   | 33,7 | 43,7 | 5,09               | 144 | 2,79                                   | 39,4 | 41,0 | 5,71               | 104 |
| + S <sub>AS</sub> 6 + 6 kg ha <sup>-1</sup>     | 1,68                                   | 33,3 | 44,6 | 5,27               | 149 | 3,45                                   | 38,8 | 34,4 | 5,58               | 101 |
| + S <sub>Su</sub> 1,7 + 1,7 kg ha <sup>-1</sup> | 1,52                                   | 32,7 | 43,4 | 4,49               | 127 | 2,70                                   | 38,4 | 38,5 | 5,47               | 99  |
| + S <sub>Su</sub> 3,4 + 3,4 kg ha <sup>-1</sup> | 1,70                                   | 32,6 | 42,1 | 4,95               | 140 | 2,89                                   | 37,4 | 42,7 | 5,56               | 101 |
| + S <sub>Su</sub> 5,1 + 5,1 kg ha <sup>-1</sup> | 1,65                                   | 32,7 | 40,8 | 4,99               | 141 | –                                      | –    | –    | –                  | –   |
| PD / LCD <sub>05</sub>                          | 0,19                                   | 4,0  | 1,9  | 0,41               | 12  | 0,33                                   | 4,2  | 2,9  | 0,52               | 9   |

Kontroll / Control: 2004 – Silmeti vedelväetisega ( $N\ \sim 170\ g\ l^{-1}$ ) võrsumise faasis (EC 21)  $N\ 60\ kg\ ha^{-1}$  + kõrsumise faasis (EC 31–32)  $N\ 60\ kg\ ha^{-1}$  / in 2004 – as Silmet's liquid fertilizer ( $N\ \sim 170\ g\ l^{-1}$ ):  $N\ 60\ kg\ ha^{-1}$  at tillering (EC 21) +  $N\ 60\ kg\ ha^{-1}$  at stem elongation (EC 31–32); 2005 – ammooniumsulfaatina  $N\ 34\ kg\ ha^{-1}$  (EC 21) + Silmeti vedelväetisega  $N\ 40\ kg\ ha^{-1}$  (EC 24) ja  $N\ 40\ kg\ ha^{-1}$  (EC 31–32) / in 2005 –  $N\ 34\ kg\ ha^{-1}$  as ammonium nitrate, and  $N40 + N40\ kg\ ha^{-1}$  as Silmet's liquid fertilizer.

S<sub>AS</sub> – väävel (S) ammooniumsulfaadina (N21 S24) / sulphur (S) as ammonium sulphate; S<sub>Su</sub> – Sulfur F3000 (S 340 g l<sup>-1</sup>) / as Sulphur F3000. A – produktiivvõrsete arv taime kohta / productive sprouts per plant; B – terade arv peas / grains per ear; C – 1000 tera mass, g / 1000 grain weight.

Nisujahu tehnoloogilised omadused ja valmistoote kvaliteet olenevad mitte niivõrd kleepvalgu kontsentratsioonist, kuivõrd selle kvaliteedist, mida omakorda on võimalik mõjutada väävli kättesaadavusega (Järvan jt, 2012b; 2017). Kleepvalgu kvaliteeti näitab gluteenindeks (GI), mis väljendab pärast tsentrifuugimist spetsiaalsele sõelale jäänud kleepvalgu suhet kleepvalgu koguhulgaga (Perten, 1990). Selle väärtus näitab gluteeni tugevust – kas gluteen on küpsetusomaduste seisukohalt nõrk (GI < 30%), normaalne (GI 30–80%) või tugev (GI > 80%) (Oikonomou jt, 2015). Kesk-Euroopa nisusortide optimaalne gluteenindeks saiatoodete valmistamiseks on 75–90% (Curic jt, 2001).

Meie katsetes, mis viidi läbi Sakus rähkmullal, selgus, et väävliga väetamise mõju talinisule oleneb kasvuaastate ilmastikust (Järvan jt, 2012a; 2012b). Aastate 2004–2008 keskmisena oli talinisule saagikus NS-variandis  $1,16\ t\ ha^{-1}$  ehk 21,7% võrra suurem kui N-variandis (tabel 6). Kõikides katsetes aga kaasnes saagi suurenemisega proteiini- ja kleepvalgu sisalduse vähenemine. Selle põhjuseks võis olla proteiini nn lahjenemise efekt. Thomason jt (2007) järgi on nisu saagikus ja proteiinisisaldus pöördvõrdelises sõltuvuses just tingituna proteiini nn lahjenemisest taime sees. Ka Hoel (2011) on märkinud, et väävliga väetamisel kaasneb saakide suurenemisega proteiinisisalduse vähenemine.

Kuigi meie katsetes vähenes väävli mõjul nisu proteiini- ja kleepvalgu sisaldus, paranes kleepvalgu kvaliteet, sest gluteenindeks suurenes usaldusväärselt (väljaarvatud 2008. aasta tingimustes). NS variandis oli nisusaagi gluteenindeks piirides 51–90% (keskmiselt 74%). Gluteenindeksi selliste väärtuste puhul võib loota, et jahu ja taigen on heade tehnoloogiliste omadustega ning lõpptoode (sai) kvaliteetne (Curic jt, 2001; Järvan jt, 2017). Bonfil ja Posner (2012) siiski mainivad, et terasaagi gluteenindeks ei korreleeru kuigi hästi küpsetise kvaliteedinäitajatega, sh pätsi mahuga, sest need seosed sõltuvad ka tehnoloogilistest protsessidest, nt jahvatamisest. Väävli toime kiireneb valkude ainevahetusrada ja suureneb väävli sisaldavate aminohapete – tsüsteiini ja metioniini – sisaldus proteiinis

(Reinbold jt, 2008; Klikocka jt, 2016). Mõlemad aminohapped omavad suurt tähtsust nisujahu küpsetuskvaliteedi väljakujunemises (MacRichie, Gupta, 1993; Reinbold jt, 2008; Järvan jt, 2006; 2017).

Sakus rähkmullal läbiviidud katsetes oli väävli mõju mõnede oluliste aminohapete sisaldusele aastate lõikes erinev. Nelja aasta keskmisena suurendas väävliga väetamine tsüsteiini ja metioniini sisaldust talinisu terades vastavalt 11,9% ja 20,1% ning ümber arvestatult proteiinile – vastavalt 20,4% ja 28,1%. Seega, väävliga väetamisel paranes proteiini bioloogiline kvaliteet ja sellest tulenevalt jahu küpsetusomadused ning saia kvaliteet (Järvan jt, 2008; 2012b; 2017).

**Table 6.** Väävliga väetamise mõju talinisu saagile ja proteiini bioloogilisele kvaliteedile Saku katsetes aastatel 2004–2008

**Table 6.** The effect of sulphur fertilization on the yield and protein biological quality of winter wheat in the field experiments at Saku in 2004–2008

| Katsekoht*<br>aasta, variant<br><i>Treatment</i> | Saak,<br>t ha <sup>-1</sup><br><i>Yield</i><br>t ha <sup>-1</sup> | Proteiin,<br>%<br><i>Protein,</i><br>% | Kleep-<br>valk, %<br><i>Wet</i><br><i>Gluten,</i> % | Gluteen-<br>indeks, %<br><i>Gluten</i><br><i>Index,</i> % | Aminohapped terades, g kg <sup>-1</sup><br><i>Amino acids in grain, g kg<sup>-1</sup></i> |      |      |      | Aminohapped proteiinis, g kg <sup>-1</sup><br><i>Amino acids in protein, g kg<sup>-1</sup></i> |      |      |      |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                                                  |                                                                   |                                        |                                                     |                                                           | CYS                                                                                       | THRE | METH | LYS  | CYS                                                                                            | THRE | METH | LYS  |
| 2004                                             |                                                                   |                                        |                                                     |                                                           |                                                                                           |      |      |      |                                                                                                |      |      |      |
| 0                                                | 3,15                                                              | 10,6                                   | 23,0                                                | 77                                                        | 2,60                                                                                      | 3,17 | 2,04 | 4,88 | 24,5                                                                                           | 29,9 | 19,2 | 46,0 |
| N100                                             | 3,44                                                              | 14,1                                   | 31,9                                                | 45                                                        | 2,34                                                                                      | 3,73 | 1,86 | 5,24 | 16,6                                                                                           | 26,7 | 13,2 | 37,2 |
| N100 S10                                         | 4,92                                                              | 11,6                                   | 25,1                                                | 74                                                        | 2,53                                                                                      | 3,75 | 2,14 | 4,66 | 21,8                                                                                           | 32,3 | 18,4 | 40,2 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                             | 0,27                                                              | 0,7                                    | 1,8                                                 | 7                                                         | 0,07                                                                                      | 0,28 | 0,04 | 0,05 |                                                                                                |      |      |      |
| 2005                                             |                                                                   |                                        |                                                     |                                                           |                                                                                           |      |      |      |                                                                                                |      |      |      |
| 0                                                | 4,58                                                              | 11,1                                   | 21,9                                                | 79                                                        | 2,35                                                                                      | 2,82 | 1,77 | 3,28 | 21,2                                                                                           | 25,4 | 15,9 | 29,5 |
| N100                                             | 5,08                                                              | 13,9                                   | 31,5                                                | 32                                                        | 2,23                                                                                      | 2,74 | 1,26 | 3,13 | 16,0                                                                                           | 19,7 | 9,1  | 22,5 |
| N100 S10                                         | 5,88                                                              | 13,4                                   | 30,2                                                | 51                                                        | 2,91                                                                                      | 3,40 | 1,98 | 3,65 | 21,7                                                                                           | 25,4 | 1,8  | 27,2 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                             | 0,32                                                              | 0,4                                    | 0,9                                                 | 11                                                        | 0,31                                                                                      | 0,16 | 0,19 | 0,23 |                                                                                                |      |      |      |
| 2007                                             |                                                                   |                                        |                                                     |                                                           |                                                                                           |      |      |      |                                                                                                |      |      |      |
| 0                                                | 3,47                                                              | 7,9                                    | 11,2                                                | 98                                                        | 1,47                                                                                      | 3,09 | 1,12 | 2,56 | 18,6                                                                                           | 39,1 | 14,2 | 32,4 |
| N100                                             | 5,66                                                              | 10,6                                   | 22,8                                                | 75                                                        | 1,74                                                                                      | 4,03 | 1,34 | 2,77 | 16,4                                                                                           | 38,0 | 12,6 | 26,1 |
| N100 S10                                         | 5,92                                                              | 10,1                                   | 21,0                                                | 90                                                        | 1,76                                                                                      | 3,90 | 1,40 | 2,53 | 17,4                                                                                           | 38,6 | 13,9 | 25,0 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                             | 0,36                                                              | 0,4                                    | 0,6                                                 | 5                                                         | 0,08                                                                                      | 0,23 | 0,07 | 0,15 |                                                                                                |      |      |      |
| 2008                                             |                                                                   |                                        |                                                     |                                                           |                                                                                           |      |      |      |                                                                                                |      |      |      |
| 0                                                | 3,44                                                              | 7,8                                    | 11,7                                                | 90                                                        | 1,25                                                                                      | 2,01 | 0,95 | 2,68 | 16,2                                                                                           | 25,8 | 12,2 | 34,5 |
| N100                                             | 7,20                                                              | 10,4                                   | 19,4                                                | 79                                                        | 1,45                                                                                      | 2,43 | 1,11 | 3,17 | 13,9                                                                                           | 23,4 | 10,7 | 30,5 |
| N100 S10                                         | 9,26                                                              | 10,2                                   | 18,6                                                | 80                                                        | 1,48                                                                                      | 2,41 | 1,15 | 3,44 | 14,6                                                                                           | 23,6 | 11,3 | 33,7 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                             | 0,84                                                              | 0,7                                    | 0,9                                                 | 7                                                         | 0,14                                                                                      | 0,21 | 0,13 | 0,30 |                                                                                                |      |      |      |
| 2004–2008                                        |                                                                   |                                        |                                                     |                                                           |                                                                                           |      |      |      |                                                                                                |      |      |      |
| 0                                                | 3,66                                                              | 9,4                                    | 17,0                                                | 86                                                        | 1,92                                                                                      | 2,77 | 1,47 | 3,35 | 20,1                                                                                           | 30,0 | 15,4 | 35,6 |
| N100                                             | 5,34                                                              | 12,2                                   | 26,4                                                | 58                                                        | 1,94                                                                                      | 3,23 | 1,39 | 3,58 | 15,7                                                                                           | 27,0 | 11,4 | 29,1 |
| N100 S10                                         | 6,50                                                              | 11,3                                   | 23,7                                                | 74                                                        | 2,17                                                                                      | 3,36 | 1,67 | 3,57 | 18,9                                                                                           | 30,0 | 14,6 | 31,5 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                             | 0,36                                                              | 0,7                                    | 0,8                                                 | 7                                                         |                                                                                           |      |      |      |                                                                                                |      |      |      |

Auksis kahkjäl mullal 2005. ja 2009. aastal läbiviidud põldkatsetes (tabel 7) ei olnud väävliga väetamine efektiivne, sest usutatavat saagitõusu ei saavutatud – seda tõenäoliselt eespool kirjeldatud põhjustel. Siiski, 2005. aasta tingimustes paranes väävli mõjul proteiini bioloogiline kvaliteet – suurenes gluteenindeksi väärtus ning tsüsteiini ja metioniini sisaldus talinisu terades.

Nisujahu küpsetusomadused sõltuvad paljudest teguritest, millest tähtsamad on õige sordivalik, ilmastikutingimused ja agrotehnika, sealhulgas väetamine (Rozbicki jt, 2015; Järvan jt, 2017). Väetamise valdkonnas mõjutab jahu ja taigna tehnoloogilisi omadusi ning lõpptoote kvaliteeti eriti oluliselt nisu varustus väävliga, sealhulgas lämmastiku ja väävli suhe (MacRichie, Gupta, 1993; Zhao jt, 1999b; Hagel, 2005). Heade küpsetusomaduste tagamiseks peab lämmastiku ja väävli suhe (N : S) talinisu terades olema väiksem kui

17 (Zhao jt, 1995; Hagel, 2005). Sakus aastail 2004–2007 läbiviidud katsetes oli talinisu 'Lars' terades N : S suhe kontroll- ehk N-variandis 17,0–20,8 ja NS-variandis 13,0–15,2. Seega, ainult lämmastikuga väetamisel ei vastanud saak toidunisu nõuetele, kuid väävli mõjul kvaliteet paranes (Järvan jt, 2006; 2008; 2009).

Meie talinisu katsete olulisematelt väetusvariantidelt kogutud saagipartiidega viidi läbi küpsetusomaduste määramine vastavalt Järvan jt (2017) avaldatud metoodikale. Kuu aega pärast terade jahvatamist määrati laagerdunud jahu niiskus, toorproteiini ja kleepvalgu sisaldus ning gluteenindeks. Taigna reoloogiliste omaduste (veesidumisvõime, taigna moodustumise aeg, pehmenemise aste, stabiilsus ja kvaliteedinumber) määramine toimus farinograaf Brabenderi abil. Küpsetise staadiumis määrati pätsi ruumala, eriruumala, poorsus ning ümaral tootel kõrguse ja läbimõõdu suhe (tabel 8).

**Tabel 7.** Väevliga väetamise mõju talinisule saagile ja proteiini bioloogilisele kvaliteedile Auksi põldkatsetes**Table 7.** The effect of sulphur fertilization on the yield and protein biological quality of winter wheat in the field experiments at Auksi

| Katsekoht*<br>aasta, variant<br>Treatment | Saak,<br>t ha <sup>-1</sup><br>Yield,<br>t ha <sup>-1</sup> | Proteiin<br>Protein<br>% | Kleep-<br>valk<br>Wet<br>gluten<br>% | Gluteen-<br>indeks<br>Gluten<br>index | Aminohapped terades<br>Amino acids in grain,<br>g kg <sup>-1</sup> |      |      |      | Aminohapped proteiinis<br>Amino acids in protein<br>g kg <sup>-1</sup> |      |      |      |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------|------|------|------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                                           |                                                             |                          |                                      |                                       | CYS                                                                | THRE | METH | LYS  | CYS                                                                    | THRE | METH | LYS  |
| 2005                                      |                                                             |                          |                                      |                                       |                                                                    |      |      |      |                                                                        |      |      |      |
| 0                                         | 3,37                                                        | 11,5                     | 20,8                                 | 86                                    | 2,42                                                               | 2,95 | 1,82 | 4,55 | 21,0                                                                   | 25,6 | 15,8 | 39,6 |
| N100                                      | 6,08                                                        | 13,2                     | 27,6                                 | 61                                    | 2,75                                                               | 3,63 | 2,11 | 5,11 | 20,8                                                                   | 27,5 | 16,0 | 38,7 |
| N100 S10                                  | 6,55                                                        | 13,7                     | 29,3                                 | 82                                    | 3,10                                                               | 3,53 | 2,29 | 5,30 | 22,6                                                                   | 25,8 | 16,7 | 38,7 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                      | 0,51                                                        | 0,8                      | 2,5                                  | 15                                    | 0,31                                                               | 0,19 | 0,16 | 0,45 |                                                                        |      |      |      |
| 2009                                      |                                                             |                          |                                      |                                       |                                                                    |      |      |      |                                                                        |      |      |      |
| 0                                         | 5,43                                                        | 11,8                     | 22,9                                 | 86                                    | 2,18                                                               | 3,17 | 1,55 | 3,07 | 18,5                                                                   | 26,9 | 13,1 | 26,0 |
| N100                                      | 8,56                                                        | 12,6                     | 27,0                                 | 77                                    | 2,47                                                               | 3,49 | 1,77 | 3,27 | 19,6                                                                   | 27,7 | 14,0 | 26,0 |
| N100 S10                                  | 8,65                                                        | 12,4                     | 26,3                                 | 80                                    | 2,36                                                               | 3,46 | 1,78 | 3,08 | 19,0                                                                   | 27,9 | 14,4 | 24,8 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                      | 0,43                                                        | 0,7                      | 3,6                                  | 12                                    | 0,10                                                               | 0,29 | 0,21 | 0,36 |                                                                        |      |      |      |
| Keskmine /Average                         |                                                             |                          |                                      |                                       |                                                                    |      |      |      |                                                                        |      |      |      |
| 0                                         | 4,40                                                        | 11,5                     | 21,8                                 | 86                                    | 2,30                                                               | 3,06 | 1,68 | 3,81 | 19,8                                                                   | 26,2 | 14,4 | 32,8 |
| N100                                      | 7,32                                                        | 12,9                     | 27,3                                 | 69                                    | 2,61                                                               | 3,56 | 1,94 | 4,19 | 20,2                                                                   | 27,6 | 15,0 | 32,4 |
| N100 S10                                  | 7,60                                                        | 13,1                     | 27,8                                 | 81                                    | 2,73                                                               | 3,50 | 2,04 | 4,19 | 20,8                                                                   | 26,8 | 15,6 | 31,8 |
| PD/LSD <sub>05</sub>                      | 0,46                                                        | 0,7                      | 3,3                                  | 9                                     | 0,27                                                               | 0,21 | 0,16 | 0,39 |                                                                        |      |      |      |

**Tabel 8.** Väevliga väetamise mõju talinisule küpsetusomadustele (Järvan jt, 2017)**Table 8.** The influence of sulphur fertilization on bread-baking properties of winter wheat (Järvan et al., 2017)

| Näitaja<br>Property                                                                             | Katsekoht, aasta, väetamine saagiaastal (N ja S kg ha <sup>-1</sup> )<br>Location, year, fertilizer rate (N and S kg ha <sup>-1</sup> ) |          |           |          |           |          |            |         |            |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|---------|------------|----------|
|                                                                                                 | Saku 2004                                                                                                                               |          | Saku 2005 |          | Saku 2007 |          | Auksi 2009 |         | Auksi 2010 |          |
|                                                                                                 | N100                                                                                                                                    | N100 S10 | N100      | N100 S10 | N100      | N100 S14 | N100       | N100 S7 | N102       | N102 S39 |
| <b>Jahu / Flour</b>                                                                             |                                                                                                                                         |          |           |          |           |          |            |         |            |          |
| Proteiin / Protein, %                                                                           | 12,3                                                                                                                                    | 10,4     | 12,2      | 11,7     | 9,4       | 9,0      | 11,8       | 11,6    | 11,8       | 11,6     |
| Kleepvalk, %<br>Wet gluten, %                                                                   | 31,8                                                                                                                                    | 28,6     | 33,3      | 31,8     | 23,6      | 22,3     | 28,7       | 27,8    | 25,8       | 24,3     |
| Gluteenindeks<br>Gluten index                                                                   | 49                                                                                                                                      | 79       | 48        | 78       | 69        | 94       | 74         | 76      | 98         | 96       |
| <b>Taigna / Dough</b>                                                                           |                                                                                                                                         |          |           |          |           |          |            |         |            |          |
| Veesidumisvõime, %<br>Water absorption, %                                                       | 62,6                                                                                                                                    | 60,0     | 62,2      | 57,9     | 58,0      | 56,3     | 58,6       | 57,8    | 56,5       | 55,4     |
| Moodustumise aeg, min<br>Development time, min                                                  | 2,5                                                                                                                                     | 2,4      | 2,5       | 3,0      | 1,9       | 1,9      | 5,5        | 5,3     | 3,0        | 3,3      |
| Pehmenemise aste<br>Degree of softening                                                         | 70                                                                                                                                      | 76       | 154       | 120      | 103       | 100      | 67         | 65      | 40         | 36       |
| Stabiilsus, min<br>Stability, min                                                               | 3,8                                                                                                                                     | 5,1      | 1,6       | 4,0      | 3,6       | 4,2      | 8,5        | 8,4     | 15,1       | 16,6     |
| Kvaliteedinumber<br>Quality number                                                              | 50                                                                                                                                      | 59       | 32        | 49       | 33        | 37       | 79         | 78      | 53         | 54       |
| <b>Sai / Bread</b>                                                                              |                                                                                                                                         |          |           |          |           |          |            |         |            |          |
| Pätsi ruumala, cm <sup>3</sup><br>Volume, cm <sup>3</sup>                                       | 1414                                                                                                                                    | 1457     | 1604      | 1765     | 1597      | 1561     | 1769       | 1766    | 1415       | 1480     |
| Eriruumala, cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup><br>Specific volume, cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> | 3,57                                                                                                                                    | 3,69     | 4,14      | 4,58     | 4,32      | 4,21     | 4,70       | 4,60    | 3,73       | 3,91     |
| Kõrgus : diameeter<br>Height : diameter                                                         | 0,31                                                                                                                                    | 0,40     | 0,40      | 0,54     | 0,37      | 0,45     | 0,52       | 0,51    | 0,48       | 0,51     |
| Poorsus, 1:10<br>Porosity, 1:10                                                                 | 4                                                                                                                                       | 6        | 3         | 6        | 4         | 6        | 5          | 8       | 6          | 7        |

Jahu veesidumisvõime sõltub proteiinisaldusest (Dowell jt, 2008). Seda võis järelada ka Sakus toimunud katsete põhjal – mida kõrgem oli nisu proteiinisaldus, seda rohkem sidus jahu vett. Rozbicki jt (2015) märgib, et eriti palju sõltub jahu veesidumisvõime aastate erinevustest.

Meie katsetes ei ilmnunud usutatavat seost väevliga väetamise ja jahu veesidumisvõime vahel ( $r = 0,750$ ,  $p > 0,05$ ). Taigna moodustumise aeg ja pehmenemise aste, mis on olulised tehnoloogilised näitajad pagaritööstuste jaoks, ei sõltunud samuti väevliga väetamisest. Küll aga selgus, et väevli mõjul suurenes taigna stabiilsus ( $r = 0,898$ ,  $p < 0,05$ ) ja farinograafi kvaliteedinumber ( $r = 0,917$ ,  $p < 0,01$ ) (Järvan jt, 2017).

Paljudel juhtudel on uuritud, kas lähtematerjali (terad, jahu) mingite näitajate, näiteks proteiini või kleepvalgu sisalduse järgi saab ennustada lõpptootet (leiva) kvaliteeti (Dowell jt, 2008; Popa jt, 2014; Thanhäuser jt, 2014; Malalgoda jt, 2018). Teadlaste seisukohad selle osas on olnud vastandlikud. Konkreetse jahu küpsetuskvaliteedi hindamise enamlevinud ja usaldusväärseimaks meetodiks on siiski küpsetuskatse ehk prooviküpsetus, kusjuures tähtsaimaks kriteeriumiks peetakse pätsi ruumala.

Meie küpsetuskatsetes varieerus pätsi ruumala olenevalt aastast ja väetusvariandist (tabel 8). Talinisule väetamine väevliga suurendas pätsi mahtu ( $r = 0,842$ ,  $p < 0,05$ ) ja ümara toote puhul pätsi kõrguse ja

diameetri suhet ( $r = 0,801$ ,  $p < 0,05$ ). Väavli mõjul paranes ka sisu poorsus (Järvan jt, 2017).

Väavli mõju talinisule uuriti 2006. aastal ka tootmis-tingimustes Lõuna-Eestis kahel erineva viljakusega põllul (tabel 9). Lämmastikunorm jäi suhteliselt madalaks (kokku  $N 75 \text{ kg ha}^{-1}$ ), sest põuase suve tõttu ei pidanud tootja otstarbekaks anda nisule pealtväetist veel ka kõrsumisfaasis – nagu ta esialgu oli planeerinud. Selle aasta tingimustes avaldus väavli mõju eriti tugevalt: Axaniga väetatud põlluosal oli saak madalama viljakusega põllu puhul 39,8% suurem ja viljakama põllu puhul 45,5% suurem kui ammoniumsalpeetriga väetatud põlluosal. Väavliga väetamine

parandas oluliselt talinisu kvaliteeti – suurenesid nii proteiini- ja kleepvalgusisaldus kui ka aminohapete sisaldus. Väavliga väetamise mõjul paranesid olulised küpsetuskvaliteedi näitajad: jahu veesidumisvõime, taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, pätsi ruumala ja eriruumala ning ümmarguse pätsi kõrguse ja diameetri suhe. Väavlit variandi talinisust ei olnud sel aastal võimalik saada normaalse ruumala ja ilusa välimusega küpsetist (Järvan jt, 2008; 2009). Hagel (2005) märgib, et väavlipuuduses kasvanud talinisu jahust valmistatud taigen on tugev ega võimalda normaalset paisumist, seetõttu jääb küpsetise ruumala väikeseks.

**Tabel 9.** Väetiste mõju talinisule 'Lars' tootmiskatsetes 2006. aastal (Järvan jt, 2009)

**Table 9.** The effect of fertilization on the winter wheat (var. 'Lars') on production fields in 2006 (Järvan et al., 2009)

| Näitajad / Properties                                                                    | Katse nr 1 / Trial No 1 |         | Katse nr 2 / Trial No 2 |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|
|                                                                                          | N75                     | N75 S10 | N75                     | N75 S10 |
| Saak, $t \text{ ha}^{-1}$ / Yield, $t \text{ ha}^{-1}$                                   | 3,39                    | 4,74    | 5,36                    | 7,80    |
| <b>Terad / Grain</b>                                                                     |                         |         |                         |         |
| Proteiin, % / Protein, %                                                                 | 10,6                    | 12,0    | 9,9                     | 13,0    |
| Kleepvalk, % / Wet gluten, %                                                             | 20,6                    | 24,7    | 17,4                    | 26,1    |
| Gluteenindeks / Gluten index                                                             | 97                      | 88      | 99                      | 96      |
| Tsüsteiin / Cystein, $g \text{ kg}^{-1}$                                                 | 2,03                    | 2,56    | 1,93                    | 2,53    |
| Treoniin, $g \text{ kg}^{-1}$ / Threonin, $g \text{ kg}^{-1}$                            | 3,75                    | 4,33    | 3,53                    | 4,68    |
| Metioniin, $g \text{ kg}^{-1}$ / Methionin, $g \text{ kg}^{-1}$                          | 1,48                    | 1,65    | 1,32                    | 1,66    |
| Lüsiin, $g \text{ kg}^{-1}$ / Lysin, $g \text{ kg}^{-1}$                                 | 2,75                    | 2,88    | 2,48                    | 3,02    |
| <b>Jahu / Flour</b>                                                                      |                         |         |                         |         |
| Proteiin, % / Protein, %                                                                 | 9,5                     | 11,0    | 8,6                     | 11,9    |
| Langemisarv, sek / Falling number, sek                                                   | 372                     | 377     | 317                     | 380     |
| Kleepvalk, % / Wet gluten, %                                                             | 21,9                    | 26,8    | 19,6                    | 29,1    |
| Gluteenindeks / Gluten index                                                             | 97                      | 93      | 97                      | 97      |
| Veesidumisvõime, % / Water absorption, %                                                 | 55,8                    | 58,3    | 55,5                    | 60,6    |
| <b>Taigen / Dough</b>                                                                    |                         |         |                         |         |
| Moodustumise aeg, min / Development time, min                                            | 1,8                     | 1,7     | 1,5                     | 2,2     |
| Stabiilsus, min / Stability, min                                                         | 2,9                     | 6,3     | 2,4                     | 4,2     |
| Pehmenemise aste / Degree of softening                                                   | 97                      | 76      | 106                     | 67      |
| Kvaliteedinumber / Quality number                                                        | 31                      | 40      | 24                      | 34      |
| <b>Sai / Bread</b>                                                                       |                         |         |                         |         |
| Pätsi ruumala, $\text{cm}^3$ / Loaf volume, $\text{cm}^3$                                | 1252                    | 1551    | 1095                    | 1465    |
| Eriruumala, $\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$ / Specific volume, $\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$ | 3,34                    | 4,23    | 2,98                    | 3,92    |
| Kõrgus : diameeter / Height : diameter                                                   | 0,41                    | 0,54    | 0,47                    | 0,64    |
| Poorsus 1:10 / Porosity 1:10                                                             | 4                       | 6       | 7                       | 6       |

Katse nr 1 / Trial No 1: Eelvil / Preceding crop – suviniis / spring wheat ; mullas / in soil –  $\text{pH}_{\text{KCl}} 6,2$ ,  $\text{P}_{\text{Meh}} 81$ ,  $\text{K}_{\text{Meh}} 140 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Katse nr 2 / Trial No 2: Eelvil / Preceding crop – pikaajaline rohumaa / long-term grassland; mullas / in soil –  $\text{pH}_{\text{KCl}} 6,0$ ,  $\text{P}_{\text{Meh}} 211$ ,  $\text{K}_{\text{Meh}} 128 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Väetamine / Application: N75 – ammonium nitraat / ammonium nitrate:  $N 41 \text{ kg ha}^{-1}$  (EC 21–22) +  $N 34 \text{ kg ha}^{-1}$  (EC 25–28); N75 S10 – Axan Super (N27 S3,7) / as Axan Super:  $N41 S5,5 \text{ kg ha}^{-1}$  (EC 21–22) +  $N34 S4,5 \text{ kg ha}^{-1}$  (EC 25–28).

2010. aastal korraldati suuremahuline komplekskatse Viljandimaal Auksis talinisu 'Ada' tootmispõllul ( $C_{\text{org}} 2,0\%$ ,  $\text{pH} 6,1$ , P ja K sisaldus kõrge, eelvil – taliraps). Kõik agrotehnilised tööd tehti kaasaegse tootliku tehnikaga, katselappide suuruseks kujunes  $24 \times 24 \text{ m}$ . Komplekskatse koosnes kahest osast ja planeeriti selliselt, et andmed nii saagikuse kui ka saagi kvaliteedinäitajate osas saadi neljas korduses. Esiteks uuriti väavli mõju juhul, kui lämmastikunormi ( $N 102 \text{ kg ha}^{-1}$ ) kolmeks osaks jaotamisel ( $\hat{a} 34 \text{ kg ha}^{-1}$ ) kasutada teisel väetamiskorral (võrsumise lõppfaasis) ammoniumsalpeetri asemel ammoniumsulfaati koguses  $N34 S39 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sel juhul suurenes talinisu saagikus väavli mõjul  $1,64 \text{ t ha}^{-1}$  ehk 30%, mis võimaldas saada enamtulu  $209 \text{ € ha}^{-1}$ . Teiseks uuriti taimekaitsetöödel pritsimislahusesse lisatud mõnede väavlit sisaldavate preparaate mõju. Talinisu võrsumisfaasis tehtud

umbrohutõrjel lahusesse lisatud Sulfur F3000 ( $5 \text{ l ha}^{-1}$ ) toimet suurenes saagikus samuti 30% ja selle arvel saadi enamtulu  $206 \text{ € ha}^{-1}$ . Loomisfaasis tehtud haigustõrjel Folicuri lahusesse lisatud Thiovit Jet (normiga  $S 8 \text{ kg ha}^{-1}$ ) mõju jäi tagasihoidlikuks – tõenäoliselt väavli andmiseks liiga hilise aja tõttu: nisusaak suurenes  $0,38 \text{ t ha}^{-1}$  ehk 5,9% (Järvan, 2011).

Komplekskatselt kogutud saagiproovide analüüsil selgus, et väavliga väetamine praktiliselt ei mõjutanud saagi esmaseid kvaliteedinäitajaid (langemisarv, proteiini ja kleepvalgu sisaldus ning gluteenindeks), kuid mõnevõrra paranes valgu kvaliteet, sest oluliste aminohapete (tsüsteiin, metioniin) sisaldus suurenes. Küpsetustestid näitasid, et mitmed küpsetuskvaliteedi parameetrid (taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, pätsi ruumala, ümara toote kõrguse ja diameetri suhe,

sisu struktuur ja poorsus) olid väävelväetist saanud talinisu puhul paremad (Järvan, 2011).

### Järeldused

1. Pikaajalise uurimistöo tulemustest järeldub, et väävel on talinisu kasvatamisel ülimalt tähtis toiteelement ning selle tarve tuleb rahuldada juba taime varajases kasvufaasis – see tagas suurema arvu produktiivvõrseid ja teri viljapeas, suurendades seega saagikust. Väävliga väetamise efektiivsus olenes aastast ja kasvukoha tingimustest. Antud uuringu tulemustest selgus, et lämmastikuga üheaegselt antud väävel vahekorras 10 : 1 suurendas talinisu saagikust karbonaatsel rähkmullal 5–44% (aastate keskmisena 22%) ja kahkjäl mullal 0–35% (keskmiselt 14%).

2. Talinisu väävlivajadust saab rahuldada ka lehekaudse väetamisega, kasutades selleks mitmesuguseid väävlit sisaldavaid aineid. Fungitsiidi Thiovit Jet lahusega (S 4,8 kg ha<sup>-1</sup>) pritsimine talinisu võrsumisfaasis suurendas terasaaki 9–55% ning see olenes kasvuaasta tingimustest. Eriti ilmses see 2004. aasta tingimustes, kus talinisu pealtväetamine võrsumise ja kõrsumise algaasides lämmastikvedelväetisega, millesse lisati teatud kogus väävlit ammooniumsulfaadi või Sulfur F3000-na, suurendas oluliselt saaki. Ka tootmistingimustes läbiviidud komplekskatsetes saadi umbrohutõrje pritsimislahusesse lisatud Sulfur F3000 toimeolulist saagilisa.

3. Väävliga väetamine mõjutas terasaagi kvaliteeti. Kui Sakus rähkmullal kaasnes saagi suurenemisega proteiini ja kleepvalgu sisalduse vähenemine, kahkjäl mullal Auksis seda ei täheldatud. Kuid mõlemas katsekohas suurenes väävlit mõjul gluteenindeks ja väävlit sisaldavate aminohapete (tsüsteiin, metioniin) sisaldus, seega kleepvalgu kvaliteet paranes, mis on toidunisu küpsetuskvaliteedi seisukohalt eriti oluline.

4. Farinograafiliste uuringutega sedastati, et talinisu jahust valmistatud taigna mitmed reoloogilised ja tehnoloogilised omadused olenesid nisu kasvuaegsest väävliga varustatusest. Väävliga väetamine suurendas statistiliselt usutavalt taigna stabiilsust ja kvaliteedinumbrit ning parandas ka lõpptoodangu kvaliteeti – suurenes pätsi maht, ümara toote kõrguse ja diameetri suhe ning paranes sisu poorsus.

5. Aastate jooksul läbi viidud küpsetuskatsetest selgus, et lõpptoodangu hea kvaliteedi tagamiseks ei pea kleepvalgu kogus olema alati kõrge. Ka väiksema kleepvalgu kogusega on võimalik saada head kvaliteeti. Lõpptulemus oleneb mitte niivõrd valgu kogusest, kuivõrd selle koostisest ehk kvaliteedist. Meie pikaajalised uurimistulemused ja prooviküpsetused lubavad teha järelduse, et talinisu optimaalsel ajal ja optimaalse normiga väävliga väetamine võimaldab parandada kleepvalgu kvaliteeti ning sellest tulenevalt jahu küpsetusomadusi ja küpsetise kvaliteedinäitajaid

Nüüdseks on sügavalt juurdunud teadmine, et talinisu, eriti toidunisu jaoks on väävel esmatähtis toiteelement. NS-väetiste kasutamist talinisu kasvatamisel peavad tootjad obligatoorseks, see tagab suurema saagikuse ja on seega majanduslikult õigustatud.

Väävliprobleemi teadvustamisele ja lahenduste leidmisele on tõenäoliselt veidigi kaasa aidanud ka Eesti Maaviljeluse Instituudis paljude aastate jooksul tehtud uuringud, põllu- ja õppepäevad ning vastavateemalised esinemised ja publikatsioonid.

### Tänuavaldused / Acknowledgements

Uuringud on teostatud Maaeluministeeriumi rahastatud rakendusuuringuprojektide "Täiendavate agrotehniliste võtete abil põllukultuuride kasvu- ja toitumistingimuste parandamise ning kasvatamise tasuvuse suurendamise uurimine" (2003–2007) ja "Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride toidu- ja söödakvaliteedi parandamise võimaluste selgitamine, rakendades majanduslikult efektiivseid ning keskkonnasäästlikke agrotehnoloogilisi meetmeid" (2006–2010) raames. Projektijuht ja käesoleva artikli autor tänab Ando Adamsoni, Liina Edesit ja Mati Kuusklat põldkatsete läbiviimisel ja andmete kogumisel osutatud abi eest ning Lea Lukmet nisu küpsetuskatsete läbiviimise ja küpsetuskvaliteedi hindamise eest.

### Huvide konflikt / Conflict of interest

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

### Autorite panus / Author contributions

MJ (100%) katsete planeerimine, analüüside ja määramiste kavandamine, andmete kogumine, analüüs ja tõlgendamine, erialakirjanduse otsimine ja läbitöötamine, artikli kirjutamine ja toimetamine.

*MJ (100%) study conception and design, acquisition, analysis and interpretation of data, drafting, editing and critical revision of the manuscript.*

### Kasutatud kirjandus

- Adamson, A., Järvan, M. 2006. Väävlit mõju talinisu saagistruktuuri elementidele ja saagikusele. – EMVI teadustööde kogumik, LXXI (71):61–66.
- Bonfil, D.J., Posner, E.S. 2012. Can bread wheat quality be determined by gluten index? – *Journal of Cereal Science*, 56(2):115–118.
- Burke, J.J., Holloway, P., Dalling, M.J. 1986. The effect of sulphur deficiency on the organisation and photosynthetic capability of wheat leaves. – *Journal of Plant Physiology*, 125:371–375.
- Curic, D., Karlovic, D., Tusil, D., Petrovic, B., Dugum, J. 2001. Gluten as standard of wheat flour quality. – *Food Technology and Biotechnology*, 39(4):353–361.
- Dowell, F.E., Maghirang, E.B., Pierce, E.O., Lookhart, G.L., Bean, S.R. *et al.* 2008. Relationship of bread quality to kernel, flour, and dough properties. – *Cereal Chemistry*, 85:82–91.
- FAO-UNESCO. 1994. Soil Map of the World. Revised Legend. FAO, ISRIC. Wageningen, 140 pp.
- Fismes, J., Vong, P.C., Guckert, A., Frossard, E. 2000. Influence of sulphur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.)

- grown on calcareous soil. – *European Journal of Agronomy*, 12(2):127–141.
- Granssee, A. 1997. Aufnahme von elementarem Schwefel über das Blatt bei Weizen- und Rapspflanzen. Forschungsbericht 01.01.1995–31.12.1996), Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg.
- Grennfelt, P., Hov, O. 2005. Regional air pollution at a turning point. – *Ambio*, XXXIV(1):2–10.
- Györi, Z. 2014. Comparison of N and S contents of different winter wheat flour samples. – *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 7:81–87.
- Hagel, I. 2005. Sulphur and baking quality of bread-making wheat. – *Landbauforschung Volkenrode, Special Issue*, 283:23–36.
- Hannolainen, E., Lemetti, I., Kärblane, H., Kanger, J. 2002. Väävelväetiste vajadusest. – *EMVI infoleht*, 67:1–4.
- Holford, I.C. 1997. Comparative requirements of sulphur by cereals and legumes. – *Australian Journal of Agricultural Research*, 22(6):879–884.
- Honermeier, B., Schäfer, T. 2008. Wirkung der N- und S-Düngung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen. – *GetreideMagazin*, 2:100–103.
- Hoel, B.O. 2011. Effects of sulphur application on grain yield and quality, and assessment of sulphur status in winter wheat. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 61:499–507.
- Järvan, M. 2007. Põllukultuuride lehekaudsest väetamisest. – Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele (koostaja M. Järvan). Saku, AS Rebellis, lk 14–17. <https://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/raamatud#soovitusi-põllukultuuride-kasvat>
- Järvan, M. 2008. Väävel taimele tootumises. Saku, AS Rebellis. 89 lk. <https://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/raamatud#väävel-taimele-tootumises>
- Järvan, M. 2011. Teraviljade toidu- ja söödakvaliteedi ning küpsetusomaduste parandamise võimaluste uurimine Eesti omamaise toiduviljaga varustatuse suurendamise eesmärgil. – Põllukultuuride saak ja kvaliteet sõltuvalt agrotehnikast (koostaja M. Järvan). Saku, AS Rebellis, lk. 11–31. <https://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/raamatud#põllukultuuride-saak-ja-kvaliteet>
- Järvan, M. 2012. Lehekaudsel antud väävlil mõju talinisu saagikusele, saagi kvaliteedile ja küpsetusomadustele. – *Agraarteadus*, 23(1):21–27.
- Järvan, M., Adamson, A. 2004. Kas väävlilipuudus on probleemiks ka nisu kasvatamisel? – *Agronomia* 2004. Teadustööde kogumik 219. Tartu, lk 55–57.
- Järvan, M., Adamson, A. 2005. Pealtväetamisel antud väävlil mõju talinisu saagi kujunemisele. – *Agronomia* 2005. Teadustööde kogumik 220. Tartu, lk 66–68.
- Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A. 2009. Väävliliga väetamise mõju talinisu saagikusele, proteiini kvaliteedile ja küpsetusomadustele. – *Agraarteadus*, 20(2):8–15.
- Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A. 2012a. Effect of sulphur fertilization on grain yield and yield components of winter wheat. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 62(5):401–409.
- Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A. 2012b. The content and quality of protein in winter wheat grains depending on sulphur fertilization. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 62(7):627–636.
- 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., Lukme, L., Adamson, A., Akk, A. 2017. Responses of wheat yield, quality and bread-making properties on the sulphur fertilization. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 67(5):444–452.
- Järvan, M., Lukme, L., Akk, A. 2006. Väävlil mõju talinisu proteiini bioloogilisele kvaliteedile ja küpsetusomadustele. – *EMVI teadustööde kogumik*, LXXI (71):123–128.
- Kaarli, K., Ilumäe, E., Hansson, A. 2004. Väävlilipuuduse tunnused rapsil. Väävlil väetustarbe hindamine. Kasvuajegne väetamine väävlilipuuduse korral. – *EMVI infoleht*, 121:1–6.
- Klikocka, H., Cybulska, M., Barczak, B., Narolski, B., Szostak, B., Kobialka, A., Nowak, A., Wojcik, E. 2016. The effect of sulphur and nitrogen fertilization on grain yield and technological quality of spring wheat. – *Plant, Soil and Environment*, 62(5):230–236.
- Klikocka, H., Szostak, B., Barczak, B., Kobialka, A. 2017. Effect of sulphur and nitrogen fertilization on the selenium content and uptake by grain of spring wheat. – *Journal of Elementology*, 22(3):985–994.
- Legris-Delaporte, S., Ferron, F., Landry, J., Costes, C. 1987. Metabolization of elemental sulphur in wheat leaves consecutive to its foliar application. – *Plant Physiology*, 85:1026–1030.
- Lepajõe, J. 1984. Nisu. – Tln., Valgus, 136 lk.
- Loudet, O., McGrath, S. 2008. New research paves the ground for changes in the approach to sulphur fertilization. – *New AG International, March*: 78–83.
- MacRitchie, F., Gupta, R.B. 1993. Functionality-composition relationships of wheat flour as a result of variation in sulphur availability. – *Australian Journal of Agricultural Research*, 44:1767–1774.
- Malalgoda, M., Ohm, J-B., Meinhardt, S., Simsek, S. 2018. Association between gluten protein composition and breadmaking quality characteristics in historical and modern spring wheat. – *Cereal Chemistry*, 95(29):226–238.
- Marschner, H. 1997. Sulphur supply, plant growth, and plant composition. – In: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, Cambridge, pp. 261–265.
- McGrath, S.P. 2003. Sulphur: A secondary nutrient? Not anymore! – *New AG International, March* 2003, pp. 70–76.

- McGrath, S.P., Zhao, F.J., Withers, P.J.A. 1996. Development of sulphur deficiency in crops and its treatment. – Proceedings of the Fertilizer Society No. 379. The Fertilizer Society, Peterborough, UK.
- McGrath, S.P., Till, R. 1993. Sulphur uptake following foliar application of elemental sulphur. – Journal of the Science of Food and Agriculture, 63:1210–126.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition, 4<sup>th</sup> Edition. Bern: International Potash Institute. 687 pp.
- Morris, R. 2003. Sulphur products: A growing demand. – New AG International, March: 24–34.
- Oikonomou, N.A., Bakalis, S., Rahman, M.S., Krokida, M.K. 2015. Gluten index for wheat products : main variables in value and nonlinear regression model. – International Journal of Food Properties, 18:1–11.
- Perten, H. 1990. Rapid measurement of wet gluten by the gluten index. – Cereal Foods World, 35:401–402.
- Phillips, S.B., Mullins, G.L. 2004. Foliar burn and wheat grain responses following top-dress-applied nitrogen and sulphur fertilizers. – Journal of Plant Nutrition, 27(5):921–930.
- Popa, C.N., Tamba-Berehoiu, R.M., Hutan, A.M., Popescu, S. 2014. The significance of some flour quality parameters as quality predictors of bread. – Scientific Bulletin, Series F, Biotechnology, 18:135–140.
- Reinbold, J., Rychlik, M., Asam, S., Wieser, H., Koehler, P. 2008. Concentrations of total glutathione and cysteine in wheat flour as affected by sulphur deficiency and correlation to quality parameters. – Agricultural and Food Chemistry, 56:6844–6850.
- Rossini, F., Provenzano, M.E., Sestili, F., Ruggeri, R. 2018. Synergistic effect of sulphur and nitrogen in the organic and mineral fertilization of durum wheat : grain yield and quality traits in the Mediterranean environment. – Agronomy, 8:189; doi:103390/agronomy8090189.
- Rozbicki, J., Ceglinska, A., Gozdowski, D., Jakubczak, M., Casak-Pietrzak, G. *et al.* 2015. Influence of the cultivar, environment and management on the grain yield and bread-making quality in winter wheat. – Journal of Cereal Science, 61:126–132.
- Salvagiotti, F., Castellarin, J.M., Miralles, D.J., Pedrol, H.M. 2009. Sulphur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. – Field Crops Research, 113(2):170–177.
- Schönherr, J. 2004. Foliar penetration of inorganic nutrients: laws and case studies. – New AG International, June, 68–69.
- Skudra, I., Ruza A. 2017. Effect of nitrogen and sulphur fertilization on chlorophyll content in winter wheat. – Rural Sustainability Research, 37(332):29–37.
- Socorro, M., Sanzo, R., Fabre, L., Meneses, P. 2008. Effect of Thiovit Jet 80 GD as sulfur fertilizer in foliar spray for irrigated rice. Revista Cubana del Arroz, 10(2):160–167.
- Thanhäuser, S.M., Wieser, H., Koehler, P. 2014. Correlation of quality parameters with the baking performance of wheat flours. – Cereal Chemistry Journal, 91:333–341.
- Thomason, W.E., Phillips, S.B., Pridgen, T.H., Kenner, J.C., Griffey, C.A., Beahm, B.R., Seabourn, B.W. 2007. Managing nitrogen and sulphur fertilization for improved bread quality in humid environments. – Cereal Chemistry, 84(5):450462.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. – Weed Research, 14:415–421.
- Zhao, F.J., McGrath, S.P., Crosland, A.R., Salmon, S.E. 1995. Changes in sulphur status of British wheat grain in the last decade, and its geographical distribution. – Journal of the Science of Food and Agriculture, 68(4):507–514.
- Zhao, F.J., Salmon, S.E., Withers, P.J.A., Evans, E.J., McGrath, S.P. 1999a. Responses of bread-making quality to sulphur in three wheat varieties. – Journal of the Science of Food and Agriculture, 79:1865–1874.
- Zhao, F.J., Salmon, S.E., Withers, P.J.A., Monaghan, J.M., Evans, E.J., Shewry, P.R., McGrath, S.P. 1999b. Variation in the bread-making quality and rheological properties of wheat in relation to sulphur nutrition under field conditions. – Journal of Cereal Science, 30:19–31.

## REVIEW: The overview of the research on the sulphur application to winter wheat in Estonia

Malle Järvan

Estonian Crop Research Institute, Department of Agrotechnology, Teaduse 4/6, 75501 Saku, Estonia

### Summary

Sulphur being rare deficient for agricultural crops before the turn of the last century, today has become one of the most limiting nutrients for agricultural production in Europe. Decreasing sulphur deposition from the air, and the use of more concentrated fertilizers that contain less sulphur, have led to reports of sulphur deficiencies also in winter wheat. Sulphur deficiency significantly affects the production and quality of wheat, particularly the baking properties of wheat flour.

In the Estonian Research Institute of Agriculture, the long-term investigations for assessment of sulphur's role in the winter wheat farming were carried out. This study presents a versatile influence of sulphur application – beginning with the influence on the yield formation, grain yield quantity and quality, followed by the one on the biological quality of wheat proteins, and on the bread-making properties of flour and dough, and ending with the one on the quality indices of baked breads.

The field experiments were conducted at Saku in northern Estonia (59°18'N, 24°39'E) and at Auksi in southern Estonia (58°27'N, 25°36'E). The soil type at Saku was calcareous Cambisol, and at Auksi sandy loam haplic Luvisol according to the WRB 2014 classification. In the springs, at the beginning of vegetation season, the content of water-soluble sulphur in the both soils was very low (S 6–12 mg kg<sup>-1</sup>). For the all experiments, the effect of sulphur as plant nutrient on winter wheat was investigated on the nitrogen background of N 100 or 120 kg ha<sup>-1</sup> that was divided into two portions and applied at the beginning and at the end of the wheat tillering. The classical field experiments (2003–2009) were performed on the 25 m<sup>2</sup> plots in four replications. In 2006 and 2010, the experiments in the conditions of agricultural practice were performed as well. The quality analyses of wheat grains and flours, and baking tests were performed in the plant production laboratory of the Agricultural Research Centre at Saku.

In 2003, for the first time in Estonia, based on the field experiment at Saku, the most significant need for sulphur in winter wheat cultivation was proven: the grain yield for NS-fertilized wheat was by 37% higher than for N-fertilized wheat. With successive many-variant experiments, it was found out that the optimal N and S relationship for winter wheat fertilization is about 10 : 1. The effect of sulphur application depended on weather and soil conditions. Sulphur applied simultaneously with nitrogen as NS-fertilizers broadcast, in most cases increasing the productive sprouting and number of grains per ear, increased the grain yield in calcareous soil by 22% and in Luvisol by 14%, as the average of the experiment years. It was

shown that sulphur deficiency on winter wheat could be alleviated also by foliar fertilization. As sources of sulphur, several S-containing substances *e.g.* Thiovit Jet (S 800 g kg<sup>-1</sup>), Sulphur F3000 (S 340 g l<sup>-1</sup>), and ammonium sulphate (N21 S24), were dissolved and added into spraying solutions applied simultaneously with nitrogen fertilization or plant protection. The effectiveness of foliar applied sulphur sprayed in the tillering phase was higher than that of shooting phase.

The sulphur application influenced the quality properties of winter wheat as well. In the conditions of the field experiments at Saku, the increasing yields from the NS-treatments in all cases were accompanied with the significantly decreasing contents of crude protein and wet gluten, compared with those values of the N-treatments. However, regardless of decreasing concentration of proteins, their biological quality was increasing due to S application because the Gluten index and the content of some essential amino acids, especially that of S-bearing cysteine and methionine were increasing. These changes in wheat quality properties are the good predictors that the baking properties of wheat flour were improving under sulphur's influence. The rheological and technological properties of wheat flour and dough were characterized by means of farinograph Brabender. It was resulted that due to the sulphur application several important baking parameters were significantly improving, *e.g.* stability and quality number of dough, loaf volume and specific volume, round loaf's height to diameter ratio, and porosity of bread. Thus, in the production of bread-making wheat sulphur deficiency should be avoided as much as possible.



Agraarteadus  
1 \* XXX \* 2019 13–24



Journal of Agricultural Science  
1 \* XXX \* 2019 13–24

## ÜLEVAADE: EESTI AASTAMULD 2019 ON MADALSOOMULD

### REVIEW: THE ESTONIAN SOIL OF YEAR 2019 IS FEN SOIL

Raimo Kõlli, Tõnis Tõnutare

Eesti Maailikool, Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut, mullateaduse õppetool,  
Fr. R. Kreutzwaldi 5, 51006 Tartu

Saabunud: 30.05.2019  
Received:  
Aktsepteeritud: 10.06.2019  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 14.06.2019  
Published online:  
Vastutav autor: Raimo Kõlli  
Corresponding author:  
E-mail: raimo.kolli@emu.ee

**Keywords:** year soil, classification of fen soils, fen soils, Eutric Histosol, composite soil matrix, peat soil cover, soil species, soil variety, annual cycling of carbon, drained peatland.

doi: 10.15159/jas.19.05

**ABSTRACT.** By the Estonian Soil Sciences Society for the Year 2014 Soils the Leached soils, for 2015 – Limestone rendzinas, for 2016 – Bog soils, for 2017 – Typical podzols, for 2018 – Pseudopodzolic soils, and for 2019 – Fen soils (M) were elected. As the Year Soil of 2019 was not previously introduced in the *Journal of Agricultural Science*, in the actual overview was necessary to treat their classification, ecological conditions of their forming and functioning, hydro-physical and ecological properties, association of them with other soil species, distribution and conversion their names into WRB system. In the review, the main morphological properties of fen soils and the principles of their dividing into soil species (identified by soil genesis) and varieties (divided on basis of peat decomposition stage) are treated. Besides that, the fen soils' productivity, peculiarities of their paludification processes, distribution in Estonia and the data about their chemical properties are presented. In the overview, as well, the estimations of organic carbon stocks and assessments of annual organic carbon fluxes in peaty soil cover are presented and discussed. In the final part, the problems connected with environmentally sustainable use in agriculture and forestry and protection of fen soils are treated.

© 2019 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2019 Estonian Academic Agricultural Society.

### Sissejuhatus

Eesti muldade klassifikatsioonis (EMK) ja Eestimaa muldkatte suuremõõtkavalisel (1:10000) digitaliseeritud kaardil on eristatud ca 110 mullaliiki. Nende seast omistati Eesti Mullateaduse Seltsi (EMTS) poolt aastamulla 2014 tiitel – leostunud muldadele (Ko), 2015 – paepealsetele muldadele (Kh), 2016 – rabamuldadele (R), 2017 – leedemuldadele (L), 2018 – kahkjatele ehk näivleetunud muldadele (LP) ja 2019 – madalloomuldadele (M). Aastamuldade lühiteavikud leiab PKI mullateaduse õppetooli veebist <http://pk.emu.ee/et/struktuur/mullateadus/>.

### Eesti muldade klassifikatsioon kui muldade käitlemise töövahend

Aastamullad on nimetatud EMK järgi. EMK kui muldade määratlemise, nende omaduste käitlemise, mullaressursside arvele võtmise (sh kaardistamine koos mullaomaduste iseloomustamisega) ning kasutamise ja kaitse korraldamise töövahend, jõudis oma arengus

käesolevale ajale vastava stabiilse seisundini eelmise sajandi seitsmekümendateks aastateks (EPP, 1982). Tolleks ajaks oli kasutusel olev ametlik EMK oma detailsuse astmelt ja praktika vajaduste seisukohalt saavutanud suhteliselt optimaalse taseme ning hea kooskõla piirkondlike pedo-ökoloogiliste tingimustega. EMK oli kujunenud heaks töövahendiks muldade otstarbeka kasutamise korraldamisel põllu- ja metsamajanduses ning muldkattega seotud keskkonnakaitseprobleemide lahendamisel. Teatavasti tugineb EMK põhikontseptsioon eelmise sajandi vene koolkonna poolt arendatud geneetilise mullateaduse printsiipidele. Oluline on ka see, et EMK harmoneerub igati WRB-ga (World Reference Basis for Soil Resources – Maailma mullaressursside viitamise baasiga) ja seega sobib EMK hästi WRB süsteemi konverteerimiseks (IUSS, 2015).

EMK põhiühik (-takson) on teatavasti mullaliik, mitte aga tüüp, millist kasutatakse EMK puhul vaid üldises tähenduses. Mullaliik on EMK väikseim mulla geneesi alusel eristatav muldade klassifikatsiooni- ja/või kaardistamise ühik, mis jaotatakse mineraalmuldade

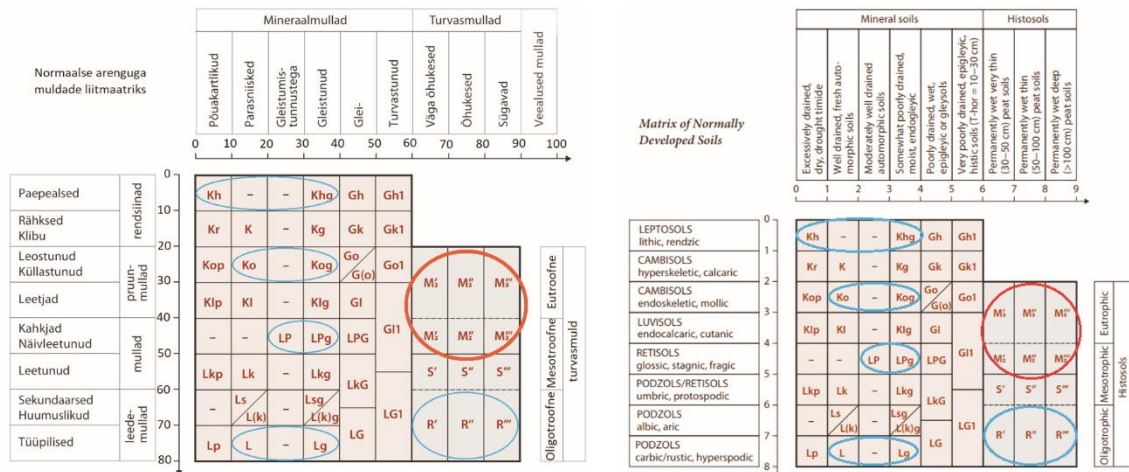


korral lõimise ja turvasmuldade puhul turba lagunemise astme järgi mullaerimiteks. EMK detailseim takson on seega mullaerim, mille alusel eristatakse mullakontuurid suuremõõtkavalisel (1:10000) mullastiku kaardil ja muldade leviku areaalid looduses.

Võimalikult detailseima taksoni tasemel väljaselgitatud mullaandmete alusel (mullakontuurid kaardil, mullaliigid või -erimid andmebaasis) saab teha väga erineval otstarbel moodustatud mullagruppide kohta käivaid üldistusi. Nii võib üles kerkida vajadus analüüsida muldkatet näiteks kas agro-rühmade, või siis kuivematel ja märjematel maastiku osadel kujunenud mulla-koosluste või ka aastamuldade kaupa. Taoliselt moodustatud mullagruppide koosseisu ja nn taksonoomilise positsiooni näitlikustamiseks on otstarbekas kasutada muldade maatrikseid (EMDK, 2008).

Senini aastamullaks kuulutatud mullaliikide omavahelist ökoloogilist ja geneetilist seost ja seotust kõigi teiste Eesti mullaliikidega selgitab Eesti normaalsete mineraal- ja turvasmuldade liitmaatriksi (joonis 1). Sellel maatriksil on mullaliigid positsioneeritud vetega varustatuse (9 astet) ja taimetoitelementide olemasolu

(8 troofsuse astet) skalaaride suhtes. Nii nagu muldade käitlemise praktikas on ka aastamulla valimisel osutunud otstarbekaks võtta valiku aluseks mitte mingi üksik mullaliik, vaid hoopiski teatud ühiste omadustega mullaliikide grupp. Nii koosneb iga seni aastamullaks valitud muld mitmest mullaliigist ja nende paljudest võimalikest erimitest. Taolise muldade paljususe tõttu räägitaksegi aastamuldadest mitmuses. Lähemal liitmaatriksi vaatlusel selgub, et mineraalsete aastamuldade edasise (s.o detailsema) jaotamise aluseks on kas nende profiilis ala- või süvagleistumise (g) esinemine või puudumine (Kh, Ko, LP ja L puhul), leetumise aste (L), huumushorisoni tüsedus (Kh), korese sisaldus (Ko) või amorfse raua sisseuhtehorisoni (Baf) olemasolu (LP). Turvasmuldade puhul (R, M) toimub jaotamine ennekõike turbakihi tüseduse, aga ka mõnede muude kaasaegsete mõjutegurite alusel (Md, Mr). Kuna mulla-teadlaste üldise tava järgi kasutatakse EMK rakendamisel mullaliikide täisnimetuste asemel üsna sageli vaid nende koode, oleks otstarbekas omada käepärast Eesti muldade nimestikku koos nende nimetuste koodidega (Maa-amet, 2001; Astover jt, 2013).



**Joonis 1** (vasakul). Eesti aastamullad normaalse arenguga muldade liitmaatriksil. Sinise ringiga on piiratud aastate 2014–2018 ja punasega 2019. a. aastamullad, mis on: 2014 – Ko, leostunud muldad; 2015 – Kh, paepealsed muldad; 2016 – R, rabamullad; 2017 – L, leedemullad; 2018 – LP, kahkjad muldad ja 2018 – M, madalsoomullad

**Figure 1** (right). Soils of the year in Estonia presented by their location on composite matrix of normally developed soils in relation to moisture conditions scalar (horizontal) and to lithologic-genetic catena (vertical scalar). Blue line marks the years' 2014–2018 soils and red line the year 2019 soils: 2014 – Ko, leached soils; 2015 – Kh, limestone rendzinas; 2016 – R, bog soils; 2017 – L, typical podzols; 2018 – LP, pseudopodzolic soils and 2019 – M, fen soils

### Eesti madalsoomuldade määrang ja jaotamine liikideks

Madalsoomullad on alaliselt liigniisketes tingimustes suhteliselt toiteainete rikaste põhja- või pinnavete mõjul kujunenud turvasmuldad, mille pindmiseks kihiks on üle 30 cm tüsedusega turbahorison. Looduslikud madalsoomullad talitlevad madalsoode turbalasadite pindmise bioloogiliselt aktiivse kihina, mille vees lahustunud ja tahkes faasis olevate ainete materiaalsel toel kulgeb bioloogiline aineriing muldkattele kohandunud taimkatte ja turvasmulla vahel. Selles, turbalasadundi kõige paremini õhustatud toiterohkes ja elustiku rikkaimas (taimestiku juurestik koos sellega

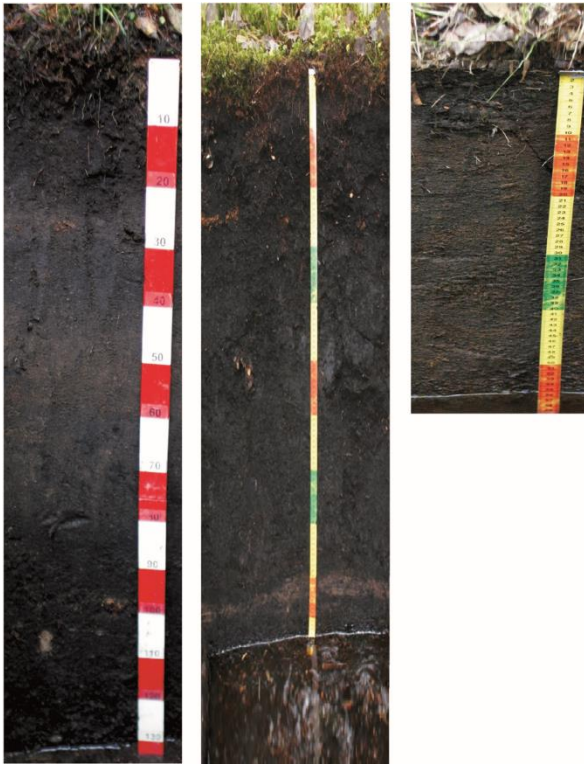
kaasnevate elustikuga) pindmises kihis toimuvad turvasmullale omased turbaainese lagunemise ja muundumise protsessid ning uue turba ladestumine (joonis 2). Vastavuses ökoloogiliste tingimuste vaheldumisele (kuivamine-märgumine, soojenemine-külmumine, kobestumine-tihenemine) turvas-muldkattes võib siin olla ülekaalus kas turba mineraliseerumine või siis uue turbakihi akumulatsioon.

Rõhutame, et talitlevaks turvasmullaks on õige pida-da vaid turbalasadundi pindmist kihti, mitte aga seda kogu tema sügavuse (sageli mitme meetri) ulatuses. Taolise väite põhjendus seisneb selles, et vaid turbalasadundi pindmise osa (st turvasmuldkatte) koostise arvel toimub madalsoo-ökosüsteemi taimkatte varustamine kasvuks vajalike toiteelementide ja kasvutingimustega.

Turvasmuldkatte all asuvat lasundit (sügavamal kui 50 cm) tuleks käsitleda kui maavara, mis vaid selle avanemisel või maapinna lähedusse sattudes (turba kaevandamisel või ka selle kulumisel mineraaliseerumise ja tihkestumise läbi) saab talitleda elusa turvasmuldkattena ehk turvasmullana. Samas ei pruugi kõik turvasmuldkatted paikneda vaid turbalasunditel. Nii on mineraalmuldadega piirnevate madalsoomuldade hulgas arvestatav kogus tasaste maastike madalamate alade soostumisel tekkinud õhukesi turvasmuldi. Nende madalsoo-turvasmuldade aluskihiks on valdavalt mägadele maastikele iseloomulikum veesettelise päritoluga mineraalsed pinnakatte materjalid.

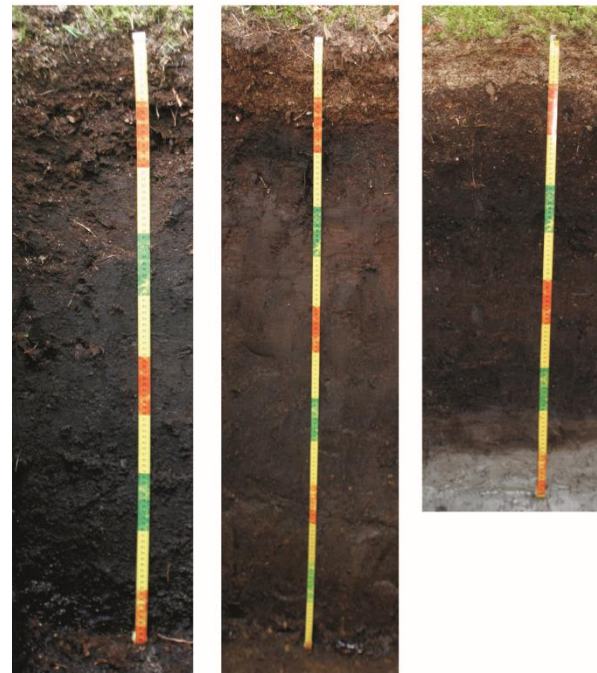
EMK-s ja kaasaegsel Eesti mullakaardil on turvasmuldade pindmise turbakihi tuseduse alusel eristatud kolm normaalse arenguga madalsoo-turvasmulla liiki: (1) väga õhukesed ( $M'$  – turbakihiiga 30–50 cm), (2) õhukesed ( $M''$  – 50–100 cm) ja (3) sügavad ( $M'''$  – turba tusedusega >100 cm). Aladel, kus normaalne turvasmullateke on täiendavalt mõjustatud veel ka kaasaegsete geoloogiliste setete või erineval viisil migreerunud keemiliste elementide lisandumisest, on mullatekke seisukohalt tegemist anormaalsete turvasmuldadega. Taolisel viisil tekkisid lammi- (AM, jõgede-järvede

üleujutusete lisandumisel) ja ranniku-(Mr) madalsoomullad (üleujutusel sooldunud merevetega). Künkliku moreenmaastiku madalates lohkudes ja kinnikasvanud järvede kalda-alal esineb piiratud ulatuses deluviaalseid madalsoomuldi (Md), kus varemalt tekkinud turvas on kaetud mineraalse mullaga või kus lohkude soostumisel on tekkinud mineraalse olluse vahekihid turbases kogumassis. Lisaks on olemas veel ka inimtegevuse toimele muudetud või ümberkujundatud (kohapeal segatud (TyM), kaetud mingi settega ehk maetud (TzM), eemaldatud (TxM) või puistangusse teisaldatud (TuM) madalsoomullad. Nimetatud neljast tehnogeensest madalsoo-turvasmullast domineerivad ülekaalukalt (ca 6,5 tuhat ha) TxM mullad, mis on teisiti öeldes madalsoo turbaga jääksoo pinnased. Kõiki teisi tehnogeenseid madalsoo-turvasmuldasid leidub Eestis kokku vaid ca 0,8 tuhande ha ulatuses (Kõlli jt, 2009). Kui Eesti valdavateks turvasmuldadeks on madalsoo- ja rabamullad, siis nende kahe ülemineku aladel on osutunud vajalikuks eristada siirdesoo-turvasmullad. Siirdesoomuld eristub madalsoomullast 10–20 cm rabaturba esinemisega madalsooturba pindmises (<30 cm) kihis (joonis 3).



**Joonis 2.** Hästilagunenud sügava madalsoo-turvasmulla ( $M3'''$ ) fotod, mille profiili tusedus piirub põhjavee momenditaseme kõrgusega. Fotod: E. Asi, BioSoil. Asukoht: I – Reastvere, Jõgevamaa; II – Kalbuse, Viljandimaa ja III – Kuhu, Pärnumaa

**Figure 2.** Well decomposed thick fen soils' ( $M3'''$ ) photos, where profile thickness is limited by the actual ground water level. Photos by E. Asi BioSoil team. Location of soil: I – Reastvere, Jõgeva County; II – Kalbuse, Viljandi County and III – Kuhu, Pärnu County



**Joonis 3.** Turvasmulla profiilide rida näitamaks üleminekut madalsoomuldadel ( $M$ ) siirdesoomuldadele ( $S$ ). Fotod: E. Asi, BioSoil. Asukoht ja muld: I – Kaavere, Jõgevamaa,  $M2-3'''$ ; II – Jaakna, Läänemaa,  $S2'''$  ja III – Käru, Lääne-Virumaa,  $S1-2''$

**Figure 3.** Sequence of peat soils for demonstration transition from fen soils ( $M$ ) to transitional bog soils ( $S$ ). Photos by E. Asi BioSoil team. Location and soil: I – Kaavere, Jõgeva County,  $M2-3'''$ ; II – Jaakna, Lääne County,  $S2'''$  and III – Käru, Lääne-Viru County,  $S1-2''$

Eesti mullastiku kaardistamise algusaastatel (1954–1958) jaotati turvasmullad pealmise turbakihi tuseduse alusel vaid kaheks: (1) õhukesed (turvast 30–100 cm) ja (2) sügavad (turvast >100 cm). Õige varsti selgus muldade kasutuse praktilise poole pealt (maaparandus) vajadus eristada õhukeste madalloomuldade hulgas omakorda väga õhukesed (M') ja õhukesed (M''). Nende eristamise vajadus seisnes selles, et väga õhukeste turvasmuldade intensiivse harimisega kaasnes turba kiire mineraliseerumine. Praktiline kogemus näitas, et liivadel lasuvate õhukeste turbamuldade kuivendamise tulemusena tekkisid õige pea nende asemele hoopiski väheviljakad liivmullad. Sellest järeldati, et õigem oleks liivadel lasuvad õhukesed madalloomullad jätta looduslikku seisu. Parem olukord on juhul, kui õhukesed turbamulla all on raskema lõimisega (liivsaviga) muld. Sellisel juhul saab õige käitlemise korral tekitada hoopiski püsivama ja kõrgema produktiivsusega toorhumusliku (AT) või huumushorisoni (A), milles turba olemasoluga loodud mulla potentsiaalset viljakust jätkub õige kasutuse korral hoopiski rohkemateks aastateks.

#### Madalloomuldade pedo-ökoloogilised tingimused ja jaotamine erimiteks

Veeoludest lähtuvalt paiknevad looduslikud madalloomullad alaliselt liigniisketes (märgades) tingimustes. Liitmaatriksil (joonis 1) paiknevad nad horisontaalse skalaari positsioonidel 60–90, piirnedes paremalt veealuste muldadega ja vasakult (mineraalmuldadele

ülemineku alal) turvastunud mineraalmuldadega (positsioon skalaaril 50–60), milliste pindmise turbakihi paksus on alla 30 cm. Anormaalset madalloomuldade (AM, Mr ja Md), asuvad põhimõtteliselt samadel mullastik-ökoloogiliste skalaaride positsioonidel, kuid (kujundlikult väljendades) normaalsete muldade kohal ehk teisel (anormaalsete muldade) korrusel. Vertikaalse s.o litoloogilis-geneetilise (samas ka toitelususe) skalaari suhtes paiknevad madalloomullad ühisel astmel Eesti kõige produktiivsemate mineraalmuldadega (leostunud, leetjad, kahkjad). Nagu jooniselt selgub tuleneb nende kõrge potentsiaalne produktiivsus eutroofse ja osalt ka mesotroofse turba olemasolust.

Kui mineraalmulla liigid jaotatakse erimiteks nende lõimise järgi (liiv, saviliiv jms) siis madalloomulla (nagu ka kõigi teiste turvasmuldade) erimiteks jaotamise aluseks on turba lagunemise aste. Nii võivad madalloomulla erimiteks olla (1) halvasti lagunenu (M1 – lagunemise aste <20% või Lennart von Posti 10-astmelise humifitseerumise skaala järgi H1–H3), (2) keskmiselt lagunenu (M2 – 20–40% või H4–H6) ja (3) hästi lagunenu (M3 – >40% või H7–H10) madalloomuldade (joonised 4 ja 5). Teatavasti võetakse turbamulla erimi nimetamisel arvesse vaid pindmise 40 cm turbakihi lagunemisaste. Mullastikukaartidel võib turbamulla erimi st turba lagunemise aste, olla antud nii mulla koodi (M2, M3) juures, kui ka turba valemis allindeksina (t2 või t3 koos kihi tusedusega cm-tes). Ka mullaprofiili valemis kajastub turba lagunemisaste samade allindeksitena (1, 2, 3) turbahorisoni sümboli juures (T2, T3). Näide madalloomulla kontuuris oleva info kohta on antud joonisel 6.



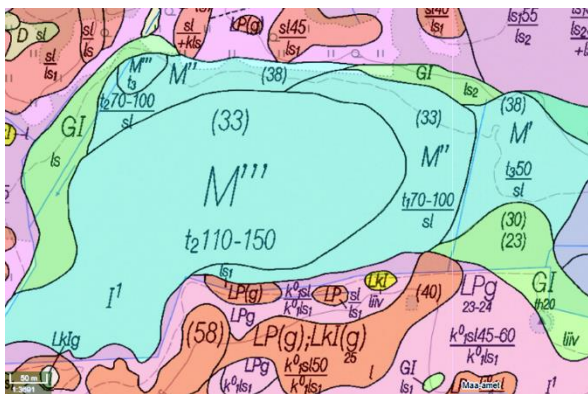
Joonis 4. Näidis halvasti-, keskmiselt ja hästilagunenud turvastest

Figure 4. Examples about slightly, moderately and well-decomposed peats



Joonis 5. Lennart von Posti turba humifitseerumise skaala (H1–H10) näidis

Figure 5. Example about peat humification scale (H1–H10) of Lennart von Post



Joonis 6. Väljavõte mullastiku kaardilt (MA GP, 2016)

Figure 6. Excerpt from the digital soil map with scale 1:3691 (MA GP, 2016)

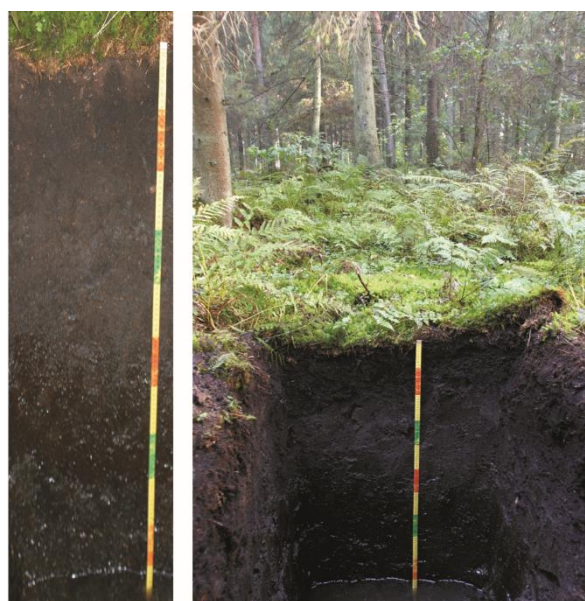
Suurem osa sügavatest madalsoomuldadest ( $M'''$ ) on tekkinud veekogude kinnikasvamise tulemusel. Õhukesed ja osalt ka sügavad madalsoomullad on kujunenud alalisel liigniiskete madalate mineraalmaade soostumisel. Valdav osa taoliste madalsoode toitvatest vetest pärineb ümbritsevate alade pinna- ja pinnakatte vetest või aluspõhja surveta põhjaveest. Erakordselt lubjarikas on toitevesi survelise põhjaveega (allikalistel) aladel, millistel tekkinud madalsoomullad eristatakse teistest vastava täiendava indeksiga (Mal). Täiesti erinevateks tavalistest turbalandsunditel lasuvatest madalsoo-turvasmuldadest on madalsoodest ümbritsetud veekogudel moodustunud õõtsik-madalsoo mullad ( $Mõ$ ). Eesti turvas-muldakattest hõlmavad Mal ja  $Mõ$  kokku veidi üle poole protsendi, vastavalt 1,1 ja 2,6 tuhat hektarit (Kõlli jt, 2009; Maa-ameti GP, 2016).

Madalsoomulla profiil koosneb valdavalt keskmiselt ( $T_2$ ) ja/või hästilagunenud ( $T_3$ ) erineva botaanilise päritoluga toiteainete rikastest turbahorisontidest. Nende tüüpprofiilideks on:  $T_2$ – $T_3$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  jms või erinevate turbahorisontide vaheldumisega profiilid. Metsa madalsoomuldadel lisandub profiili veel ka metsakõdu (O-) horisont ja õhukese turbaga madalsoomuldadel ( $M'$  ja  $M''$ ) ka tugevasti gleitunud mineraalse lähtekivimi või lausaldane gleihorisont ( $T_3$ –CG,  $T_2$ – $T_3$ –G jms). Eesti madalsoomuldade valdavad turbaliigid botaanilise koostise järgi on pilliroo-, tarna-, rohu-, lehtsambla-, puu(kase)- jms turbad ning nende erinevad kombinatsioonid (Orru, 1992; Allikvee, Ilomets, 1995).

Taimede juurestik hõlmab madalsoomuldades vaid suhteliselt õhukese pindmise turbakihi, sõltuvalt selle õhustatusest ja toitvate vete hapnikuga varustatusest. Madalsoomuldade bioloogilist aktiivsust pidurdab alaline või pikka perioodi vältav anaeroobsus, mis pärsib olulisel määral nii turba lagunemist kui ka taimkatte produktiivsust. Hapniku ja karbonaatidega rikastumise korral intensiivistub tänu elustiku tegevusele ka turba lagunemine. Nii ongi allikasood ja lodude valdavaks mullaerimiks hästilagunenud eutroofne madalsooturvas, mille produktiivsus on ka kõrgem teistest madalsoomuldadest.

Looduslikud madalsoomullad on normaalsete ilmastikutingimustega suvedel enamus aega vegetatsioonipiirist väljaspool.

perioodist küllastatud veega. Suveperioodil, kui turvasmuld muutub pealt veidi kuivemaks, võib toimuda aasta intensiivseim turba lagunemine. Parimad tingimused turba lagunemiseks ja mulla-elustiku tegevuseks on liikuva toiterikka mullaveega madalsoomuldades. Lisaks hapnikurikkamale mullaveele soodustab neis organismide tegevust kaltsium ja teised aluselised katioonid, mis neutraliseerivad tekkinud happelisi laguprodukte. Madalsoode kuivendamisel intensiivistub turba lagunemine pindmistes kihtides oluliselt, ületades aasta uue turba ladestumise mitmekordselt, samas kaasneb sellega ka mitmekordne taimkatte produktiivsuse suurenemine (joonis 7). Kuivendatud madalsoode kõdurturvas on sageli teatud määral tihkestunud ning korduval läbikuivamisel võib ta omandada vastupidava teralise struktuursuse.



Joonis 7. Kõrge boniteediga kuusik kuivendatud madalsoo kõdurturvasmullal Mustjõeel Harjumaal. Fotod: E. Asi, BioSoil. Vasakul profiili ehitus, paremal heas kasvuhoos kuusik

Figure 7. High quality class spruce forest on drained muck-peat fen soil at Mustjõe village in Harju County. Photo by E. Asi BioSoil team. On the left side is the profile of muck-peat fen soil with well decomposed peat and on right side the spruce forest in intensive growing stadium

Looduslike madalsoomuldade valdavateks puistuteks on hõreda alusmetsaga sookaasikud, kuid esineb ka männikuid (Lõhmus, 1974; Valk, 1988; Paal, 1997). Õhukestel madalsoomuldadel esinevad peamiselt sanglepikud. Liigivaeses alustaimestikust esinevad tarnad, sookastik ja mitmed rohunid (soomadar, ubaleht, soosõnajalg jt). Samblarinne on hõre (soovildik, teravtipp jt), vaid mätastel esinevad metsasamblad. Viljakamateks looduslikeks madalsoomuldadeks (II–III boniteedi klass) on hästilagunenud ehk kõdurturbaga lodud. Tavalistel looduslikel madalsoomuldadel kasvavate metsade boniteet on madal, kõigest IV–Va klass. Nende kuivendamisel võib boniteet tõusta kuni II–III klassini. Üldreeglina muutub madalsoomuldade kuivendamisel nende pindmine kiht hästilagunenud kõdurturbaks,

millele sobivad kasvama kuusikud, aga ka segametsad ja männikud.

Madal soo rohumadest on liigirikkamad ja produktiivsemad ikkagi ka hästi lagununud eutroofse turbaga rohumaa turvasmullad. Looduslike madal soorohumade koosluste karakterliikideks on: lubikas, pääsusilm, pruun sepsikas, tarnad (raud-, mätas-, eris-, kollane, niit-, luht-), sinihelmikas, mõõkrohi, villpea (ahtaleheline), soo-kurereha, soo-kastik, angervaks, sirbik jt. Madal soo muldade kasutamine haritava maana on õigustatult tagasihoidlik. Turba kiire mineraliseerumise vältimiseks on põllumajanduslikku kasutusse võetud madal soomullad viidud oma suuremas enamuses pika-aegsete kultuurrohumaade alla.

### Eesti madal soode turvasmulkatte füüsikalistest ja keemilistest omadustest

Hästilagunenud madal soomulla turba lasuvustihedus on enamasti 0,2–0,25 Mg m<sup>-3</sup> ja üldine poorsus 80–85% piirides. Keskmiselt lagununud madal sooturba lasuvustihedus on aga väiksem (0,15–0,20 Mg m<sup>-3</sup>) ja üldine poorsus (85–90%) suurem. Madal sooturvastehke osa tihedus varieerub suhteliselt väikestes piirides (1,6–1,8 Mg m<sup>-3</sup>).

Madal soomuldade turvaste üldine tuhasus varieerub suhteliselt suurtes piirides 9–18%. Eutroofsete ja mesotroofsete madal sooturvastehke aktiivne happesus (pH<sub>KCl</sub> vastavalt 5,5–6,5 ja 4,5–5,5), hüdrofüütiline happesus (20–50 ja 50–80 cmol kg<sup>-1</sup>) ning liikuva alumiiniumi sisaldus (50–100 ja 100–150 mg kg<sup>-1</sup>) on selgesti erinevad. Sama on näha ka neeldunud aluste sisalduses (vastavalt 130–180 ja 80–130 cmol kg<sup>-1</sup>), küllastusastmes (>50 ja <50%) ja üldlammastiku sisalduses (>30 ja <30 g kg<sup>-1</sup>). Sügavuse suunas C:N suhe aheneb ja happesus väheneb. Eesti metsa-madal soomuldade turvaste keemilise koostise mõningad näitajad (tabel 1) pärinevad meie varasematest töödest (Kölli jt, 2010).

**Tabel 1.** Metsa-madal soomuldade metsakõdu, epipedoni ja alusmulla keemilised omadused (Mn±SD)<sup>1</sup>

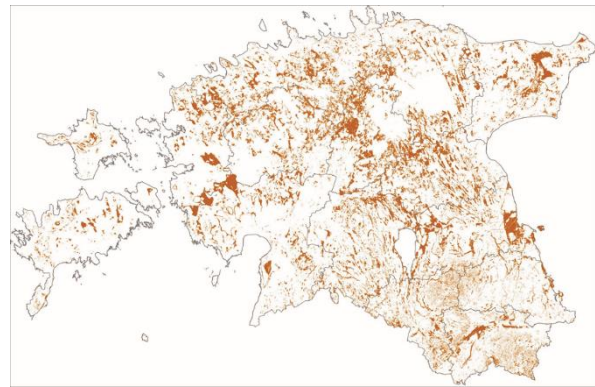
**Table 1.** Chemical properties of forest fen soils' forest floor, epipedon and subsoil (Mn±SD)<sup>1</sup>

| Tunnus<br>Characteristic              | Ühik<br>Unit        | Metsakõdu<br>Forest floor | Epipedon<br>Epipedon | Alusmull<br>Subsoil |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| Proovi sügavus<br>Depth of sample     | cm                  | 0–5                       | 10–30                | 30–50               |
| Proovide arv<br>Number of samples     | tk                  | 8                         | 10                   | 10                  |
| Tuhasus<br>Ash content                | g kg <sup>-1</sup>  | 40±14                     | 114±50               | 93±16               |
| Orgaaniline süsinik<br>Organic carbon | g kg <sup>-1</sup>  | 478±30                    | 470±31               | 504±26              |
| Üldlammastik<br>Total nitrogen        | g kg <sup>-1</sup>  | 16,3±4,0                  | 29,8±4,8             | 25,0±6,9            |
| C:N                                   | suhe<br>ratio       | 31,8±12,0                 | 16,2±3,0             | 21,6±6,8            |
| pH CaCl <sub>2</sub>                  |                     | 4,4±0,5                   | 4,9±0,6              | 5,2±0,4             |
| Kaltsium / Calcium                    | g kg <sup>-1</sup>  | 13,4±4,8                  | 28,8±13,7            | 26,4±9,8            |
| Magneesium<br>Magnesium               | mg kg <sup>-1</sup> | 1136±383                  | 1168±1024            | 1389±1340           |
| Kaalium / Potassium                   | mg kg <sup>-1</sup> | 886±232                   | 150±42               | 101±96              |
| Fosfor / Phosphorus                   | mg kg <sup>-1</sup> | 699±228                   | 659±283              | 306±124             |

1) Mn±SD – keskmine ± standard hälve / mean ± standard deviation

### Madal soomuldade levik Eestis

Madal soomuldade suurimad levikualad (joonis 8) on Kõrvemaa, Alutaguse, Lääne-Eesti ja Pärnu madalikud, Võrtsjärve ja Valga nõod, Peipsi-äärsed madalikud ning Pandivere kõrgustikku ümbritsevad madalamad alad. Madal soomullad moodustavad kogu Eesti muldkattest ca 14% ja turvasmuldadest 59% (joonis 9). Madal soomuldade liikideks (M' M'' M''') ja erimiteks (M1 M2 M3) jaotumise kõrval on joonisel 9 näidatud ka nende seos teiste Eesti turvasmuldadega. Valdava osa madal soomuldade ülemise kihi turvastest on hästi lagununud (71%), millele järgnevad keskmiselt lagununud (27%) turbad. Väga väike on halvasti lagununud madal soo-turvasmulla erimite osakaal. Näiteid keskmiselt lagununud turbaga muldadest on esitatud joonisel 10. Heaks dokumendiks turvasmulla kohta võib pidada selle profiilist tehtud liim-monoliiti (joonis 11).



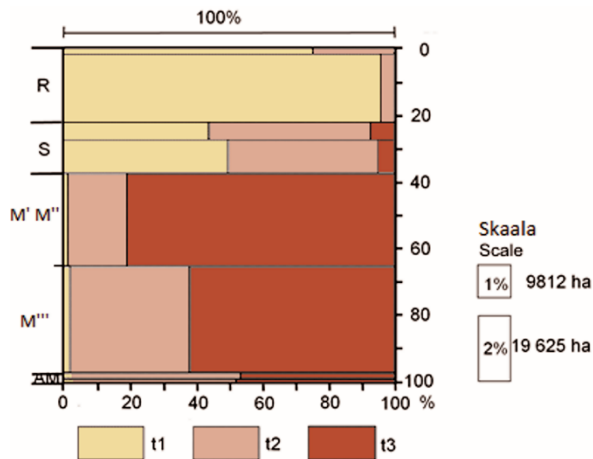
**Joonis 8.** Madal soomuldade leviku kaart. Koostanud P. Penu ja T. Kikas

**Figure 8.** Distribution of fen soils in the soil cover of Estonia. Compiled by P. Penu and T. Kikas

### Madal soomuldade nimetamine WRB järgi

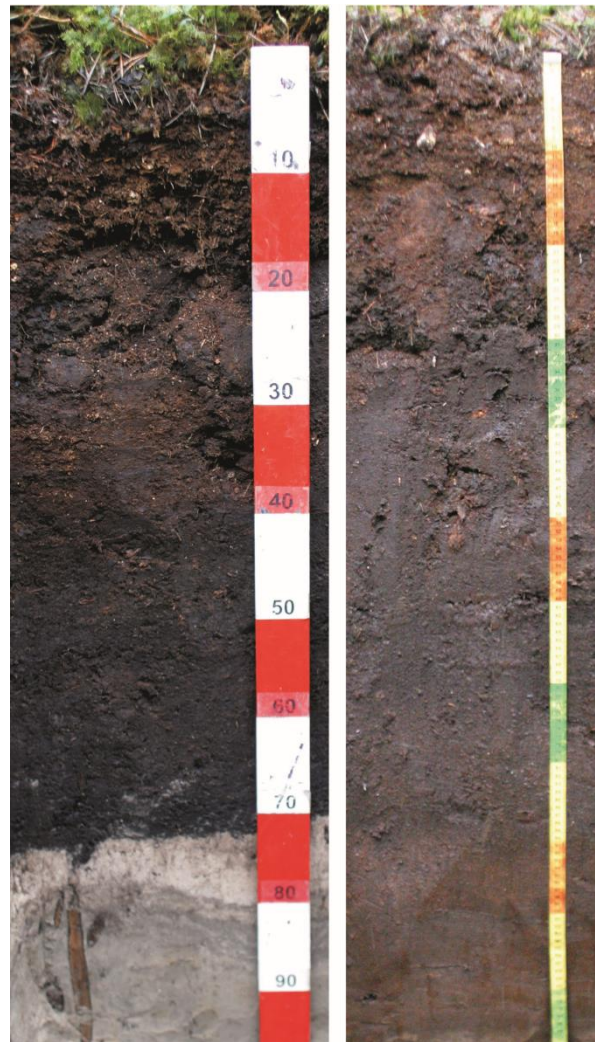
Madal soomuldade otsetõlge inglise keelde on *fen soils*. Nende täpsem nimetamine WRB järgi tehakse mulda iseloomustavate tunnussõnade abil (IUSS, 2015), kusjuures *histic* – tähendab turbast koosnev; *sapric/hemic* – hästi- (M3, t3) ja/või keskmiselt lagununud (M2, t2) turvast; *rheic* – põhja- või pealevalguva pinnaveega toitumist; *eutric* – kõrget küllastusastet ja rikkust toituelementide osas; *drainic* – kuivendatust; *hyperorganic* – >2 m turbakihti; *lignic* – puuturba esinemist; *limnic* – järvesetete esinemist; *transportic* – teisaldatust (TxM); *relocatic* – kohapeal läbi segatust (TyM); *colluvic* – maetust ehk kattumist erosiooni käigus või muul moel teisaldatud mullakihiga (Md, TzM); *fluvic* – üleujutusveega akumulatsioonist setete olemasolu (AM); *hyposalic* – nõrka sooldumist (Mr).

Seega on loodusliku madal soomulla nimetuseks WRB järgi *Sapric/Hemic Eutric Histosol*, kusjuures nimetusse jääv tunnus (*sapric* või *hemic*) määratakse pealmise 40 cm turbakihi järgi. *Rheic* mullanimetuses tähendab ühtlasi seda, et see muld on *eutric*. Kui madal soomuld on kujunenud üle kahe meetri paksusel turbakihil, siis on ta põhinimetuse järel sulgudes (*Hyperorganic*) ning kui ta on kuivendatud, siis ka (*Drainic*).



**Joonis 9.** Madalloomuldade osatähtsus teiste Eesti turvasmuldade hulgas. Mullagrupid: R – raba-, S – siirdesoo-, M – madal soo-, AM – lammi-madalloomuld; Turba (t) lagunemise astmed: t1 – halvasti, t2 – keskmiselt ja t3 – hästilagunenud turvas; Turvasmuldade jaotus turba tüseduse järgi: Ülemine osa iga grupi puhul – väga õhukesed ja õhukesed (turba tüsedus 30–100 cm) turvasmullad (R', R'', S', S'', M', M'', AM' ja AM'') ning alumine osa sügavad (turba tüsedus >100 cm) turvasmullad (R''', S''', M''' ja AM''')

**Figure 9.** Share of fen soils among alternative peat soils of Estonia. Soil groups: R – bog, S – transitional bog, M – fen, and AM – alluvial-fen soils; degree of peat (t) decomposition: t1 – slightly, t2 – moderately and t3 – well decomposed; peat soil species (determined by peat thickness) presented on the upper part of each soil group are very shallow and shallow peat soils (thickness 30–100 cm – R', R'', S', S'', M', M'', AM' and AM'') and on the lower part belongs to thick peat soils (thickness >100 cm – R''', S''', M''' and AM''')



**Joonis 10.** Keskmiselt lagunenud madal soo turvasmullad (M2). Fotod: E. Asi, BioSoil. Asukoht ja muld: I – Meleski, Viljandimaa (M2'') ja II – Neeruti, Lääne-Virumaa (M2''')

**Figure 10.** Moderately decomposed fen soils' (M2). Photos by E. Asi BioSoil team. Location and soil: I – Meleski, Viljandi County (M2'') and II – Neeruti, Lääne-Viru County (M2''')



**Joonis 11.** Keskmiselt ja hästilagunenud turbaga madalloomuldade liim-monoliidid

**Figure 11.** On glue basis prepared monoliths about fen peat soils with accordingly moderately and well decomposed peats

### Mõningatest Eestis ja Eestiga sarnastes pedo-ökoloogilistes tingimustes tehtud madalloomuldade uurimustest

Hea ülevaate looduslike alade ja majandatavate metsade madalloomuldade varasematest uurimustest, praktilistest soovitusetest turvasmuldade kasutuse kohta ja sellel alal tegele tud teadlaste tööd est on teinud U. Valk (1988). Madalloomuldade mikrokliima ja keemiliste omaduste kõrval on tema koostatud monograafias käsitletud ka madal sooturvaste liigitamist ja madal soode kuivendamise ga seotud kultuurrohumaade rajamise ja metsakasvatuse probleeme. Ei puudu ka mõistlikud ökoloogilised analüüsid soode kaitse probleemidest. Lisame siia omaltpoolt foto (joonis 12), mis demonstreerib kujukalt lodu veetaseme mõtlematu ülespaisutamise ga seotud katastroofilisi muutusi metsaökosüsteemi talitlemises.



**Joonis 12.** Metsamulla soostumise intensiivistumine ala kestva üleujutuse tagajärjel. Karula, Valgamaa

**Figure 12.** Intensification of forest soil paludification because of long time inundation on naturally poorly drained area. Karula, Valga County

Nagu selgub R. Kase poolt koostatud monograafiast (1975) on turvasmuldade põllumajandusliku kasutamise uurimine ja sellega seotud Eesti teadlaste panused aastatel 1920–1970 olnud mitmekülgsed ja tänapäevalgi kasutamist väärivad. Uuritud on soomuldade omaduste, kuivendamise ja kasutussobivuse kõrval ka nende viljakust erinevate kultuuride saakide kaudu ja väljatöötatud alused soomuldade taimekasvatuse kvaliteedi määramiseks.

Eelmise sajandi teise poole Eesti madalsoid käsitlevate publikatsioonide hulgas domineerivad ülekaalukalt botaanilise suunitlusega uurimused (Laasimer, 1965; Masing, 1975; Laasimer, Masing, 1995; Paal, 1997). Meie veendumuse kohaselt on ka madal-soo-ökosüsteemide taimkatte kujunemisel determineeriv roll olnud kasvukohal s.o turvasmuldkattel. Järelikult näitab madal-soo-taimekoosluste mitmekesisuse määr ära ka kasvukoha (st muldkatte) võimaliku mitmekesisuse. Kahjuks on aga senini siiski veel liiga tagasihoidlikult uuritud madal-soode taim-muld süsteemide (L. Reintami väljend) talitlemise seaduspärasusi, v.a muidugi E. Lõhmuse (1974) ja mõned teised üksikud tööd. Kokkuvõtteks võib järeldada, et paljudes olulistest asjades on sedastamata muldkatte ökoloogiline roll üht või teist tüüpi madal-soo-taimekoosluse kujunemisel.

Eesti turbavarude uurimise, mis on olnud suhteliselt pika ajalooga ja edukas, tehti oluline panus ka mullastiku suuremõtkavalise kaardistamisega. Seda ennekõike pindalade täpsustamise aspektist. Nimelt võeti kaardistamise käigus täiendavalt arvele nii väikese pindalaga (<0,5 ha), kui ka õhukese turbaga (<1 m) alad, mis ei paku huvi turba kui maavara mõttes. Need, õhukese turbakihi suhtelised väikese kontuuri pindalaga alad, mille ca 150 000 kontuuri kogupindala moodustab ligikaudu 8% turvasmuldade kogupindalast (Kõlli jt, 2012), kuuluvad täies ulatuses muldkatte, kui omaette loodusvara hulka ja peaksid saama majandatud ja hoitud ökoloogilise mullateaduse parimate reeglite kohaselt. Sealhulgas arvestades taim-muld vastastikuseid seoseid looduslikel aladel ja kasutussobivust kultuuristatud aladel.

Tüseda turbakihi (>1 m) ja suurema pindalaga turbaalad on hoopiski põhjalikumalt uuritud turba kui maavara seisukohalt. Samas tuleks taolisi alasid võtta kui n-ö kaksik loodusvaraga alasid, mille pindmine kiht (0,5–1 m) on

turvasmuldkate, kuid selle all paiknev turvas kui väärtuslik maavara ja orgaanilise süsiniku akumulaator.

Turvasmuldkatet, mistahes turbalasundil ja loomulikult ka õhukese turbakihi aladel, tuleks käsitleda kui ökosüsteemi lahutamatu osa, milles peitub ökosüsteemi kestlikku talitlemist tagav "mälu". V. Targuljani käsitluse kohaselt (Targuljan, Gorjachkin, 2004) on looduslike ökosüsteemide "mälu" olemasolu tõestanud nii mineraalsete kui turbaste muldkatete kestlikkuse uurimisega. Ökoloogilise mullateaduse põhimõtete järgi on muldkate elusa ja elutu piirimal oleva looduslik keha. Vaid siis, kui säilib muldkate, võib loota ökosüsteemi taastumist kasvukoha ökoloogilistele tingimustele vastavaks. Heaks näiteks siinkohal on turbalasundide kaevandamisega seotud jääksoode probleem. Nimelt tuleb turvast kaevandades paratamatult eemaldada ka talitlev muldkate ja järgi ei jää mitte turvasmuldkate, vaid sadade aastate tagune, tollastele ökoloogilistele tingimustele vastavate omadustega, turba-pinnas. Teisiti öeldes on jääksoodes täielikult hävinenud kaasaegne ökosüsteem ja taastamist tuleb alata n-ö puhtalt lehelt. Jääksoode taaskasutuselevõtu korral on vaja paljandunud pinnasele sobiva taimkatte leidmise kõrval tähelepanu pöörata ka uue (tehis)muldkatte püsioomaduste ja talitlemise kujunemisele. Jääksoole uue ökosüsteemi rajamisega peaks kaasnema elus komponenti sisaldava ja adekvaatse "mäluga" kestliku tehismuldkatte kujunemine.

Viimasel aastakümne Eestis tehtud madal-sooturvasmuldade süstemaatilistest uurimustest on üheks tähelepanuväärseimaks Euroopa Komisjoni ja Eesti riigi toel mullateadlase E. Asi juhtimisel arendatav "BioSoil" projekt, mille 96 metsaseireala hulgas on ka 5 Eesti erinevates piirkondades paiknevat madal-soo- ja 8 siirdesoo mullale rajatud seireala. Tabelis 1 on esitatud väljavõtte mõningatest 5 seireala madal-soomuldade keemilistest omadustest (Kõlli jt, 2010).

Meie uurimuste järgi (Kõlli jt, 2009) on Eesti madal-sooturvasmuldade pindmise 30 cm turbakihi orgaanilise süsiniku keskmine pindtihedus  $173 \pm 7 \text{ Mg C ha}^{-1}$  ja 50 cm tisedusel madal-soo-turvasmuldkattel  $333 \pm 14 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . Kokku on Eesti madal-soo turvasmuldkatte 50 cm kihis ca  $197,4 \pm 8,1 \text{ Tg}$  süsinikku, mis moodustab valdava osa (ca 72%) kogu Eesti turvasmuldkatte süsinikust ja ca 16,4% kogu Eesti turbavarudesse akumuleerunud süsinikust, mis on ca 1,18 Pg Mall Orru (1992) järgi.

Madal-soo muldkattes ja turbalasunditesse akumuleerunud süsiniku koguste kõrval on oluline arvestada madal-soo-ökosüsteemide turvasmuldkatte moodustumise intensiivsust. U. Valgu (1988) ülevaate järgi on madal-soo-turba lasundite kasv valdavalt piirides 0,2–0,6 mm aastas (keskmiselt 0,4 mm). Kuna madal-soomullas toimub üheaegselt süsiniku juurdevoog taimkatte varisega ning samas ka turba lagunemine ja ühenemine, ei ole tiseduse juurdekasv just sobiv näitaja turvasmuldkatte iseloomustamiseks (kuigi ta sobib hästi tervik turbalasundi puhul). Hoopiski arusaadavam on asi kui turbakihi juurdekasv on väljendatud seotud süsiniku hulgaga pinna- ja ajähiku kohta ( $\text{kg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ). Eesti madal-soode turbakihi aastajuurdekasvud on olnud piirides 200–300  $\text{kg C ha}^{-1}$  (Tabel 2) (mediaansuurusega ca 230  $\text{kg C}$  ühe hektari ja aasta kohta).



**Tabel 2.** Mõningaid näiteid süsiniku aastakäibest madal soo ökosüsteemides, Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>**Table 2.** Some examples on annual cycling of carbon in fen ecosystems, Mg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>

| Näitaja nimetus / Name of characteristic                                                                                             | Piirkond / Region       | Näitajad <sup>1)</sup> / Indices <sup>1)</sup> | Allikas / Source              | Märkused <sup>2)</sup> / Remarks <sup>2)</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| I. C akumulatsioon madal soo muldkattes<br><i>Accumulation of C into the fen soil cover</i>                                          | Eesti / Estonia         | Ksk: 0,20–0,30                                 | Valk, 1988;<br>Kõlli jt, 2009 | LA / NA                                        |
|                                                                                                                                      | Soome / Finland         | Rhm: 0,30–0,47                                 | Mäkila, Saarmisto, 2008       |                                                |
| IIa. C emissioon kuivendamata muldkattest<br><i>C emission from undrained fen soil cover</i>                                         | Rootsi / Sweden         | LV: 2,7–2,9                                    | Karlberg jt, 2006             |                                                |
| IIb. C emissioon kuivendatud muldkattest<br><i>C emission from drained fen soil cover</i>                                            | NE Euroopa<br>NE Europe | Hrm: 1,7–6,1;<br>Rhm: 1,4–4,6                  | Oleszczuk jt, 2008            |                                                |
|                                                                                                                                      | Eesti / Estonia         | Ksk: 3,5–4,1                                   | Mander, Ahas, 2011            |                                                |
| IIIa. Loodusliku ÖS <sup>3)</sup> maapealse osa AFP <sup>4)</sup><br><i>APP<sup>4)</sup> of above ground part of ES<sup>3)</sup></i> | Eesti / Estonia         | Mts: 1,8–2,2;<br>Rhm: 0,6–0,9                  | Kõlli, 1991                   | MP / AG                                        |
| IIIa. Loodusliku lepiku NPP <sup>5)</sup> / NPP of Alder forest                                                                      | Rootsi / Sweden         | PR: 1,0–1,6<br>AT: 1,0–1,4                     | Karlberg jt, 2006             | MP+MA<br>AG+BG                                 |
| IIIb. Kuivendatud rohumaa heinasaak<br><i>Hay yield of drained grassland</i>                                                         | Eesti / Estonia         | Rhm: 2,7–5,2                                   | Kask, 1975                    | MP / AG                                        |
| IIIb. Kuivendatud haritav maa / Drained arable land                                                                                  |                         | Oder: 1,6–1,9                                  | Kask, 1975                    | terad / grains                                 |

1) Näitajad / Indices: Ksk – keskmine / Mean, Rhm – rohumaa / grassland, LV – mustleplik / alnus forest, Hrm – haritav maa / arable land, Mts – mets / forest, PR – puurinne / tree layer, AT – alustaimestik / field layer, oder / barley; 2) LA / NA – looduslik ala / natural area, MP / AG – maapealne / above ground, MA / BG – maa-alune / below ground; 3) ÖS / ES – ökosüsteem / ecosystem; 4) AFP / APP – aasta fütoproduktiivsus / annual phytoproductivity; 5) NPP – puhas (neto) primaarne produktiivsus / net primary productivity.

Looduslikus madalloomullas (kui turvastumise staadiumis oleva märgala muldkattes) domineerib teatud intensiivsusega turbakihi kasv ehk tegemist on muldkatte suhtes süsiniku positiivse bilansiga. Üldjuhul kaasneb turvastumisega aineriinge peetusest põhjustatud taimkatte produktiivsuse vähenemine. Samas ei pruugi need protsessid olla aastast aastasse ühesuunalised ja ühesuguse intensiivsusega, kuna taimkatte produktiivsus sõltub ennekõike turvasmuldkatte õhustatusest ja selle toitevete rikkusest, mis võivad tugevasti varieeruda nii ajas kui ruumis (Strack jt, 2008). Soostumise edenedes sõltub madal soo-ökosüsteemi produktiivsus järjest vähem turba koostisest, aga samas järjest rohkem toitevete iseloomust.

Madalloomuldade kuivendamisel kiireneb loomulikult turba lagunemine, mis kaasneb samas ka taimkatte produktiivsuse suurenemisega. Turvasmuldkatte kuivendamise sügavusest ja selle vegetatsiooniperioodi dünaamikast olenevalt kaasneb turba lagunemine ehk toiteelementide vabanemine on aluseks edaspidisele taimkatte produktiivsuse suurenemisele. Kuivendamisega loodud potentsiaal tuleks võimalikult otstarbekalt ära kasutada sobivate taimeliikide valiku kaudu.

EMÜ audoktor Lech W. Szajdak on koos kaasautoritega publitseerinud ülevaate Kesk- ja Põhja-Euroopa erinevates riikides tehtud uurimustest kasvahoone gaaside emissioonist turba-aladelt (Oleszczuk jt, 2008). Ülevaates on mediaan-suurustena välja toodud kuivendatud põllu- ja rohumaa madalloomuldade süsiniku emissiooni aastahulgad pinnaihi kohta (Tabel 2). CO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub> emissioonandmete suure varieeruvuse põhjuseks peetakse siinjuures ökoloogiliste tingimuste (soojusrežiim, kuivendamise intensiivsus, toiteainete rikkus, kasutatud taimekasvatuse tehnoloogia jms) suuri kõikumisi ajas ja ruumis. Turvasmuldade kuivendamisel väheneb miinimumi CH<sub>4</sub> emissioon, sest anaeroobsest alusmullast (katotelmist) pärinev CH<sub>4</sub> hõlmab hästiõhustatud pealismulda (akrotelmi) läbides CO<sub>2</sub>-ks. Metaani oksüdeerumine toimub teatud osas ka

bakter *Methylocapsa gorgona* tegevuse läbi (Tveit jt, 2019).

Praktiliselt on kuivendatud madalloomuldade puhul tegu üksnes süsiniku emissiooniga CO<sub>2</sub> koosseisus. Vaid looduslikel aladel lisandub sellele teatud kogus (70–150 kg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) CH<sub>4</sub> koosseisus olevat süsinikku (Oleszczuk jt, 2008; Mander, Ahas, 2011), kuid samas peab mainima, et see süsinik pärineb suuremas osas siiski turvasmuldkatte all olevatest sügavamatest kihtidest. Suurimad C kogused lenduvad turvasmullast kuivendamise algusaastatel, hiljem emissioon väheneb.

Tabeli 2 näitavud (antud süsiniku sisalduse pindtihedusena, Mg ehk tonni süsinikku ühe hektari kohta) käsitlevad ökosüsteemide süsiniku aastakäibe kolme olulist lüli: I – keskmine ühe aasta uue C koguse juurde tulek muldkattes s.o turbalasundi keskmine kasvukiirus; II – keskmine C aastaemissioon muldkattest CO<sub>2</sub> koosseisus, kujuures IIa näitab seda kuivendamata ja IIb kuivendatud turvasmuldade puhul, ja III – madalloomuldadel kujunenud (IIIa) või kujundatud (IIIb) ökosüsteemide erinevate osade primaarset ehk fütoproduktiivsust või saagikust. Tabeli 2 fütoproduktiivsuse andmed käsitlevad enamuses vaid teatud osa aasta jooksul moodustunud kogu primaarsest produktiivsusest.

### Ülevaatest tulenevad olulisemad järeldused madalloomuldade käitlemise osas

Muldkatte süsinikuvarude inventeerimise seisukohast ja mullaliikide käitlemise pedo-ökoloogilisest aspektist lähtudes on ebaõige ja segadust tekitav käsitleda madal soo-laamade kogu turbavaru muldkatte osana. Muldkattena peaks käsitlema vaid selle taimede kasvu materiaalselt ja füüsiliselt toetavat pindmist kihti. Eesti oludes saab selliseks kihiks pidada 50 cm tisedust turbakihti, troopilistes tingimustes – sellest 3–4 korda tisedamat ning tundra oludes meie turvasmuldadest 2–3 korda õhukesemat kihti.

On heameel tõdeda, et EMK näol on Eesti jaoks olemas kaasaja nõuetele vastav süsteemikindel turvasmuldade (turvasmuldkatte) käitlemise töövahend, mis võimaldab üheselt mõistetavalt fikseerida mistahes Eesti tingimustes esineva turvasmulla diagnostilised tunnused ja olulisemad omadused (Astover jt, 2013). Muldade ülevaatelisel võrdlev-ökoloogilisel analüüsil on otstarbekas kasutada normaalse arenguga muldade liitmaatriksit (joonis 1), millele veeolude ja toitelisuse skalaaride järgi paigutatud madalloomulla asukoht demonstreerib üheselt arusaadavalt tema asendi kõigi teiste loodusliku tekkega mullaliikide hulgas (EMDK, 2008).

Muret tekitavaks asjaoluks on EMK ja mullaliikide kohta kogutud väärtusliku teabe vähene kasutamine muldkatte seotud (teiste) looduskomponentide omaduste ja talitlemist seletamisel ning kasutuse ja kaitse planeerimisel. Arenguruumi on ka muldkatte omaduste ökoloogilisel põhjendatud viisil arvestamisel nii põllumajanduses kui ka metsanduses. Oluline on leida igale turvasmulla liigile võimalikult keskkonnasõbralikum fütomassi tootmise ehk päikese energia talletamise viisi ja sobivad võtted vähendamaks n-ö tulutut süsiniku kadu muldkattest.

K. Minkkineni ja tema kolleegide (2008) uurimused Soome tingimustes on näidanud, et madalama boniteediga metsaturvasmuldade kuivendamise puhul ei pruugi igal juhul järgneda ökosüsteemi süsiniku negatiivne bilanss, nagu see on laialt levinud arusaamade järgi omaks võetud. Läbiviidud mõõtmised on näidanud, et ökoloogiliste seaduspärasuste järgi loodud tingimustes mulla süsiniku kaod kompenseeritakse suuremal või vähemal määral suurenenud puistu juurdekasvu ja mulda juurdetulnud metsavarisega.

Eesti pedo-ökoloogilistes tingimustes ja väljakujunenud mullaliikide koosseisu alusel ei ole põhjendatud pidada madalloom muldkatteid (või omistada neile juhtiv roll) atmosfääri CO<sub>2</sub> olulise akumulatsioonina. Tegelikult on C akumulatsioon turvasmulda toimunud väga pika perioodi jooksul, kuid selle sidumise keskmine määr turbasse (intensiivsus) on olnud ääretult tagasihoidlik (tabel 2). Kuna protsesside reas primaarsest produktsioonist kuni suhteliselt stabiilse turbani toimuvad suured kaod nii autotroofse kui heterotroofse hingamise kaudu, säilib esialgsest C produktsioonist turba koosseisus vaid ca 20–40%. Samas ei saa sellegi säilimine olla garanteeritud erinevate säilitusriskide (plahvatuslik lagunemine, põlengud) tõttu. Kui aga võrdleme tekkinud turba väärtust primaarsel produktsioonil võimalikult saadava alternatiivse tootega (puit, hein, fütomass), siis on siinjuures oluline tähele panna seda, et see alternatiivne toode on kvaliteedilt väärtuslikum ning soode kuivendamise korral ka 2–3 korda suurema saagikusega. Loomulikult suurenevad seejuures ka turbamassi kaod, sest ei saa ju toota ilma kulusid tegemata. Kuid kulutuste määra on ökoloogilisi seaduspärasusi arvesse võttes võimalik kontrolli alla saada (nt kuivendamise sügavuse reguleerimise vms kaudu). Tuleb vaid õppida seda võimalikult tõhusamalt tegema (Höper jt, 2008).

Looduslike madalloomade säilitamise ja nende taastamise vajaduse põhjendamisel on seega ebaõige viidata süsiniku probleemi lahendamisele. Taoline põhjendus ei ole pädev kuna C sidumise määr on soodes liigagi tagasihoidlik ja ladustamine maastikus mittekestlik ja riskidega seotud. Tähtsaimaks suures osas madalloomadega seotud riiklikuks ülesandeks Eestis on ennekõike jääksode pinnase omadustele sobiva kestlikult produtsioneeriva taimkatte kujundamine. Ökoloogilisel kaalutletud tegevuse tagajärjel on võimalik saavutada nullilähedase või minimaalsetes piirides kõikuva süsinikubilansiga kestliku ökosüsteemi kujunemine jääksode asemele.

Rõhutame, et madalloomade säilitamise ja taastamise vajadus taandub kõigepealt ikkagi piirkondliku maastiku mitmekesisuse (sh taimestik, loomastik) hoidmise või kaitse aspektidele. Selles osas saab loota selle alaga tegelevate ökoloogide teaduslikult põhjendatud uurimustele ning asjaosalistega (lokaalne kogukond) läbiviidud arvamustele ja mõistlikkusele. Ei tohiks lubada maksimalismi – mida rohkem, seda uhkem, vaid kompromissi tootmise (annab tulu) ja kaitse alla võtmise (toob esialgu vaid kulu) vahel.

Nii nagu kõigi teiste muldade puhul tuleks ka madalloomuldamade puhul arvestada mullaliigi spetsiifiline mitmekesisusega, mis ei ole tüüpiliste madalloomuldamade puhul eriti rikkalik (Paal, 1997). Samas on liigirikkus tunduvalt suurem spetsiifiliste (Mõ, Mal, Md) ja anormaalsete (AM, Mr) madalloomuldamade korral ning ökotonides – turbaala piirnemisel veekogudega.

#### Tänuavaldus

Autorid avaldavad tänu PUK Mullaseirebüroo juhatajale Priit Penule madalloomuldamade levikukaardi hankimise eest; IPC Eesti Metsaseire grupi juhile Endla Asile madalloomuldamade profiilidest tehtud fotode ja nende õppe- ja teadustöös kasutamisele lubamise eest.

#### Huvide konflikt / Conflict of interest

Autorid kinnitavad artikliga seotud huvide puudumist. *The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

#### Autorite panus / Author contributions

RK, TT – kavandamine ja materjali kogumine;  
RK, TT – fotode hankimine ja kokkupanek ning jooniste valmistamine;  
RK – käsikirja kirjutamine ja toimetamine;  
RK, TT – lõplik heakskiitmine.

*RK, TT – design, collection of materials;*  
*RK, TT – procure, preparation and editing of Photos and Figures;*

*RK – writing and editing text;*

*RK, TT – final approving.*

### Kasutatud kirjandus

- Allikvee, H., Ilomets, M. 1995. Sood ja nende areng. Rmt: Eesti. Loodus. A. Raukas (koostaja). – Valgus, Tallinn, lk 327–347.
- Astover, A., Reintam, E., Leedu, E., Kölli, R. 2013. Muldade väliuurimine. – Eesti Loodusfoto, Tartu, 70 lk.
- Eesti muldade digitaalne kogu (EMDK) 2008. Eesti Maaülikool (võrguteavik). – <http://mullad.emu.ee> Viimati külastatud 20/05/2019
- Eesti Põllumajandusprojekt (EPP) 1982. Eesti NSV muldade inventeerimisühikute nimestik. Kaardistamisühikute lühidiagnostika. – Käsikiri RPI Eesti Põllumajandusprojektis, 19 lk.
- Höper, H., Augustin, J., Cagampan, J.P., Drösler, M., Lundin, L., Moors, E., Vasander, H., Waddington, J.M., Wilson, D. 2008. Restoration of peatlands and greenhouse gas balances, In: Peatlands and climate change. M. Strack (Ed.). – International Peat Society, Jyväskylä, Finland, pp. 182–210.
- IUSS Working Group WRB 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. – World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, 192 p.
- Karlberg, L., Gustafsson, D., Jansson, P.-E. 2006. Modelling Carbon Turnover in Five Terrestrial Ecosystems in the Boreal Zone Using Multiple Criteria of Acceptance. – *Ambio*, XXXV, 8:448–458.
- Kask, R. 1975. Eesti NSV maafond ja selle põllumajanduslik kvaliteet. – Valgus, Tallinn, 358 lk.
- Kölli, R. 1991. Ökosüsteemide fütoproduktiivsuse pedoökoloogiline analüüs. I. Metsad ja II. Põllu- ja rohumaad. – *Agraarteadus*, 2:39–60 ja 3:248–264.
- Kölli, R., Astover A., Noormets, M., Tõnutare, T., Szajdak, L. 2009. Histosol as an ecologically active constituent of peatland: a case study from Estonia. – *Plant and Soil*, 317(1–2):3–17.
- Kölli, R., Asi, E., Apuhtin, V., Kauer, K., Szajdak, L. 2010. Formation of the chemical composition of Histosols and histic soils in the forest lands of Estonia. – *Chemistry and Ecology*, 26(4):289–303.
- Kölli, R., Kukk, L., Astover, A. 2012. The management and protection of peat and peaty soils: an ecosystem approach. In: Necessity of peatlands protection. L.W. Szajdak, W. Gaca, T. Meysner, K. Styla, M. Szczepanski (Eds). – IAFE PAS, Poznan, pp. 281–296.
- Laasimer, L. 1965. Eesti NSV taimkate. – Valgus, Tallinn, 397 lk.
- Laasimer, L., Masing, V. 1995. Taimestik ja taimkate. Rmt: Eesti. Loodus. A. Raukas (koostaja). – Valgus, Tallinn, lk 364–396.
- Lõhmus, E., 1974. Metsad rabadest nõmmede ja loopealseteni. Rmt: Eesti metsad. U. Valk, J. Eilart (koostajad). – Valgus, Tallinn, lk 60–98.
- Maa-amet 2001. Vabariigi digitaalse suuremõotkavalise mullastiku kaardi seletuskiri. – geoportaal.maaamet.ee/docs/muld/mullakaardi\_seletuskiri.pdf. Viimati külastatud 20/05/2019
- Maa-ameti geoportaal 2016. Mullakaart. – geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver-p2.html. Viimati külastatud 20/05/2019
- Mander, Ü., Ahas, R. 2011. Geograafia: Kirjeldavatest uurimistest analüüsiva teaduseni. Ülevaade geograafia-alastest uurimistöödest Eestis. Rmt: Teadusmõte Eestis (VI). Elu- ja maateadused. E. Parmasto, A. Laisk, D. Kaljo (toimetajad). – ETA, Tallinn, lk 185–195.
- Masing, V. 1975. Mire typology of the Estonian SSR. In: Some aspects of botanical research in the Estonian SSR. L. Laasimer (Ed.). Tartu, pp. 122–136.
- Minkinen, K., Byrne, K.A., Trettin, C. 2008. Climate Impacts of Peatland Forestry. In: Peatlands and climate change. M. Strack (Ed.). – International Peat Society, Jyväskylä, Finland, pp. 98–122.
- Mullateaduse õppetool, EMÜ, PKI k.p Aastamuldade lühiteavikud ja postkaardid. – <http://pk.emu.ee/et/struktuur/mullateadus/> Viimati külastatud 20/05/2019
- Mäkila, M., Saarnisto, M. 2008. Carbon accumulation in boreal peatlands during the *Holocene* – Impacts of climate variations. In: Peatlands and climate change. M. Strack (Ed.). – International Peat Society, Jyväskylä, Finland, pp. 24–43.
- Oleszczuk, R., Regina, K., Szajdak, L., Höper, H., Maryganova, V. 2008. Impacts of agricultural utilization of peat soils on the greenhouse gas balance. In: Peatlands and climate change. M. Strack (Ed.). – International Peat Society, Jyväskylä, Finland, pp. 70–97.
- Orru, M. 1992. Eesti turbavarud. – RE Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 146 lk.
- Paal, J. 1997. Eesti taimkate kasvukohatüüpide klassifikatsioon. – Eesti Keskkonnaministeerium ja ÜRO Keskkonnaprogramm, Tallinn, 297 lk.
- Strack, M., Waddington, J.M., Turetsky, M., Roulet, N.T., Byrne, K.A. 2008. Northern peatlands, greenhouse gas exchange and climate change. In: Peatlands and climate change. M. Strack (Ed.). – International Peat Society, Jyväskylä, Finland, pp. 44–69.
- Targuljan, V.O., Gorjachkin S.V. 2004. Soil memory: Types of record, carriers, hierarchy and diversity. – *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 21, 1:1–8.
- Tveit, A.T., Hestnes, A.G., Robinson, S.L., Schintlmeister, A., Dedysh, S.N., Jehmlich, N., von Bergen, M., Herbold, C., Wagner, M., Richter, A., Svenning, A.A. 2019. Widespread soil bacterium that oxidizes atmospheric methane. – *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 17:8515–8524. DOI: 10.1073/pnas.1817812116
- Valk, U. 1988. Eesti sood. – Valgus, Tallinn, 343 lk.

## REVIEW: **The Estonian Soil of Year 2019 is fen soil**

*Raimo Kõlli, Tõnis Tõnutare  
Estonian University of Life Sciences, Institute of  
Agricultural and Environmental Sciences, Chair of Soil  
Science, Fr. R. Kreutzwaldi 5, 51006 Tartu, Estonia*

### **Summary**

Estonian Soil Sciences Society has elected the Soil of the Year for the past six years. In 2014 it was the Leached soil (Ko), in 2015 – Limestone rendzina (Kh), in 2016 – Bog soil (R), in 2017 – Typical podzol (L), in 2018 – Pseudopodzolic soil (LP) and in 2019 – Fen soil (M). As the election, naming and characterization of Year Soils was as a rule done by Estonian Soil Classification (ESC), which was taken as a tool, in the overview its short characterization is presented as well. It is emphasized that the most detail taxon of the ESC separated based on soil genesis is soil species. When in the case of mineral soils, the soil species are divided into different soil varieties according to their texture, and then the peat soils are divided into soil varieties according to their peats' decomposition stages. The large-scale (1:10,000) digital soil maps and connected with soil maps databases on soil properties were compiled on the level of soil varieties.

All Year Soils are composed not only from one soil species, but also rather from a group (or family) of them. For demonstration, the position of Year Soils among other soils and their interrelationships with all other ESC soil species the composite matrix of normally developed mineral and peat soils was used (Figure 1). On the composite matrix, the location of soils is arranged in relation to moisture conditions scalar (horizontal) and in relation to lithologic-genetic scalar (vertical).

Special attention in the actual review is paid to the fen soils or by WRB to the Sapric/Mesic Eutric Histosols as to the Year 2019 Soil of Estonia. In the overview about fen soils their classification (dividing into soil species and soil varieties), ecological conditions of their forming and functioning, hydro-physical and chemical properties, and conversion into WRB system, are treated. The distribution of fen soils in Estonia is demonstrated by special map (Figure 8). The fen soils form approximately 14% from whole soil cover of Estonia and 59% from Estonian peat soil cover.

In the treatment of Estonian peat soils or Histosols as soil cover, only the superficial layer of peatlands with thickness 50 cm is counted. By the authors' opinion, the peat layers under peat soil cover should be taken as natural peat resources which should not be counted as the soil cover. Most of the Estonian fen soils' peats (72%) are well decomposed, whereas 27% of peats are moderately decomposed. The characterization of fen soils' chemical properties by different soil layers is given in Table 1.

An overview about scientific researches done in Estonia and in ecologically equivalent conditions enfolds forest, arable and grasslands. This part includes the discussions on the different aspects of pedo-ecological analyses and on the influence of drainage to development and productivity of fen ecosystems. In the Table 2, some examples of annual cycling of carbon in fen ecosystems is given.

In concluding part, the problems connected with the productivity, use, and protection of fen soils and peatlands that were deducted from experimental research and scientific literature, are treated. Six photos, where nine peat soil profiles are presented and six complex figures illustrate this article, and it contains two tables. One of them contains the chemical properties of fens' top- and subsoils, and the second - the examples on carbon cycling in the ecosystem level.



## EFFECT OF VAT RATE REDUCTION FOR FRUITS AND VEGETABLES ON PRICES IN LATVIA: EX-POST ANALYSIS

Aleksejs Nipers<sup>1</sup>, Ilze Upite<sup>1</sup>, Irina Pilvere<sup>1</sup>, Aldona Stalgiene<sup>2</sup>, Ants-Hannes Viira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Economics and Social Development, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001, Latvia

<sup>2</sup> Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Division of Farms and Enterprises' Economics, V. Kudirkos 18-2, 03105 Vilnius, Lithuania

<sup>3</sup> Estonian University of Life Sciences, Institute of Economics and Social Sciences, Chair of Rural Economics, Fr. R. Kreutzwaldi 1a, 51006 Tartu, Estonia

Saabunud: 03.06.2019  
Received:  
Aktsepteeritud: 29.06.2019  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 30.06.2019  
Published online:  
Vastutav autor: Aleksejs  
Corresponding author: Nipers  
E-mail: aleksejs.nipers@llu.lv

**Keywords:** VAT, reduction, fruits and vegetables, pass-through.

doi: 10.15159/jas.19.06

**ABSTRACT.** Latvia reduced Value Added Tax (VAT) rate for some fresh fruits and vegetables in 2018. The reduced VAT rate is set at 5%, while the standard VAT rate in the country is 21%. The rate was reduced for a 3-year period, during which it is intended to assess the impacts of the policy and to decide whether to keep the reduced VAT rate after the period ends. This research aims to evaluate whether VAT reduction reduced retail prices of fruits and vegetables. As prices on various fruits and vegetables are quite volatile, we used prices for exactly the same products in neighbouring Estonia and Lithuania as controls. We found that although in the first year after the VAT reduction retail prices decreased considerably, the decrease was smaller than the VAT reduction – the pass-through effect was 88%. However, due to the limited competition in the retail sector, it is important to continue observation in order to draw conclusions about the long-term effect.

© 2019 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2019 Estonian Academic Agricultural Society.

### Introduction

Since Latvia introduced Value added tax (VAT) in the 1990ies, there were many discussions about whether it is necessary to introduce a reduced VAT rate on food products. In 2018, VAT rate was reduced for those fresh fruits and vegetables, which are typical for Latvian agro-climatic conditions. The main objectives of this decision were: 1) to reduce level of VAT avoidance and share of informal economy in the sector; 2) to support local producers in terms of financial flows; 3) to reduce retail prices for the consumers. The reduced rate was set at 5%, while the standard VAT rate in the country is 21%. Fresh fruits and vegetables is the only group of food products with the reduced 5% VAT rate in Latvia<sup>1</sup> (12% reduced VAT rate is applied to specialised baby food). VAT for fresh fruits and vegetables was reduced for a period of three years, during which it is intended to assess the impacts of the policy and to decide whether to keep the reduced rate after the 3-year period.

The present research aims to evaluate whether the VAT reduction converted into retail prices of the fresh fruits and vegetables with the reduced VAT rate. Scientific literature gives no clear conclusion on whether, to what extent and under what circumstances reduction of the VAT rate on food products contributes to reduction in retail prices. The spectrum of conclusions from international experience is broad. Bernal (2018) analysed whether the small reduction in the VAT rate on groceries from 7% to 5% in Poland in 2011 resulted in lower prices for consumers and concluded that the VAT reduction had no effect on the prices. Šálková *et al.* (2017) analysed the introduction of a reduced VAT rate on gluten-free food in Czechia in 2015 and concluded that it did not significantly affect retail prices. In contrast, Viren (2009) studied the effects of changes in consumption taxes on consumer prices and concluded that more than a half of a tax increase shifts to consumer prices. Gábiel and Reiff (2006) concluded that while a large part of VAT increase transmitted to consumer prices, the effect of VAT decrease on consumer prices was moderate.

<sup>1</sup> List of products with reduced 5% VAT rate are in the annex to the Value Added Tax Law, <https://likumi.lv/ta/en/en/id/253451>



Nevertheless, Gaarder (2018), using a regression discontinuity design, concluded that a VAT reduction from 24% to 12% in 2001 on food products in Norway completely shifted to consumer prices.

Benkovskis and Fadejeva (2014) evaluated the effect of three major VAT rate changes in Latvia (increases in January 2009 and January 2011, reduction in July 2012) on inflation. They concluded that VAT increase pass-through to prices was 84% in 2009 and 113% in 2011. This means that the VAT increases almost completely converted to prices. Nevertheless, they also concluded that there was only 36% pass-through for the 2012 VAT reduction, which means that the price reduction was only about 1/3 of what was expected. Other researchers agreeing that there is high pass-through in the case of VAT increase, while the pass-through is rather low in the case of VAT reduction (Jonker *et al.*, 2004; Carbonnier, 2005; Gábel, Reiff, 2006; Ván, Olah, 2018) also share the conclusion about this kind of asymmetric effect.

Nevertheless, not all researchers agree about asymmetric pass-through for VAT increases and reductions. Benedek *et al.* (2015), based on monthly panel data on prices and VAT rates on 67 consumption items and 1231 VAT changes for 17 Eurozone countries, concluded that on average pass-through is much less than full in the case of VAT reduction and also in the case of VAT increase. They also insist that there is no systematic tendency for pass-through to be greater for tax increases than for tax cuts. David (2012) analysed the effect of an increased value added tax burden on food products in Czechia in 2008 and concluded that consumers carried a considerable part of the increased tax burden. However, in his research there is also a conclusion that pass-through is similar for VAT increases and decreases.

There are also conclusions that the effect is different for different products. Benkovskis and Fadejeva (2014), based on data for Latvia, stressed that pass-through is higher for goods, especially food (but not fruits and vegetables), and lower for services. Ván and Olah (2018) evaluated 2016–2017 VAT changes in Hungary and concluded that different food products had different pass-through.

There are also debates about the duration of the adjustment process. Politi and Mattos (2011), based on the Brazilian case, concluded that price adjustments after VAT changes happen within four months. Based on EU level data, Benedek *et al.* (2015) stressed that the main effects appear in the first five months after the reform. Gábel and Reiff (2006) insisted that 70% of the pass-through in the case of Hungary happened within the first three months.

Taking into account how different are conclusions, we suppose that the effect of VAT changes should be measured on a case-by-case basis. It is also clear that it is not correct to assume that VAT changes, by definition, have a 100% pass-through effect on prices, and it is especially so for the cases of VAT reduction. In the case of a low pass-through effect, one can often

see this problem after the first five months after VAT changes took effect.

## Materials and Methods

One of the reasons why food prices do not always decrease proportionally to the VAT rate reduction pertains to the competition level in the food supply chain and in retail sector in particular. Unlike for many other goods and services, the demand for food is relatively price inelastic – 1% decrease in price leads to a considerably smaller increase in demand. Brekis and Nipers (2013) found that the price elasticity of demand for food in Latvia ranged from -0.43 to -0.83. That is in line with the results of a review of 160 research studies on price elasticity of demand, conducted by Andreyeva *et al.* (2010), which concluded that the price elasticities for foods and non-alcoholic beverages were below 1 and ranged from -0.27 to -0.81. This means that reduction of price proportionally to the VAT rate reduction leads to a relatively small increase in sales. However, if the price is not reduced after the VAT rate reduction (keeping the same equilibrium between the demand and the supply), the demand would not change, while the reduced amount of VAT tax paid to the government allows businesses to increase their profits. Results of Gábel and Reiff (2006) supported this argument. This is a strong motivation for businesses not to reduce food prices despite VAT rate reduction. Such a strategy is quite realistic when there are competition problems on the supply side of the retail sector (Auzins *et al.*, 2008).

Under perfect competition, if some market actor wants to increase their profit at the expense of the VAT, other market actors would crowd the actor out of the market, as they would continue to operate at the same profit margin than before the VAT rate reduction (Auzins *et al.*, 2008). For this reason pass-through of the VAT rate reduction largely depends on the level of competition in the market.

As a result of the ex-ante assessment of a potential VAT rate reduction on food products in Latvia, Nipers *et al.* (2013) concluded that a VAT rate reduction from 21% to 12% might reduce prices by 5.5% (73% pass-through effect). Nevertheless, the authors also pointed out that in a situation where two retail chains dominate the market (as it is in Latvia) it is difficult to predict the actual outcome – the effect depends on decisions of small group of economic actors.

In the ex-ante assessment of potential effects of the VAT rate reduction specifically for fruits and vegetables, Nipers and Pilvere (2017) concluded that not all small shops would reduce their prices. In some small shops, prices could even increase because they would exit the informal economy and register as VAT payers. The average decrease of fruits and vegetables prices should be less than the VAT rate reduction, as one of the objectives of the VAT rate reduction was to reduce the share of the informal economy in this sector.

In assessing how "fairly" retailers have decreased their prices after the VAT rate reduction, the analysis

should exclude the retailers that were not VAT payers before the VAT rate reduction, including direct sellers, most of the small farmers and resellers, because of the abovementioned reason.

Two retail chains dominate the food retail market of Latvia – Rimi and Maxima; in 2016, their total market share was 55%, with approximately equal market shares for each. Their shares are significantly higher than that for the third largest retail chain – Top – operating primarily outside Riga<sup>2</sup>, based on the small shops concept and owned by 18 entrepreneurs, with about 9% market share. Maxima and especially Rimi have concentrated their business in Riga and other cities where proportion of self-consumption and direct sales of fruits and vegetables is lower than the national average. Accordingly, one can assert that in the group of fruit and vegetable retailers paying the VAT, the market share of Rimi and Maxima is higher than 55%. According to an indicative assessment, it could be 70%<sup>3</sup>.

Based on the above, we assumed that fruit and vegetable retailers in Latvia could be classified into two categories: price makers and price takers. Two explicitly dominant retail chains could be considered price makers, while the other retailers – price takers. To identify the decrease in prices after the VAT rate reduction for fruits and vegetables, the research analysed the dominant price makers – Rimi and Maxima.

For research purposes, the authors performed price surveys – the first one in December 2017 (the last month before the VAT reduction) and then starting from March 2018 until February 2019 on a monthly basis. Benedek *et al.* (2015) assumed that there is some VAT change anticipation effect on prices. We, however, assumed that in our case it is non-existing, as for businesses it became clear that there would be VAT reduction only shortly before it happened.

The seasonality factor significantly affects prices of fruits and vegetables. Besides, the seasonality cycle is different for different fruits and vegetables, which complicates the choice of a control group of fruits and vegetables for which the VAT rate was not reduced in Latvia. For this reason, prices for exactly the same fruits and vegetables in neighbouring Estonia and Lithuania are considered as a control group, as in both countries the VAT was not changed. Both control group countries are closely located to Latvia, have similar agro-climatic conditions, highly integrated economies with Latvia, and the Rimi and Maxima retail chains are also present in both countries. Prices were collected for the largest cities of all the three countries – Riga, Tallinn and Vilnius.

For the purpose of the control group, data from three retail chains in Lithuania – Maxima, Rimi and Norfa – were collected. Maxima is the largest retailer in Lithuania with about 1/3 market share, while Rimi has

less than 10% market share. To ensure that in our calculations Lithuanian data are not dominated by Maxima (as the country's average is calculated taking into account the retailer's market share), we also added data from Norfa, a retailer with about 1/10 market share.

In Estonia, there are four large retailers – Coop, Maxima, Rimi and Selver. Coop is the largest one with 22% market share in 2016, but in addition to being present in larger towns, it is very much working in smaller towns and rural areas. Owned by 19 regional consumer cooperatives, the Coop states that they use profit to maintain and develop life in different regions of Estonia<sup>4</sup>. In addition, Coop is known to have lower barriers of entry for local producers. From this perspective, it is not the best-suited option for the control group. For other three biggest retailers – Maxima has a market share of about 19%, Rimi 17% and Selver 16%. Among all the four, Rimi and Selver have relatively similar market positioning. Price information was collected from the Maxima and Selver retail chains.

The price survey included 25 fruit and vegetable items: carrots, beetroots, cabbages, red cabbages, cauliflower, broccoli, Chinese cabbages, kohlrabi, lettuce pots, lettuce Iceberg, dill, cucumbers, and two types of tomatoes, potatoes, garlic, onions, onions red, zucchini, and celery, three types of apples, pears and garden blueberries. As the authors collected the data, we ensured that the data on prices on identical food products were collected in all the monitored shops in all the Baltic States. For all prices, data was collected on a monthly basis around the same date of the month (maximum deviation  $\pm 3$  days).

Since the present research does not aim to identify the effect of the VAT rate change on the Consumer Price Index or inflation, the weight of each product in the consumer basket was not taken into account in identifying the price index. Each product was assigned an equal weight to calculate the overall monthly price index. Average prices in each country were calculated as a weighted average, taking into account the relative market shares of the retailers:

$$p_i = \frac{\sum_j^n p_{ij} \cdot S_j}{\sum_j^n S_j} \quad (1)$$

where  $p_i$  – price of the  $i^{\text{th}}$  product,

$S_j$  – market share of the  $j^{\text{th}}$  retail chain.

The overall price index for the group of fruits and vegetables in the  $m^{\text{th}}$  month was determined as a deviation from the starting point  $p_0$ , which, in this case, was December 2017. The price index at the starting point  $p_0$  is equal to 100 and the total number of monitored products is  $k$ :

$$I_m = \frac{\sum_i^k \frac{p_{im}}{p_0} \cdot 100}{k} \quad (2)$$

The index for food in Latvia was compared with the price index for the control group of food in the  $m^{\text{th}}$

<sup>2</sup> Riga is the largest city with about 1/3 of all country inhabitants and close to a half of the economy

<sup>3</sup> Authors' indicative calculations based on official statistics and annual reports

<sup>4</sup> About Coop Estonia: <https://www.coop.ee/about-coop-estonia>

month as the difference between the price index for food in Latvia and the price index for the control group:

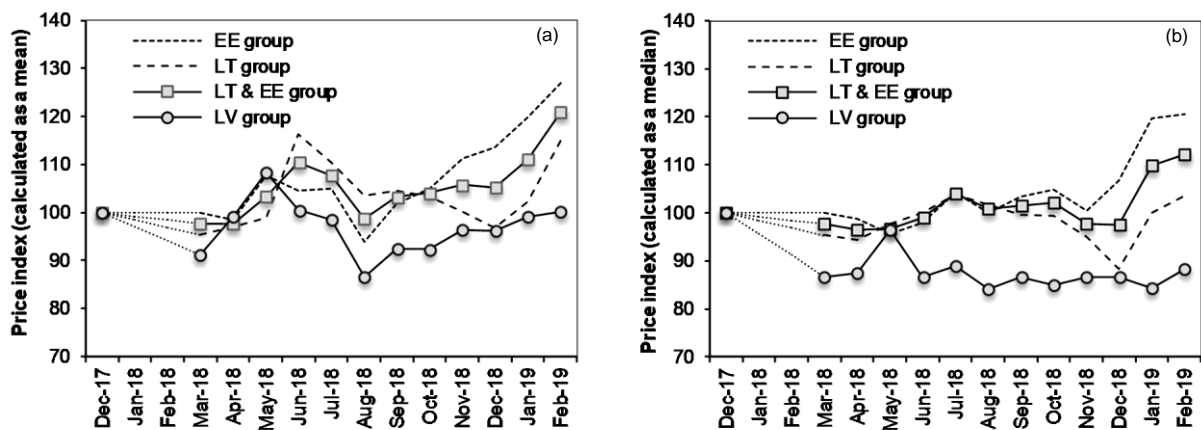
$$\Delta_m = I_m^{LV} - \frac{I_m^{LT} + I_m^{EE}}{2} \quad (3)$$

When collecting the data on prices, normal prices and discount prices were not distinguished, and the actual price was registered. This could potentially affect the price index calculated, increasing its fluctuation range.

## Results and discussion

VAT rate for fruits and vegetables in Latvia was reduced by 16%-points from 21% to 5%. This means

that if this VAT reduction was 100% converted to prices, it had to lead to 13.2% decrease in gross prices. As it was mentioned before, to evaluate the actual reduction we compared prices for fruits and vegetables with reduced VAT in Latvia (LV group) with prices in control groups. Three control groups were used: 1) prices for the same products in Lithuania (LT group), 2) prices for the same products in Estonia (EE group) and 3) average prices for the same products in Lithuania and Estonia (LT&EE group). Figure 1 presents price indexes calculated as a mean (a) and as a median (b) of all prices in the all mentioned groups.



**Figure 1.** Price indices for LV and control groups calculated mean (a) and median (b)

As sample sizes are small and data do not satisfy assumption about normal distribution, non-parametric approach was used for calculation of statistical significance of the results was used. As we compare paired data, Wilcoxon signed-rank test (one sided) for paired data samples.

It was found that after VAT reduction in January 2018, price index in Latvia decreased in comparison to LT control group (Table 1). On average, mean difference from March 2018 to February 2019 between LV and LT groups was 6.9%, but for the more stable

period from June 2018, the difference was 10%. The median differences in several months were significantly higher than mean difference due to some outliers. Almost for all observations, mean difference was negative (except for April and May) and median difference was negative for all observations. Not for all months, we can conclude that the difference is statistically significant. However, for half of the cases P-value is lower or equal to just 2%, meaning that there is a statistically significant difference between the groups.

**Table 1.** Monthly difference in price indexes between LV and LT groups and statistical significance of the difference

| Trait              | Dec-17 | Jan-18 | Feb-18 | Mar-18 | Apr-18 | May-18 | Jun-18 | Jul-18 | Aug-18 | Sep-18 | Oct-18 | Nov-18 | Dec-18 | Jan-19 | Feb-19 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Difference, mean   | 0      | -4.2   | 2.2    | 9.3    | -15.8  | -12.0  | -17.0  | -12.2  | -10.9  | -3.6   | -0.7   | -3.3   | -14.8  |        |        |
| Difference, median | 0      | -8.6   | -6.8   | -1.1   | -13.3  | -14.9  | -17.5  | -12.9  | -14.5  | -8.2   | -1.6   | -15.6  | -15.5  |        |        |
| P-value            |        | 0.01   | 0.33   | 0.52   | 0.02   | 0.16   | 0.02   | 0.01   | 0.01   | 0.27   | 0.55   | 0.13   | 0.00   |        |        |

Results for April and May contradict the assumption that there should be negative mean difference between LV and control groups. That could be explained by the higher prices for several goods in Latvia – namely, for carrots, Chinese cabbages, dill, one type of apples and some increase was observed for the price of potatoes and broccoli. It is related to two factors: shortages of those products just before the new season products arrived, and due to the fact that Latvia started selling the new season products (which are more expensive) earlier than the neighbouring countries did.

Similarly to comparison with LT control group, comparison of LV group with EE control group shows that the mean difference for almost all months (except for the same April and May) is negative (Table 2). On average, mean difference for the period from March 2018 until February 2019 between LV and EE groups was 10.6%, but for the more stable period starting from June, the mean difference is 13.3%. Median difference is negative for all months. For 7 out of 12 observations, P-value is lower than 6%, and for the last 5 month, P-value is lower than 3%.



**Table 2.** Monthly difference in price indices between LV and EE groups and statistical significance of the difference

| Trait              | Dec-17 | Mar-18 | Apr-18 | May-18 | Jun-18 | Jul-18 | Aug-18 | Sep-18 | Oct-18 | Nov-18 | Dec-18 | Jan-19 | Feb-19 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Difference, mean   | 0      | -8.8   | 0.6    | 0.5    | -4.0   | -6.4   | -7.4   | -9.5   | -12.6  | -14.8  | -17.3  | -20.8  | -26.7  |
| Difference, median | 0      | -13.3  | -11.3  | 0.9    | -11.2  | -15.3  | -15.9  | -16.6  | -19.9  | -13.7  | -20.0  | -35.2  | -32.3  |
| P-value            |        | 0.05   | 0.45   | 0.19   | 0.26   | 0.23   | 0.16   | 0.06   | 0.03   | 0.01   | 0.02   | 0.01   | 0.00   |

There was an "unsynchronised" movement of prices in Lithuania and Estonia in around the Christmas and New Year period (November-December-January), as prices decreased significantly in Lithuania, but at the same time sharply increased in Estonia. We assume it was due to the differences in strategies and intensity of competition of the retail companies around the Christmas and New Year period.

To reduce the impact of short-term fluctuations in control group countries, difference between LV group

and average price index for mixed LT&EE control group was calculated (Table 3). In this case, the mean difference for the period from March 2018 until February 2019 was 8.8%, which is between the results of the first two calculations. However, statistical significance of the difference is higher than in the each of the previous two cases. The mean difference for the period from June 2018 is 11.7% and the results for all observations for this period are statistically significant with p-value 5% or lower.

**Table 3.** Monthly difference in price indexes between LV and LT&EE groups and statistical significance of the difference

| Trait              | Dec-17 | Mar-18 | Apr-18 | May-18 | Jun-18 | Jul-18 | Aug-18 | Sep-18 | Oct-18 | Nov-18 | Dec-18 | Jan-19 | Feb-19 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Difference, mean   | 0      | -6.5   | 1.4    | 4.9    | -9.9   | -9.2   | -12.2  | -10.9  | -11.8  | -9.2   | -9.0   | -12.1  | -20.8  |
| Difference, median | 0      | -11.0  | -9.1   | -0.1   | -12.3  | -15.1  | -16.7  | -14.8  | -17.2  | -11.0  | -10.8  | -25.4  | -23.9  |
| P-value            |        | 0.01   | 0.30   | 0.25   | 0.03   | 0.05   | 0.02   | 0.01   | 0.01   | 0.02   | 0.04   | 0.01   | 0.00   |

As it could be seen from the previous examples, price difference between countries is not constant, but changes over time. One of the reasons why different price fluctuations could be observed and the VAT reduction did not completely convert to price decrease is price policies of the retail chains. Setting prices on fruits and vegetables, the supermarkets do not apply

fixed mark-ups but round the final price according to their price policies. For example in Latvia, 29% of all Maxima prices and 49% of all Rimi prices are ending with "9" (such as 1.19 or 0.79). In Rimi, 71% of all prices are ending with either "9" or "5". At the same time, only 3% of Maxima and 1% of Rimi prices are ending with "1" (Table 4).

**Table 4.** Frequency of the last numerical digit in the prices

| Shop            | Frequency of the last numerical digit in prices, % |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 | "1"                                                | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9" | "0" |
| Rimi (Latvia)   | 1                                                  | 7   | 3   | 1   | 22  | 4   | 4   | 3   | 49  | 7   |
| Maxima (Latvia) | 3                                                  | 7   | 9   | 7   | 11  | 11  | 6   | 8   | 29  | 8   |

This suggests that the shops are rounding prices based on the target price, not just a mathematical default mark-up. This approach alone guarantees that a price reduction will be not be transferred by the same proportion as a VAT reduction. It is a significant factor for price deviations especially in the case of cheaper goods. That is not something unique for Latvia. According to Pike *et al.* (2009), this kind of target pricing was one of the reasons why prices were not reduced proportionally to the VAT reduction in the analysis in the UK. Leesment (2017) found that after the adoption of Euro currency in Estonia in 2011, the share of last digits other than "0", "5" and "9", in

Estonian food prices increased due to the campaign 'Euro will not change the price'. The idea was that retailers will recalculate prices to Euros using fixed exchange rate and will not round up prices so that they will end with nine or zero, thereby increasing the profits of retailers. However, by 2015 the share of prices ending with "0", "5" and "9" increased to 2010 (pre-Euro) level, indicating that retailers shifted back to odd pricing. It seems that in Latvia, in case of the VAT reduction it happened even quicker. This also suggests that it will be worth to look at the price dynamics in Latvia in the long term.

**Table 5.** Retail prices in November 2018 in Rimi and Maxima, EUR / kg

| Shop            | Retail prices in November 2018, EUR / kg |          |              |           |        |            |                  |          |
|-----------------|------------------------------------------|----------|--------------|-----------|--------|------------|------------------|----------|
|                 | carrots                                  | cabbages | red cabbages | beetroots | onions | red onions | Chinese cabbages | kohlrabi |
| Rimi (Latvia)   | 0.45                                     | 0.43     | 0.55         | 0.39      | 0.49   | 0.65       | 0.75             | 0.49     |
| Maxima (Latvia) | 0.44                                     | 0.42     | 0.54         | 0.38      | 0.48   | 0.64       | 0.74             | 0.48     |

Despite the fact that the two dominant retailers in Latvia have about the same market share, it seems that there is at least a silent agreement between the two retailers. Rimi is playing a more dominant role, defining prices, often based on target prices (preferring prices ending with "9" or "5"), while Maxima's pricing

is based on the policy to be cheaper. For goods with the price below 1 EUR, it is often precisely a 0.01 EUR difference (Table 5). That is clearly a sign of unhealthy competition.

## Conclusions

1) For the calculation of the impact of VAT reduction on gross prices difference between average prices in Latvia and control groups in Lithuania and Estonia was used. We suggest that April-May abnormality should be excluded from calculations and statistically significant data for the last 9 months starting from June should be used. Calculations using average LT&EE control group show the average decrease in prices due to the VAT reduction was 11.7 percentage points.

2) An opinion dominates in the scientific literature that a VAT rate reduction does not lead to a proportionate decrease in price, and there were many instances where pass-through effects were very low. In our case, the prices decreased by considerable 11.7%, but less than the mathematically expected 13.2 percentage points – an 88% pass-through effect of VAT reduction was observed for fruits and vegetables that are typical for agro-climatic conditions in Latvia.

3) This effect was larger than expected in the ex-ante assessment and could be largely explained by the policies of the dominant retail chains. Before VAT reduction, the major retail chains confirmed their readiness to decrease prices in proportion to the VAT reduction. Yet, it is still not full 100% pass-through, despite the fact that retail chains were involved in discussions about the possible VAT reduction before it was implemented and confirmed their readiness to decrease prices proportionally to the VAT reduction.

4) The price decrease effect was relatively long lasting. The effect of the VAT reduction was observed since June 2018 and it persisted until February 2019. Although it is a long enough period for reaching a new price equilibrium, it would be advisable to continue price monitoring for long-term impact assessment.

There is a reason to suggest that two dominant players in the retail market have achieved at least a silent agreement about pricing strategies. For the broad list of products one retailer have higher prices but use psychological target pricing (prices mainly ended with nine and five), while the other had minimally lower prices just to show the products were cheaper. We assume that this is one of the reasons why there was no 100% pass-through effect of VAT reduction.

### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

### Author contributions

AN design/sampling/analysis, writing of the manuscript, editing and approving the final manuscript;  
IU design/sampling/analysis, writing of the manuscript;  
IP design/sampling/analysis, editing and approving the final manuscript;  
AS design/sampling/analysis, editing and approving the final manuscript;  
A-HV editing and approving the final manuscript.

## References

- Andreyeva, T., Long, M.W., Brownell, K.D. 2010. The Impact of Food Prices on Consumption: A Systematic Review of Research on the Price Elasticity of Demand for Food. – *American Journal of Public Health* 100(2): 216–222, doi: 10.2105/AJPH.2008.151415.
- Auzins, A., Nipers, A., Kozlinskis, V. 2008. Effect of Value Added Tax Rate Changes on Market Equilibrium. – *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development, Academia. UDK 658(474.5) (06)*, 24:15–23.
- Benedek, D., De Mooij, R., Keen, M., Wingender, P. 2015. Estimating VAT Pass Through. – *IMF Working Paper WP/15/214*.
- Benkovskis, K., Fadejeva, L. 2014. The Effect of VAT Rate on Inflation in Latvia: Evidence from CPI Microdata. – *Applied Economics, Taylor & Francis Journals*, 46(21): 2520–2533, doi: 10.1080/00036846.2014.904492.
- Bernal, A. 2018. Do Small Value-Added Tax Rate Decreases on Groceries Imply Lower Prices for Consumers? – *Eastern European Economics*, 56(1): 81–98, doi: 10.1080/00128775.2017.1412265.
- Brekis, E., Nipers, A. 2013. Latvian Households' Demand Elasticity For The Main Food Groups. – *New Challenges of Economic and Business Development 2013*, /5/9.
- Carbonnier, C. 2005. Is Tax Shifting Asymmetric? Evidence from French VAT reforms, 1995–2000. – *PSE Working Papers 2005-34*, 24 pp.
- David, P. 2012. Distribution of the Increased Tax Burden for Agricultural Products and Food in the Czech Republic. – *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 58(5): 239–248, doi: 10.17221/58/2011-AGRICECON.
- Gaarder, I. 2018. Incidence and Distributional Effects of Value Added Taxes. – *The Economic Journal*, 129(618):853–876, doi: 10.1111/ecoj.12576.
- Gábel, P., Reiff, Á. 2006. The Effect of the Change in VAT Rates on the Consumer Price Index. – *MNB Bulletin*, Magyar Nemzeti Bank.
- Jonker, N., Folkertsma, C., Blijenberg, H. 2004. An Empirical Analysis of Price Setting Behavior in the Netherlands in the Period 1998-2003 Using Micro Data. – *ECB Working Paper No. 413*, 52 pp.
- Leesment, M. 2017. When 4.99 is better than 5.00: background and application of odd pricing. – *Economic and Labour Market Trends, Statistics Estonia*, pp. 112–133.
- Nipers, A., Pilvere, I. 2017. Assessment of Value Added Tax Reduction Possibilities for Selected Food Groups in Latvia. – *Proceedings of the 8th International Scientific Conference Rural Development 2017*, pp. 1225–1231, doi: 10.15544/RD.2017.048.
- Nipers, A., Pilvere, I., Kozlinskis, V. 2013. Effects Of Reducing The Value Added Tax Rate On Food In Latvia. – *WMSCI 2013 17th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings*, 2:124–129.

- Pike, R., Lewis, M., Turner, D. 2009. Impact of VAT Reduction on the Consumer Price Indices. – *Economic & Labour Market Review*, 2009, 3(8):17–21.
- Politi, R.B., Mattos, E. 2011. Ad-valorem Tax Incidence and after-tax Price Adjustments: Evidence from Brazilian Basic Basket Food. – *Canadian Journal of Economics*, Canadian Economics Association, 44(4):1438–1470.
- Šálková, D., Kučera, P., Moravec, L. 2017. Effect of Introducing Second Reduced Rate of VAT on Consumer Purchase Behaviour with Gluten-free Food. – *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65 (3): 1045–1053, doi: 10.11118/actaun201765031045.
- Ván, B., Oláh, D. 2018. Does VAT Cut Appear on the Menu? The Consumer Price Impact of Hungarian VAT Decreases of 2016-2017. – *Public Finance Quarterly*, State Audit Office of Hungary, 63(3):355–375.
- Viren, M. 2009. Does the Value-Added Tax Shift to Consumption Prices? – *Czech Economic Review*, Charles University Prague, Faculty of Social Sciences, Institute of Economic Studies, 3(2):123–142.



## SHORT COMMUNICATION: THE IMPROVEMENT OF THE QUALITY, AND NUTRIENT CONTENT OF LEAF CELERY TRANSPLANTS BY EFFECTIVE MICROORGANISMS

Margit Olle

Estonian Crop Research Institute, J. Aamissepa 1, Jõgeva alevik, 48309, Estonia

Saabunud: 07.01.2019  
Received:  
Aktsepteeritud: 12.03.2019  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 05.04.2019  
Published online:  
Vastutav autor: Margit Olle  
Corresponding author:  
E-mail: margit.olle@gmail.com

**Keywords:** effective microorganisms, height, leaf celery, nutrients, stem diameter, transplants.

doi: 10.15159/jas.19.01

**ABSTRACT.** Effective microorganisms (EM) comprise a mixture of live natural cultures of microorganisms isolated from fertile soils that are used to improve crop production. The purpose was to assess the influence of EM on the growth and nutrient content of leaf celery transplants. Two treatments were compared: 1) EM treatment comprised of seed soaking in EM 1:500 solution, sowing in EM treated peat and watering the plants weekly with EM solution. 2) Control treatment included similar treatments with water. Leaf celery transplants grown with EM were significantly shorter and had thicker stems than those grown without EM. The contents of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium increased in transplants grown with EM compared to those grown without EM. The contents of nitrates and magnesium did not show statistically significant differences. Conclusion: EM improves the growth and increases nitrogen, phosphorus, potassium and calcium contents of leaf celery transplants.

© 2019 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2019 Estonian Academic Agricultural Society.

### Introduction

Dr Tero Higa in Japan (Higa, 2012) developed effective microorganisms (EM) technology over 40 years ago. EM comprises a mixture of live natural cultures of microorganisms isolated from fertile soils that are used to improve crop production. In 70% of published studies, it was concluded that EM has a positive effect on the growth of vegetables, while in the other 30% there was no significant influence (Olle, Williams, 2013). They also reported that on the effects of EM on the yields of vegetables, 84% were positive, 4% were negative, and 12% showed no significant influence.

The rationale behind effective microorganism (EM) technology is based on the inoculation of mixed cultures of beneficial microorganisms into the soil to create an environment favourable for the growth and health of plants (Olle, Williams, 2015). Initially, microbes from various ecosystems were isolated, then remixed. However, due to repeated lack of success, some microbes were eliminated, and simpler mixtures, comprising primarily lactic acid bacteria, photosynthetic bacteria, and yeast, maintained at pH 3.5, (Higa, 2012) were tested. Species used in an EM mixed culture of beneficial, naturally occurring micro-

organisms, may include the photosynthetic bacteria (e.g., *Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*), lactobacilli (e.g., *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, and *Streptococcus lactis*), yeasts (e.g. *Saccharomyces* spp.), and Actinomycetes (*Streptomyces* spp.) (Javaid, 2010). The same authors concluded in their review paper that EM can improve the quality and yield of vegetables by reducing the incidence of pests and diseases, and by protecting against weeds, thereby contributing to sustainable agriculture.

To the knowledge of the author of the present investigation, no research on how EM influences the growth parameters of leaf celery transplants is available. The author of the present investigation made research also with other vegetables and found that tomato transplants respond well to EM, by remaining compact and having greater stem diameter (Olle, 2015). It is well known that the quality of leaf celery transplants influences their final yields.

Therefore, the aim of the present investigation was to assess the influence of effective microorganisms on the growth parameters of leaf celery transplants. Another aim was to see whether EM has also some effect on the nutrient content of leaf celery transplants.



## Materials and Methods

The experiments were carried out in spring 2014 in a heated glasshouse at the Estonian Crop Research Institute. There were two treatments: 1. with EM; 2. without EM (control).

Leaf celery seeds were sown on 21 March into plastic trays 36×28 cm, height 6.5 cm (one hole was 6.4×6.2 cm, height 6.5 cm), where plants were growing until the end of transplant age. The substrate for conventionally cultivated seedlings and transplants was a peat-based mixture fertilized with PeatCare 11-25-24 2 kg m<sup>-3</sup>, magnesium sulphate 0.5 kg m<sup>-3</sup>, mixed with dolomite lime (7 kg m<sup>-3</sup>).

In treatment 1 (EM treatment) the seeds were soaked in activated EM 1:500 solution 30 minutes before sowing. Seeds were sown on in limed, fertilized and activated EM 1:500 solution treated peat. Once each week after sowing (28.03.14–26.05.14), plants were watered with either activated EM 1:500 solution using 4 L liquid per 32 plants. Also once each week all plants in EM treatment were watered with fertilizer Superex (12-5-27).

In control treatment, the seeds were soaked in water 30 minutes before sowing. Seeds were sown on in limed, fertilized and water treated peat. Once each week after sowing (28.03.14–26.05.14), plants were watered with water using 4 L liquid per 32 plants in each treatment. Also once each week all plants in control treatment were watered with fertilizer Superex (12-5-27).

Each plot comprised of 6 plants. The experiment had four replicates, grown concurrently. The experiment was repeated at the same time, so there were running two experiments at the same time, both with 4 replications.

The glasshouse lighting at plant level was approximately 12 000 lux from high-pressure sodium lamps, lit for 18 hours (23.00–16.00) each day. Minimum day and night temperatures were 20 °C and 18 °C, respectively.

Plant height and stem diameter of leaf celery transplants were measured on 28 May.

The contents of nitrates, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium were determined. Nitrite and nitrate contents were determined in plant extracts by Fiastar 5000. Nitrogen content was determined according to the Copper Catalyst Kjeldahl Method (984.13). The phosphorus determination was carried through in Kjeldahl Digest by Fiastar 5000 (AN 5242; Stannous Chloride method, ISO/FDIS 15681). Potassium determination was by the Flame Photometric Method (956.01). Calcium determination was by the o-Cresolphthalein Complexone method (ISO 3696, in Kjeldahl Digest by Fiastar 5000). Magnesium determination was by Fiastar 5000 (ASTN90/92; Titan Yellow method).

Analyses of variance were carried out on the data obtained using programme Excel. Used signs: \*\*\* P < 0.001; \*\* P = 0.001–0.01; \* P = 0.01–0.05; NS not significant, P > 0.05.

## Results

Leaf celery transplants treated with EM were significantly shorter than those without EM (Table 1); they were 36% shorter. The stem diameter of transplants was 13% greater in those treated with EM than in those without EM (Table 1). The contents of nitrates and magnesium were not statistically different between treatments (Table 2). However, the treatment affected nitrogen, phosphorus and potassium contents, which were 22, 21 and 17% higher in EM variant compared to control.

A little bit lower, was increased in the content of calcium which was 11% higher in EM variant compared to control (Table 2).

**Table 1.** The height and the stem diameter of leaf celery transplants

| Group   | Plant height, cm | Stem diameter, cm |
|---------|------------------|-------------------|
| EM      | 14.06            | 1.0125            |
| Control | 21.88            | 0.8813            |
| P       | ***              | ***               |

**Table 2.** The content of nitrates in leaf celery transplants raw plants and the contents of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium in leaf celery transplants dry matter

| Group   | In raw plant, mg kg <sup>-1</sup> | In plant dry matter, % |      |      |      |       |
|---------|-----------------------------------|------------------------|------|------|------|-------|
|         | Nitrates                          | N                      | P    | K    | Ca   | Mg    |
| EM      | 4739                              | 4.55                   | 0.95 | 6.58 | 2.99 | 0.389 |
| Control | 3063                              | 3.55                   | 0.75 | 5.46 | 2.66 | 0.408 |
| P       | NS                                | **                     | **   | *    | *    | NS    |

Used signs: \*\*\* P < 0.001; \*\* P = 0.001–0.01; \* P = 0.01–0.05; NS not significant, P > 0.05.

## Discussion

In this study, we found that leaf celery transplants treated with EM were significantly shorter than untreated control transplants. Olle and Williams (2015) reported a similar result also with cucumber and squash transplants. This does not concur with Idris *et al.* (2008) results with tomato plants, because they found that EM treatment significantly increased plant height; however, they measured plant height at fruiting while we measured the height of transplants. EM application appeared to promote early fruiting in tomato (Ncube *et al.*, 2011) and root growth, but not a leaf and shoot development in Chinese cabbage (In-Ho, Ji-Hwan, 2012). The combined application of phosphorus fertilizer (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0, 75, 150 l ha<sup>-1</sup> and EM 50 l ha<sup>-1</sup> enhanced vegetative and reproductive growth in cabbage (Zahoor *et al.*, 2003).

Chantal *et al.* (2010) showed increased leaf areas in cabbages treated with EM. Although there was no significant difference in plant height, treatment with EM 'Bokashi' plus an EM solution resulted in the highest diameter stems, followed by the chemical fertiliser (Nakano, 2007). The increase in stem diameter is in accordance with the results of the present investigation and of results of other experiments (Olle, Williams, 2015). On another hand, Puranapong and Siphuang (2001) studied the use of a mixture of EM with chicken, quail, pig or cow manure on the growth

of yard long bean and snake eggplant, but showed no significant differences of plant growth parameters.

EM improved the quality of leaf celery transplants, because they remained more compact with a greater stem diameter than untreated plants. The golden rule is that transplant with very good quality results in higher yields. EM gives a good start to leaf celery transplants because EM solubilise minerals (Olle, Williams, 2013), including Ca, from the substrate. Ca influences many processes beneficially: plants with a higher Ca content have less disease, are attacked by fewer insects, and have better transport and storage qualities (Olle, 2013).

The content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in leaf celery transplants were higher in EM treatment compared to control treatment. Nitrate and magnesium contents in leaf celery were not statistically different between treatments. It was good that nitrate content did not show increased content in plants; because of high nitrate, accumulation in plants might be undesirable. Chards treated with EM 'Bokashi'+ EM had higher phosphorus content than control plants (Daiss *et al.* 2008), which is in accordance with findings in the present investigation. Similarly, with the present investigation, the application of EM to plants induced higher levels of calcium compared with non-treated plants (Daiss *et al.*, 2008). In accordance with results from the present investigation, EM significantly enhanced nitrogen, phosphorus and potassium nutrition of the test plant in farmyard manure amendment both at flowering stage and at maturity. However, in NPK amended the soil, EM application markedly enhanced plant nutrition at a later growth stage only (Javaid, Bajwa, 2011).

Phosphorus is needed especially for good root growth (Durner, 2013). Potassium is very important in stomatal function and water relations of plants (Durner, 2013). A higher Ca content is beneficial, suppressing insect and disease attack and increasing transportability and storage quality (Olle, 2013). A higher Mg content could have desirable; because of a higher Mg content reduces the incidence of insect pests and diseases (Cakmak, 2013).

### Conclusions

Leaf celery transplants with EM were significantly shorter and had a greater stem diameter and the content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium were higher than in the control treatment. Therefore, it can be suggested in the production of leaf celery transplants to treat plants with EM in order to plant healthier transplants with the higher quality of them.

### Acknowledgements

In 2011, one of my colleagues Margus Ess introduced me to effective microorganisms (EM). He demonstrated in field experiments with corn crops that EM are very effective in increasing plant yields. I am very thankful for his considerable knowledge of this product and for my valuable discussions with him.

### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

### Author contributions

MO contributed to the design and implementation of the research, to the analysis of the results and to the writing of the manuscript.

I have also had very good collaboration with the company AgriPartner Ltd., whose manager Argo Kukk, has provided me with EM for my trials.

In addition, the whole team of agronomists working with those experiments are worth to thank: Eve Somelar, Ülle Ratassepp, Taavi Piiskoppel, Siiri Margens, Larissa Sirel and Ave Lepik.

### References

- Cakmak I. 2013. Magnesium in crop production, food quality and human health. – *Plant Soil*, 368:1–4, doi: 10.1007/s11104-013-1781-2.
- Chantal, K. Xiaohou, S., Weimu, W., Basil, T.I.O. 2010. Effects of effective microorganisms on yield and quality of vegetable cabbage comparatively to nitrogen and phosphorus fertilizers. – *Pakistan J. Nutr*, 9:1039–1042, doi: 10.3923/pjn.2010.1039.1042.
- Daiss, N., Lobo, G., Socorro, A.R., Brückner, U., Heller, J., Gonzales, M. 2008. The effect of three organic pre-harvest treatments on Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cycla* L.) quality. – *Eur. Food Res. Technol.*, 226:345–353, doi: 10.1007/s00217-006-0543-2.
- Durner, E.F. 2013 *Principles of Horticultural Physiology*. – Gutenberg Press Ltd., Tarxien, Malta, 405 p.
- Higa, T. 2012. *Kyusei Nature Farming and Environmental Management Through Effective Microorganisms - The Past, Present and Future*. – [http://www.infric.or.jp/english/KNF\\_Data\\_Base\\_Web/7th\\_Conf\\_KP\\_2.html](http://www.infric.or.jp/english/KNF_Data_Base_Web/7th_Conf_KP_2.html) Accessed on 13.12.18.
- Idris, I.I., Yousif, M.T., Elkashif, M.E., Bakara, F.M. 2008. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to application of effective microorganisms. – *Gezira J. Agr. Sci.*, 6(1), North America, 6. Oct. 2012. <http://journals.uofg.edu.sd/index.php/GJAS/article/view/4>. Accessed 06.04.2013
- In-Ho, H., Ji-Hwan, K. 2012. Study on Plant Growth Hormones. <http://www.futuretechtoday.com/em/study.htm> Accessed on 25.05.18.
- Javaid, A. 2010. Beneficial Microorganisms for Sustainable Agriculture. – In: Lichtfouse E. (Eds) *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming. Sustainable Agriculture Reviews*, vol 4. – Springer, Dordrecht, pp. 347–369.
- Javaid, A., Bajwa, R. 2011. Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, modulation, and nutrition of mung bean. – *Turk. J. Agric. For.*, 35:443–452, doi: 10.3906/tar-1001-599.
- Nakano, Y. 2007. Effects of Effective Microorganisms™ on the growth of *Brassica rapa*.

- <http://ebookbrowse.com/effects-of-effective-microorganisms-tm-on-the-growth-of-brassica-rapa-pdf-d18075139> Accessed on 11.09.18.
- Ncube, L., Minkeni, P.N.S., Brutsch, O. 2011. Agronomic suitability of effective micro-organisms for tomato production. – *Afr. J. Agric. Res.*, 6:650–654, doi: 10.5897/AJAR10.515.
- Olle, M. 2013. The Effect of Effective Microorganisms (Em) on the Yield, Storability and Calcium Content in Swede. – *International Plant Nutrition Colloquium and Boron Satellite Meeting Proceeding Book: International Plant Nutrition Colloquium and Boron Satellite Meeting, Istanbul/Turkey, 19–23 August 2013*. Sabanci University, 714–715.
- Olle, M. 2015. Effective microorganisms influences vegetables and soybeans production. – LAP LAMBERT Academic Publishing. 88 p.
- Olle, M., Williams, I.H. 2013. Effective microorganisms and their influence on vegetable production – a review. – *J. Hortic. Sci. Biotech.*, 88(4):380–386, doi: 10.1080/14620316.2013.11512979.
- Olle, M., Williams, I.H. 2015. The Influence of Effective Microorganisms on the Growth and Nitrate Content of Cucumber and Squash Transplants. – *J. Adv. Agric. Technol.*, 2(1):25–28, doi: 10.12720/joaat.2.1.25-28.
- Puranapong, N., Sipuhang, C. 2001. Utilization of manures fermented with EM (effective microorganism) in vegetable. – In: *Proceedings of the 3rd Maejo University Annual Conference*. Maejo University, Chiang Mai, Thailand, 120–126.
- Zahoor, S., Ahmed, M.S., Abbasi, N.A. 2003. Effect of phosphorus levels and effective microorganisms on seed production in cabbage (var. Capitata). – *Sarhad J. Agric.*, 19: 193–197.



## SHORT COMMUNICATION: THE INFLUENCE OF VERMICOMPOST BASED SUBSTRATES ON BASIL GROWTH AND NUTRIENT CONTENT

Margit Olle

Estonian Crop Research Institute, J. Aamissepa 1, Jõgeva alevik, 48309, Estonia

Saabunud: 07.01.2019  
Received:  
Aktsepteeritud: 23.05.2019  
Accepted:

Avaldatud veebis: 23.05.2019  
Published online:

Vastutav autor: Margit Olle  
Corresponding author:  
E-mail: margit.olle@gmail.com

**Keywords:** basil, growth, nutrient content, substrates, vermicompost.

doi: 10.15159/jas.19.02

**ABSTRACT.** Vermicompost produced by earthworms is rich in macro- and micronutrients, vitamins and growth hormones, which are all needed for successful plant growth. The influence of vermicompost based growth substrates on basil (*Ocimum basilicum* L.) growth and nutrient content was assessed. Treatments were: 1. 30% vermicompost, peat, sand, dolomite stone; 2. 25% vermicompost, peat, gravel, perlite; 3. 25% vermicompost, peat, gravel, light gravel, 4. commercially available growth medium, or 5. 20% vermicompost and organic matter rich clay soil. Basil growth was best with treatments 1 and 2. Nutrient content of basil was best in treatment 3. The best growth substrate for basil production is treatment 1, based on growth results, while based on nutrient analysis when basil is used in medicine, the right treatment is 3: 25% vermicompost, peat, gravel, light gravel.

© 2019 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2019 Estonian Academic Agricultural Society.

### Introduction

Vermicomposting is the "biooxidation and stabilization of organic material involving the joint action of earthworm and mesophilic microorganisms" (Barik *et al.*, 2011). Vermicompost produced by earthworms is rich in macro- and micronutrients, vitamins, growth hormones, the enzymes protease, amylase, lipase, cellulase and chitinase, and immobilized microflora (Barik *et al.*, 2011).

Disposal of organic wastes from domestic, agricultural and industrial sources has caused increasing environmental and economic problems and technologies to address this problem have been developed (Dominguez, Edwards, 2004). The use of earthworms to convert waste to a useful product has been established (Adhikary, 2012). Worm casting (also known as worm cast or vermicast) is a biologically active material containing bacteria, enzymes, and remnants of plant materials not digested by worms. Castings contain slow released nutrients that are readily available to plants.

Advantages of castings are:

1. They have high plant growth regulating activity.
2. The ability to develop biological resistance in plants.
3. The ability to minimize pests attack.
4. The ability to suppress plant disease.
5. The possibility to produce Vermimeal.

Vermicompost reduced amount of water for irrigation, reduced pest attack, reduced termite attack in farm soil, reduced weed growth, increased the time of seed germination, improved seedling growth and development, improved the number of fruit per plant (in vegetable crops), and improved taste and texture of vegetables (Sinha *et al.*, 2009).

The purpose of the work was to assess the influence of vermicompost based growth substrates on basil (*Ocimum basilicum* L.) growth and nutrient content. It was important because of vermicompost produced by earthworms is rich in macro- and micronutrients, vitamins and growth hormones, which are all needed for successful plant growth.

### Materials and Methods

The experiments were carried from December 2015 to February 2016 a glass greenhouse belonging to K. Compos company. The green basil cv. Genovese was used.

Treatments were with proprietary products [K. Compos company (Kõmsi tee 17, Kõmsi küla, Hanila vald, Läänemaa 90102, Estonia)] under brand name USSIMO (www.ussimo.eu) but generally comprised of:

1. 30% vermicompost, peat, sand, dolomite stone;
2. 25% vermicompost, peat, gravel, perlite;





3. 25% vermicompost, peat, gravel, light gravel;
4. locally, commercially available, growing medium containing peat, chicken manure and wood;
5. 20% vermicompost and organic matter rich clay soil.

Company K. Compos do not want to give accurate recipes as it remains their property right. The composition of the growing mixes were determined (Table 1). The Nitrogen is determined according to Kjeldahl in soil (Tecator ASN 3313 AOAC 2001.11). The available Phosphorus is determined in soil by Flow

Injection Analysis (AL method). From the same solution, the available Potassium is determined in soil by Flame Photometric Method (AL method). The Magnesium is determined in soil by Flow Injection Analysis (Tecator ASTN 90/92). From the same solution, the available Calcium is determined in soil by Flame Photometric Method. Organic matter is determined by loss on ignition method. The pH of the soil is determined in a 1 N KCL solution. Soil and solution ratio 10 g : 25 ml.

**Table 1.** Analyses of substrates used for treatments

| Treatment <sup>a</sup> | pH <sub>KCl</sub> | N (%) | P (mg·kg <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup> | K (mg·kg <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup> | Ca (mg·kg <sup>-1</sup> ) | Mg (mg·kg <sup>-1</sup> ) | Organic matter (%) |
|------------------------|-------------------|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1                      | 6.56              | 1.005 | 2689.2                                | 5029.1                                | 2656.5                    | 2193.6                    | 29.61              |
| 2                      | 6.79              | 0.305 | 684.0                                 | 2423.4                                | 2303.3                    | 572.2                     | 11.80              |
| 3                      | 6.48              | 0.370 | 859.3                                 | 2638.2                                | 2131.4                    | 626.0                     | 13.53              |
| 4                      | 5.58              | 0.968 | 936.3                                 | 2478.6                                | 4887.1                    | 1066.2                    | 76.44              |
| 5                      | 6.71              | 0.690 | 1347.1                                | 2469.2                                | 2691.7                    | 792.3                     | 12.68              |

<sup>a</sup> 1 – 30% vermicompost, peat, sand and if needed dolomite stone; 2 – 25% vermicompost, peat, gravel, perlite; 3 – 25% vermicompost, peat, gravel, light gravel; 4 – locally available, proprietary growth substrate, 5 – 20% vermicompost and organic matter rich clay soil.

<sup>b</sup> AL-method.

Seed were sown in 5 boxes with each treatment in 1 box. Boxes were 40×25 cm. In each box were 4 rows (those were replications), each row consisted of 8 plants (plants per one replication). The first experiment was sown on 5 December 2015 into each medium and plants harvested on 3 January 2016. Seed in the second experiment were sown on seven of January 2016 and plants harvested on 2 of February 2016.

Plants were grown with continuous light from high-pressure sodium lamps with light intensity of 380 lumens. A minimum day and night temperature of 23–24 °C was maintained. Ten plants in each replication were used for measurements. At the end of experiments shoot, height and root lengths were determined and number of leaves counted. Nitrogen content was determined according to the Copper Catalyst Kjeldahl Method (984.13). Phosphorous determination was carried through in Kjeldahl Digest by Fiastar 5000 (AN 5242; Stannous Chloride method, ISO/FDIS 15681). Potassium determination was with flame photometry (956.01). Calcium content was with the o-Cresolphthalain Complexone method (ISO 3696, in Kjeldahl Digest by Fiastar 5000). Magnesium determination was by Fiastar 5000 (ASTN90/92; Titan Yellow method).

Analyses of variance were carried out on the data obtained using the programme Agrobases. Fisher's LSD test was run on data.

## Results

Treatment affected shoot and root lengths, and numbers of leaves (Table 2). Shoot and root lengths were shortest in treatment 5. The most leaves were produced in treatments 1 and 2. Nutrient content was affected differently by treatment (Table 3). The content of nitrogen was lowest in treatment 2; phosphorus content was not affected by treatment; potassium was highest in treatments 1 and 3, and lowest in treatment 5; calcium was lowest in treatments 1 and 2 and highest

in treatments 4 and 5, and magnesium was lowest in treatment 2 and highest in treatments 3 and 5.

**Table 2.** Lengths of roots and shoots (cm), and number of leaves of basil as affected by treatment.

| Treatment <sup>a</sup> | Root length |                | Shoot length |     | Number of leaves |     |
|------------------------|-------------|----------------|--------------|-----|------------------|-----|
|                        | average     | s <sup>b</sup> | average      | s   | average          | s   |
| 1                      | 6.8         | 1.7            | 7.3          | 1.2 | 5.9              | 0.4 |
| 2                      | 6.5         | 1.4            | 5.9          | 1.1 | 5.9              | 0.8 |
| 3                      | 6.1         | 1.9            | 6.9          | 1.5 | 5.4              | 0.9 |
| 4                      | 6.1         | 1.2            | 5.6          | 1.2 | 4.7              | 1.0 |
| 5                      | 3.8         | 1.0            | 3.5          | 0.9 | 4.0              | 0.2 |
| P                      | ***         |                | ***          |     | ***              |     |
| LSD (P = 0.05)         | 2.77        |                | 1.96         |     | 0.03             |     |

Used sign: \*\*\* p<0.001.

<sup>a</sup> 1 – 30% vermicompost, peat, sand and if needed dolomite stone; 2 – 25% vermicompost, peat, gravel, perlite; 3 – 25% vermicompost, peat, gravel, light gravel; 4 – Locally available, proprietary growth substrate, 5 – 20% vermicompost and organic matter rich clay soil).

<sup>b</sup> s – standard deviation.

**Table 3.** The average contents of N, P, K, Ca and Mg (%) in basil leaves dry matter according to treatments

| Treatment <sup>a</sup> | N    | P    | K    | Ca   | Mg   |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| 1                      | 3.0  | 0.6  | 6.9  | 0.67 | 0.45 |
| 2                      | 1.9  | 0.6  | 5.2  | 0.69 | 0.39 |
| 3                      | 2.9  | 0.7  | 8.1  | 1.07 | 0.61 |
| 4                      | 2.5  | 0.7  | 4.3  | 1.52 | 0.47 |
| 5                      | 2.8  | 0.6  | 3.6  | 1.50 | 0.68 |
| P                      | *    | NS   | ***  | ***  | **   |
| LSD (P = 0.05)         | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.04 |

Used signs: \*\*\* P < 0.001; \*\* P < 0.01; \* P < 0.05; NS not significant, P > 0.05.

<sup>a</sup> 1 – 30% vermicompost, peat, sand and if needed dolomite stone; 2 – 25% vermicompost, peat, gravel, perlite; 3 – 25% vermicompost, peat, gravel, light gravel; 4 – Locally available, proprietary growth substrate, 5 – 20% vermicompost and organic matter rich clay soil).

## Discussion

In present investigation the growth of basil plants in vermicompost containing substrates were enhanced: shoot and root lengths and numbers of leaves increased compared to control (commercially available substrate). The reason can be that vermicompost contains a high proportion of humic acids, fulvic acids and humin which provide numerous sites for chemical reaction; microbial components known to enhance plant growth and disease suppression through the activities of bacteria, yeast (*Sporobolomyces* and *Cryptococcus*) and *Trichoderma*, and the chemical antagonists phenols and amino acids (Theunissen *et al.*, 2010). Differences in growth were attributed mainly to differences in nutrient content of the potting mixes, but some changes in physical and biological properties of the substrate could also be responsible (Tringovska, Dintcheva, 2012). Vermicompost has been reported to increase seed germination, stem height, number of leaves, leaf area, leaf dry weight, root length, root number, total yield, number of fruit/plant (Joshi *et al.*, 2015).

Vermicompost based substrates have positive effects on plant nutrition as was seen in present investigation by nitrogen and potassium elements, which therefore can have positive effects on plant nutrition, photosynthesis, and chlorophyll content of leaves (Theunissen *et al.*, 2010). Vermicompost used as a source of organic material to supplement chemical fertilizer has been found to increase crop yield and nutrient uptake (Vijaya, Seethalakshmi, 2011). Organically grown vegetables, especially where vermicompost has been used, have increased levels of protein, minerals, vitamins and antioxidants than their counterparts grown of synthetic fertilizer (Sinha, 2012). Vermicompost increase nutritional quality of some vegetable (Adhikary, 2012). Vermicompost appears to be beneficial for horticultural production without synthetic chemicals (Sinha *et al.*, 2013) and this is the case for basil.

Vermicompost contains plant nutrients including N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu and B, the uptake of which has a positive effect on plant nutrition, photosynthesis, the chlorophyll content of the leaves and improves the nutrient content of the different plant components (roots, shoots and the fruits). Therefore, plants in present investigation had enhanced growth. The high percentage of humic acids in vermicompost contributes to plant health, as it promotes the synthesis of phenolic compounds such as anthocyanin's and flavonoids which may improve the plant quality and act as a deterrent to pests and diseases (Theunissen *et al.* 2010).

According to our results of growth enhancement by using vermicompost in growth substrates, other authors explain it theoretically as following. Vermicompost is made up primarily of C, H and O and contains nutrients such as NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Ca, K, Mg, S and micronutrients which exhibit similar effects on plant growth and yield as inorganic fertilizers applied to soil. Similarly, vermicompost contains a high proportion of humic substances (that are: humic acids, fulvic acids and humin)

which provide numerous sites for chemical reaction; microbial components known to enhance plant growth and disease suppression through the activities of bacteria (*Bacillus*), yeasts (*Sporobolomyces*) and *Cryptococcus* and fungi (*Trichoderma*), as well as chemical antagonists such as phenols and amino acids (Theunissen *et al.*, 2010).

The discussion about vermicompost influence on plants growth and quality can be concluded in following way: Earthworms and vermicompost can boost horticultural production without agrochemicals. It will provide several social, economic and environmental benefits to the society by way of producing "chemical-free" safe, "nutritive and health protective" (rich in minerals and antioxidants) foods (even against some forms of cancers) for the people; salvaging human wastes and replacing the dangerous "agrochemicals" from the face of earth. The use of vermicompost in farms also "sequester" huge amounts of atmospheric carbon (assimilated by green plants during photosynthesis) and bury them back into the soil improving the soil fertility, preventing erosion or compaction and also reducing greenhouse gas and mitigating global warming (Sinha *et al.*, 2013).

## Conclusions

Based on the results of the experiments the best substrates to grow basil were 1 (30% vermicompost, peat, sand, dolomite stone) and 3 (25% vermicompost, peat, gravel, light gravel).

## Acknowledgements

Experiments were financed by Estonian K. Compos Company.

## Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

## Author contributions

MO contributed to the design and implementation of the research, to the analysis of the results and to the writing of the manuscript.

## References

- Adhikary, S. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: A review. – *Agric. Sci.*, 3:905–917, doi: 10.4236/as.2012.37110.
- Barik, T., Gulati, J.M.L., Garnayak, L.M., Bastia, D.K. 2011. Production of vermicompost from agricultural wastes: A review. – *Agric. Reviews* 31(3): 172–183.
- Dominguez, J., Edwards, C.A. 2004. Vermicomposting organic wastes: a review. – In: *Soil zoology for sustainable development in the 21st century*. S.H. Shakir, W.Z.A. Mikhail (Eds.). Cairo, pp. 369–395.
- Joshi, R., Singh, J., Vig, A.P. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. – *Rev.*

- in Environ. Sci. Bio., 14(1):137–159, doi: 10.1007/s11157-014-9347-1.
- Sinha, R.K., Herat, S., Chauhan, K., Valani, D. 2009. Earthworms vermicompost: a powerful crop nutrient over the conventional compost & protective soil conditioner against the destructive chemical fertilizers for food safety and security. – Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci., 5(S):14–22.
- Sinha, R.K. 2012. Organic farming by vermiculture: producing chemical-free, nutritive and health protective food for the society. Tomsk State University Journal. Biology, 4(20):55–67.
- Sinha, R.K., Soni, B.K., Agarwal, S., Shankar, B., Hahn, G. 2013. Vermiculture for organic horticulture: Producing chemical-Free, nutritive and health protective foods by Earthworms. – Agric. Sci. 1(1):17–44.
- Theunissen, J., Ndakidemi, P.A., Laubscher, C.P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. – Int. J. Phys. Sci. 5(13):1964–1973.
- Tringovska, I., Dintcheva, T. 2012. Vermicompost as substrate amendment for Tomato transplant production. – Sustain. Agric. Res., 1(2):115–122, doi: 10.5539/sar.v1n2p115.
- Vijaya, K.S., Seethalakshmi, S. 2011. Response of Eggplant (*Solanum melongena* L.) to integrated nutrient management amended soil. – International J. Sci. & Eng. Res., 2(8):1–8.



## ÜLEVAADE: PÕLLUMAJANDUSLIKU MASINAPARGI ARENGUD EESTIS AJAVAHEMIKUL 2010–2018

### REVIEW: TRENDS IN THE PARK OF AGRICULTURAL MACHINERY IN ESTONIA IN THE PERIOD 2010–2018

Jüri Olt, Risto Ilves, Arne Kiiüt

*Eesti Maaülikool, Tehnikainstituut, Biotehnoloogiate õppetool, Fr. R. Kreutzwaldi 56, 51006 Tartu*

Saabunud: 08.04.2019  
Received:  
Aktsepteeritud: 06.06.2019  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 12.06.2019  
Published online:

Vastutav autor: Jüri Olt  
Corresponding author:  
E-mail: jyri.olt@emu.ee

**Keywords:** tractor, combine harvester, engine power, productivity.

**ABSTRACT.** The aim of the current research is to provide an overview of the trends in the park of agricultural machinery in Estonia during the period 2010–2018. For this purpose, data obtained from the registers of Agriculture and Transport of Statistics Estonia have been used. The article outlines, firstly, changes in the number of agricultural holdings by the size of arable land and growing area of grain, secondly, changes in the number of tractors and grain harvesters, including the number of new tractors and harvesters sold over the years, thirdly, the preferences of holdings for tractors and grain harvesters, and fourthly, the categorization of new tractors and grain harvesters by the manufacturing company in the given time period. What is more, developments concomitant with trends in the park of agricultural machinery have been described.

doi: 10.15159/jas.19.04

© 2019 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2019 Estonian Academic Agricultural Society.

### Sissejuhatus

Nii traktor kui ka teraviljakombain on taimekasvatuse tehnoloogilisi arengutrende tugevalt mõjutavad tehnilised vahendid. Põllumajandusliku masinapargi arenguid 21. sajandi Euroopas prognoosis oma ülevaates Hohenheimi ülikooli professor Heinz Dieter Kutzbach (2000), kes leidis, et masinapark muutub masinate tootlikkuse suurenemise ja masinate üldarvu vähendamise ning täppisviljeluse evitamise suunas.

Traktoripargi arenguid Eestis ajavahemikul 1980–2010 on reas publikatsioonides käsitletud Eesti Maaülikooli õppejõud Ülo Traat† (2008a,b; 2009; 2011 a,b,c). Ülo Traadi (2008a) artiklist selgub, et 2007. aasta andmetel oli traktorimarkidest kõige populaarsem MTZ, mis moodustas 44,3% traktorite koguarvust. Populaarsuselt järgmised olid sel ajal T-25, T-40, mis moodustasid kokku 34,2% ja Valtra kui esimene mitte nõukogude päritolu traktorimark Eestis umbes 5% traktorite koguarvust. Veel selgus, et Eesti traktoripark oli suhteliselt vana, alla 10 aasta vanuseid traktoreid oli vähe, vaid 11,4% üldarvust, ning väga vanu traktoreid, mille vanus oli üle 20 aasta, oli umbes 46,7%.

Tulenevalt tehnika arengust on traktorite ja teraviljakombainide pargid, eelkõige masinate arv ja võimekus aja jooksul muutunud (Miu jt, 1997; Kutzbach, 2000;

Miu, 2015), aga ka tulenevalt riikide sotsiaalmajanduslikest arengutest (Pawlak jt, 2002; Olt jt, 2010). Üldine trend on olnud selline, et alates 1965. aastast, kui toodeti ja võeti Lääne-Euroopas kasutusele rekord-arv teraviljakombaine, üle 60 000 masina, on teraviljakombainide mootorivõimsus ja tootlikkus aasta-aastalt suurenenud ja nende aastane müügiarv sellest tulenevalt vähenenud. Analoogne trend on toimunud traktoritega, müügiarvud on vähenenud, mootorivõimsused on suurenenud. Siit küsimus, kas see trend on olnud omane ka Eesti põllumajandusliku masina-traktoripargi arengu puhul?

Põllumajandusliku tootmise tingimustelt on Balti- ja Põhjamaad küllalt sarnastes kliimaoludes ning olulisi erinevusi ei ole ka põllumajandusliku tootmise traditsioonides. Samal ajal on nende riikide põllumajanduslik tootmine ja tehnoloogiline tase olnud üsna erinev. Põhjamaade põllumajandus on pikka aega arenenud stabiilsetes tingimustes ning tootmisse ja masinapargi arendusse on tehtud pikaajalisi investeeringuid. Eesti, Läti ja Leedu on seevastu pärast taasiseseisvumist 1991. aastal läbi teinud väga radikaalsed põllumajandusreformid. Enne 1991. aastat oli Eestis tegemist põllumajandusliku suurtootmisega, peamiselt kolhooside ja sovhooside näol, mis pärast 1991. aastat osaliselt



lagunes ja killustus ning muutis omandivormi. Näiteks 10 aastat pärast iseseisvumist ehk 2001. aastal oli Eestis teraviljakasvatusega tegelevate majapidamiste arv 20 542 (Statistikaameti andmebaas. PMS105), kusjuures teravilja kasvupinna keskmine suurus ühe majapidamise kohta oli 13,3 ha, kuid 2016. aastaks oli see kahanenud 4985 majapidamiseni (tabel 1), kusjuures nende teravilja kasvupinna keskmine suurus oli suurenenud 70,9 ha-ni. Sel perioodil toimus majapidamiste aktiivne ühinemine. 2001. aastal oli Eestis üle 100 ha suuruseid majapidamisi kokku 466 teraviljapõllupinnaga 148 125 ha, mille järgi selliste majapidamiste teraviljapõldude keskmine suurus oli 317,9 ha.

**Tabel 1.** Põllukultuuride kasvupind Eestis  $\times 10^3$  ha ajavahemikul 2010–2018 (Statistikaameti andmebaas)

**Table 1.** The growing area of agricultural crops in Estonia  $\times 10^3$  ha in the period 2010–2018 (Statistics Estonia)

| Aasta<br>Year                        | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pindala<br>Area,<br>$\times 10^3$ ha | 602,0 | 585,3 | 568,8 | 590,2 | 608,4 | 614,0 | 672,9 | 665,0 | 668,9 |

Statistikaameti andmebaasist (PM03) nähtub, et põllukultuuride kasvupind Eestis (tabel 1) suureneb, üha rohkem võetakse kasutusse põllumajanduslikust tootmisest varem välja jäetud maid.

Üle 1000 ha teravilja kasvupinnaga majapidamiste kohta 2001. aastal andmed puuduvad, aga juba 2010. aastal oli üle 1000 ha teravilja kasvupinnaga majapidamisi 18 2013. aastal 24 ja 2016. aastal 26 (tabel 2). 2016. aastal oli neis 26 majapidamises teravilja kasvupinda kokku 42 375 ha, kusjuures kasvupind oli suurenenud keskmiselt juba 1630 ha-ni.

**Tabel 2.** Põllumajanduslike majapidamiste arv teravilja kasvupinna suurusklassi järgi ajavahemikul 2001–2016 Statistikaameti andmebaas: PM109)

**Table 2.** The number of agricultural holdings by the size of the growing area of grain in the period 2001–2016 (Statistics Estonia. PM109)

| Kasvupinna<br>suurusklass<br>Size of growing<br>area | 2001   | 2010 | 2013 | 2016 |
|------------------------------------------------------|--------|------|------|------|
| Kokku / Total                                        | 20 542 | 5728 | 5468 | 4985 |
| 0...<1                                               | 5720   | 704  | 577  | 477  |
| 1...<2                                               | 3947   | 628  | 482  | 353  |
| 2...<5                                               | 4050   | 1037 | 886  | 740  |
| 5...<10                                              | 2936   | 843  | 776  | 742  |
| 10...<20                                             | 1897   | 691  | 730  | 567  |
| 20...<30                                             | 653    | 343  | 394  | 323  |
| 30...<50                                             | 495    | 404  | 389  | 377  |
| 50...<100                                            | 378    | 425  | 467  | 477  |
| >100                                                 | 466*   | 653  | 768  | 930  |
| 100...<300                                           | –      | 425  | 506  | 630  |
| 300...<500                                           | –      | 127  | 142  | 161  |
| 500...<1000                                          | –      | 83   | 96   | 113  |
| >1000                                                | –      | 18   | 24   | 26   |

Märkus: \*alates 2010. aastast on suurusklass vähemalt 100 ha andmed avaldatud detailsemalt

Tendentsid teravilja kasvatavate majapidamiste arvu ja kasvupinna muutumise osas (tabel 2) on samasugused nagu need olid ajavahemikul 2001–2007 (Tamm jt, 2010), kuid muutused toimuvad üha kiirenevas tempos.

Sellised muutused teraviljakasvatavate arvu ja kasvupinna osas on mõjutanud tugevalt põllumajandusliku masinapargi kujunemist.

Kuni aastani 2009 on põllumajandusliku masinapargi kujunemist Eestis juba varem uuritud (Olt jt, 2011). Antud töö eesmärgiks oli anda ülevaade traktori- ja teraviljakombainipargi kujunemisest Eestis sellele järgneval perioodil, täpsemalt ajavahemikul 2010–2018.

## Materjal ja meetodika

Eesti Vabariigis registreeritud põllumajandusettevõtete traktori- ja teraviljakombainipargi suuruse muutumise dünaamika uurimiseks on kasutatud peamiselt Statistikaameti, täpsemalt selle liiklusregistris arvel olevate liikurmasinate (traktorid, laadurid, kombainid) ja traktorihaagiste andmeid seisuga 31. detsember 2018 (kasutatud on ainult traktorite ja teraviljakombainide andmeid), aga ka masinate müügiesindustest kogutud müügiandmeid.

Liiklusregistrist saadi traktorite ja teraviljakombainide koguarvud, uute traktorite ja kombainide arvud ja esmaselt registreeritud traktorite ja kombainide arvud aastate lõikes. Nende andmete baasil on võimalik määrata liiklusregistrist kustutatud traktorite ja kombainide arvu aastate lõikes.

Liiklusregistrist ja masinate müügiesindustest koguti uute müüdüd traktorite ja kombainide mootorivõimsused ja kombainide heedrite töölaadused, mille alusel leiti keskmised parameetrid vaadeldavate aastate lõikes.

Kuna liiklusregistrisse kantakse kõik traktorid, kaasa arvatud väike- ja minitraktorid, mis teraviljakasvatases suurt tähtsust ei oma, siis parema selguse huvides on antud artiklis traktorid liigitatud võimsusklassidesse järgnevalt:

- 1) kuni 59 hj (kuni 44 kW)
- 2) 60–100 hj (45–75 kW)
- 3) 101–150 hj (76–112 kW)
- 4) 151–200 hj (113–149 kW)
- 5) 201–270 hj (150–202 kW)
- 6) 271–330 hj (203–246 kW)
- 7) üle 330 hj (üle 247 kW)

Masinate tootjate kodulehtedelt on võetud traktorite ja kombainide tehnilisi andmeid. Lisaks liiklusregistri andmetele on kasutatud masinapargi arengute analüüsimisel kirjanduse andmeid. Analüüsis jäetakse arvestamata kuni 59 hj võimsusklassi traktorite müügiandmed.

## Tulemused ja arutelu

**Traktorid.** Traktorite üldarv Eestis 2001. aastal oli 52 441. Järgnevatel aastatel hakkas see number vähenema, kuni 2007. aastani, mil liiklusregistrisse jäi arvele 20 547 traktorit. See võis tuleneda füüsiliselt ja moraalsetelt amortiseerunud traktorite maha kandmisest registrist ning traktoripargi uuendamise soovist ja võimalusest. Alates 2008. aastast on traktorite üldarv, aga ka uute traktorite ost kasvutrendis kuni viimase ajani (Statistikaameti andmebaas. TS33). 2017. ja 2018. esmaselt registreeritud traktorite (Statistikaameti andmebaas. TS331), sealhulgas uute traktorite ost on olnud suhteliselt stabiilne (tabel 3).

**Tabel 3.** Liiklusregistris arvel olevate traktorite arv aastatel 2010–2018**Table 3.** The number of tractors registered in the Traffic Register in the period 2010–2018

| Näitaja / Indicator                                                                            | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| Ratastraktorite koguarv / Total number of tractors                                             | 24 149 | 25 342 | 26 263 | 27 202 | 27 833 | 28 336 | 28 914 | 29 695 | –    |
| sh roomiktraktorid / Crawler tractor                                                           | 22     | 23     | 23     | 25     | 28     | 29     | –      | –      | –    |
| Esmaselt registreeritud ratastraktorid<br>Number of tractors delated from the Traffic Register | 431    | 761    | 772    | 884    | 704    | 650    | 724    | 1039   | 1073 |
| Uued traktorid / Number of new tractors                                                        | 296    | 580    | 596    | 737    | 545    | 517    | 619    | 944    | 973  |

Joonisel 1 on toodud üle 45 kW (60 hj) mootorivõimsusega uute traktorite müügidünaamika perioodil 2012–2018 (liiklusregistris 2010. ja 2011. a kohta andmed puuduvad) ja joonisel 2 nende jagunemine võimsusklasside kaupa (liiklusregistris puuduvad võimsust puudutavad andmed varasematel aastatel registreeritud traktorite kohta).

Jooniselt 1 nähtub, et uute traktorite müügiarvud varieeruvad aastate lõikes, kuid tendents on müügiarvude vähenemise suunas – 2012. a registreeriti 501 üle 45 kW (60 hj) traktorit, kuid 2018. a ainult 398 traktorit (liiklusregistris 2010. ja 2011. a kohta andmed puuduvad).

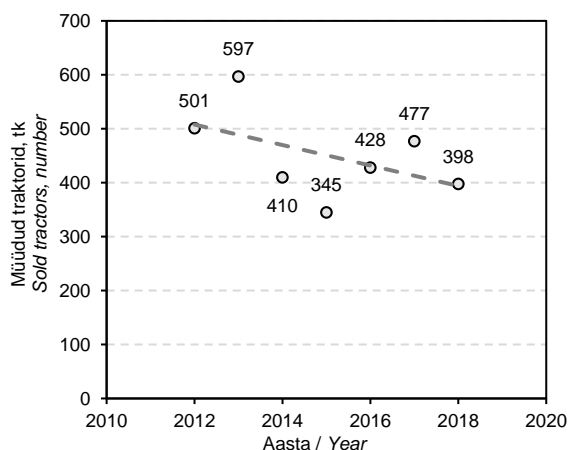
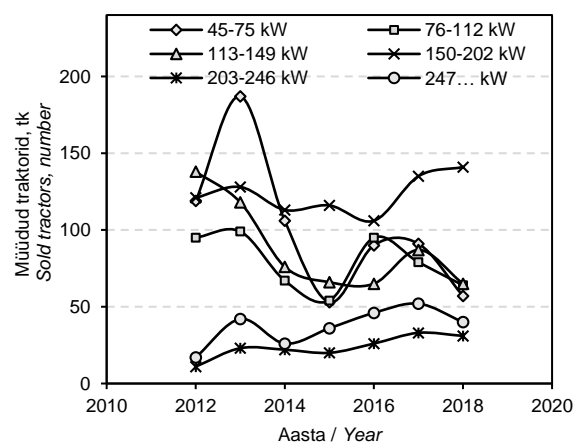
Jooniselt 2 on näha, et traktorite müügiarvud võimsusklasside lõikes varieeruvad veelgi rohkem kui üldised müüginumbrid (joonis 1), kui on märgata, et aasta-aastalt eelistatakse suurema võimsusklassi masinaid. Eriti hästi paistab see tendents välja joonisel 3, kus on toodud aastate lõikes müüdnud traktorite keskmine võimsus. Seega, traktorite võimsuse suurenemine toob kaasa nende müügiarvude vähenemise. Suurema võimsusega traktorite eelistamine on tingitud suurema tootlikkusega mitmefunktsiooniliste põimmasinate kasutuselevõttust (sh otsekülvikud jm), mille energiatarve on mõnevõrra suurem. Liiklusregistris on märgitud registreeritud traktorite tootja, mis annab võimaluse

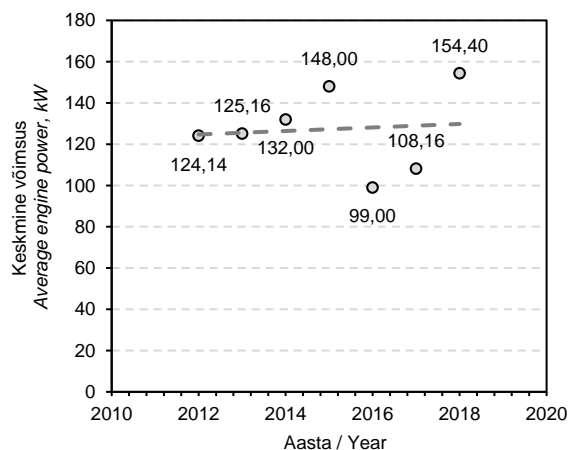
välja tuua jagunemise nende vahel (tabel 4) ning hinnata eelistusi turul.

Tabelist 4 nähtub, et perioodil 2010–2018 enim müüdnud tootjamärk oli New Holland (NH), mis edestab John Deere (JD) 50 ning Valtrat 140 müüdnud traktori võrra. Varasemal perioodil (Traat, 2008a) juhtivaks tootjamärgiks olnud MTZ on nüüdseks oma juhtrolli kaotanud. Uute traktorite müük varieerub aastate lõikes. Selle põhjused on erinevad – maailmamajanduse olukord, turusituatsioon, ilmastik, keskkonnanõuded, müügikampaaniad. Samuti on märgata markide müügiaktiivsuse muutusi müügifirma vahetuse korral. Näiteks, John Deere traktorite müügiesindus vahetus 2015. aastal, Case traktoritel 2014. aastal, Zetoril 2017. aastal.

Erinevate võimsusklassidega traktorite osatähtsus (tabel 5) samal aastal müüdnud traktorite hulgas varieerub, kusjuures erinevate võimsusklasside eelistused traktorimarkide osas ei kattu (joonis 4).

Kuna traktorite võimsusklassid 150 kW (201 hj) ja enam on kujunenud kõige suurema osatähtsusega ehk nende võimsusklasside masinaid eelistatakse üha enam võrreldes väiksematega, siis parema selguse huvides on joonisel 4 toodud enim müüdnud tootjamärkide müügiaktiivsuse võrdlus aastatel 2015–2018.

**Joonis 1.** Üle 45 kW võimsusega uute traktorite registreeringud ajavahemikul 2012–2018**Figure 1.** Registration of new tractors which engine power exceeds 45 kW in the period 2012–2018**Joonis 2.** Uute traktorite jagunemine võimsusklasside kaupa ajavahemikul 2012–2018**Figure 2.** The categorization of new tractors by their engine power in the period 2012–2018



**Joonis 3.** Uute registreeritud traktorite (45 kW/60 hj ja suuremad) keskmise võimsuse dünaamika aastatel 2012–2018

**Figure 3.** The dynamics of average power of new registered tractors (45 kW/60 hp and over) in the period 2012–2018

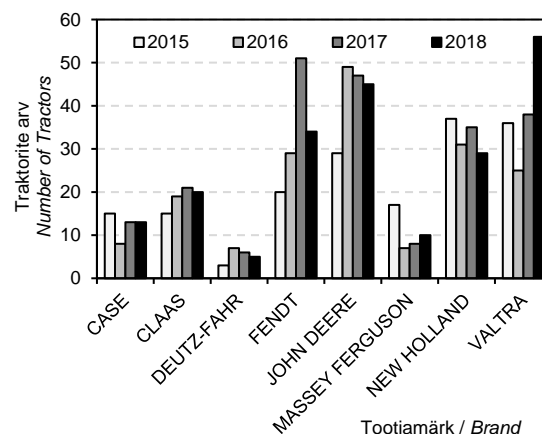
**Tabel 4.** Uute traktorite jagunemine markide järgi ajavahemikul 2010–2018

**Table 4.** The categorization of new tractors by the brand in the period 2010–2018

| Tootja-<br>märk<br>Brand | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | Kok-<br>ku<br>Total |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| NH                       | 49   | 93   | 122  | 140  | 106  | 77   | 65   | 77   | 67   | 796                 |
| JD                       | 44   | 101  | 116  | 124  | 72   | 55   | 82   | 84   | 68   | 746                 |
| Valtra                   | 65   | 96   | 89   | 70   | 73   | 57   | 54   | 80   | 72   | 656                 |
| Fendt                    | 20   | 43   | 25   | 40   | 30   | 22   | 49   | 64   | 50   | 343                 |
| Case                     | 9    | 27   | 48   | 72   | 27   | 26   | 32   | 22   | 33   | 296                 |
| Claas                    | 15   | 25   | 42   | 19   | 18   | 21   | 39   | 31   | 30   | 240                 |
| MF                       | 19   | 29   | 23   | 40   | 22   | 26   | 11   | 17   | 23   | 210                 |
| Zetor                    | 10   | 14   | 17   | 16   | 26   | 11   | 22   | 9    | 9    | 134                 |
| DF                       | 5    | 5    | 6    | 6    | 8    | 9    | 15   | 21   | 17   | 92                  |
| MTZ                      | 13   | 34   | 1    | 18   | 3    | 4    | 13   | 2    | 0    | 88                  |

Kuna traktorid on peamiselt veomasinad ehk vedukid, siis nende ülesanne on vedada ja käitada erinevaid põllutöomasinaid. Põllutöomasinad on nüüdisajal teatavasti suures osas seadistatavad ja juhitavad elektroonselt ehk need on kujunenud mehhatroonilisteks masinateks. Sellest tulenevalt tehti eelmise sajandi lõpus algust andmesidevõrgu ISOBUS arendamisega traktori ja põllutöomasina vahel, mida arendatakse seniajani (Kortenbruck jt, 2017; Tumenjargal jt, 2018; Macron Zago jt, 2018). Andmesidevõrkude arendus on käesoleva sajandi üks valdkondi, milles juhtivad traktorite ja põllundustehnika tootjad ja arendajad on teinud ja teevad jätkuvalt tihedat koostööd (<https://www.aef-online.org/home.html>).

**Teraviljakombainid.** Teraviljakombainid erinevalt traktoritest on liikurpõimitöomasinad. Nende üldarv 2001. aastal oli 962, aga 2006. aastaks kasvas see 1235-ni, mis seejärel, 2007. aastal kahanes hüppeliselt 753 kombainini ehk kustutati registrist 482 füüsiliselt ja moraalselt amortiseerunud kombaini, sh hulgaliselt nõukogudeaegseid väheefektiivseid kombaine. Selle tulemusena vähenes kombainipargi keskmine vanus tunduvalt. Liiklusregistris arvel olevate teraviljakombainide arv artiklis käsitletaval ajaperioodil (2010–2017) on toodud tabelis 6.



**Joonis 4.** 150 kW ja suurema võimsusega traktorite müügiaktiivsuse võrdlus Eestis aastatel 2015–2018

**Figure 4.** The comparison of tractor sales activity (engine power of 150 kW and over) in Estonia in the period 2015–2018

**Tabel 5.** Traktorite osatähtsus võimsusklasside lõikes

**Table 5.** The percentage of tractors by engine power

| Traktori võimsusklass, hj/kW<br>Power class, hp/kW | Osatähtsus, %<br>Rate, % | Eelistatud tootjamärgid<br>First-brands awareness |
|----------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------|
| 60–100 hj /45–75 kW                                | 14–20                    | 1) New Holland<br>2) Deutz-Fahr<br>3) Zetor       |
| 101–150 hj /76–112 kW                              | 13–16                    | 1) John Deere<br>2) New Holland<br>3) Valtra      |
| 151–200 hj /113–149 kW                             | 16–19                    | 1) New Holland<br>2) Fendt<br>3) Massey Ferguson  |
| 201–270 hj /150–202 kW                             | 30–35                    | 1) Valtra<br>2) New Holland<br>3) John Deere      |
| 271–330 hj /203–246 kW                             | 7–8                      | 1) Fendt<br>2) John Deere<br>3) Massey Ferguson   |
| 330+ hj /247+ kW                                   | 10–12                    | 1) John Deere<br>2) Fendt<br>3) Claas             |

Tabelist 6 nähtub, et viimasel kümnendil on Eestis Autoregistri andmetel teraviljakombainide arv pidevalt suurenenud, kusjuures esmaselt registreeritud kombainide osakaal on suurenenud kuni 2013. aastani. Esmaselt registreeritud kombainide hulgas on lisaks uutele kombainidele ka järelturu kombaine eelkõige teistest riikidest, peamiselt Saksamaalt ja Soomest. 2014. aastal toimus võrreldes paari eelneva aastaga esmaselt registreeritud kombainide registreerimise oluline vähenemine. Uute kombainide osatähtsus esmaselt registreeritud kombainide hulgas oli sel perioodil küllaltki suur, ulatudes 86–95% (tabel 7).

Tabelist 7 nähtub, et uute teraviljakombainide osakaal kogu kombainipargis on väike, kuid veelgi väiksem on registrist kustutatud kombainide osakaal (tabel 6). See viitab asjaolule, et osa vanemaid teraviljakombaine on jäetud reservi, selleks, et kui peamist töötavat kombaini peaks tabama keset koristusperioodi mingi tehniline rike, siis reservis olev kombain saaks

seda koheselt asendada. Selline reserv aga hakkab pika-peale mõjutama kombainipargi keskmist vanust. Samas, aastatel 2010–2018 lisandus kombainiparki 843 kombaini ja kui arvestada, et ajavahemikul 2002–2009 veel 645 kombaini, siis praegu peaks vanim kombain Eesti kombainipargis olema hinnanguliselt 16 aasta vanune.

Seejuures on üllatav, et kui 2010. aastal oli ühe kombaini keskmiseks aastakoormuseks 286 ha, siis

2016. aastal oli see sama suur – 286 ha. Samal ajal on kombainide keskmine mootorivõimsus (tabel 7) suurenenud, samuti keskmine täismass ning heedri keskmine töölaius. Siinkohal tuleb märkida, et keskmine mootorivõimsus on ajavahemikul 2010–2017 suurenenud 33,5%, kombaini täismass 13% ning heedri keskmine töölaius 38%.

**Tabel 6.** Liiklusregistris arvel olevate teraviljakombainide arv aastatel 2010–2017

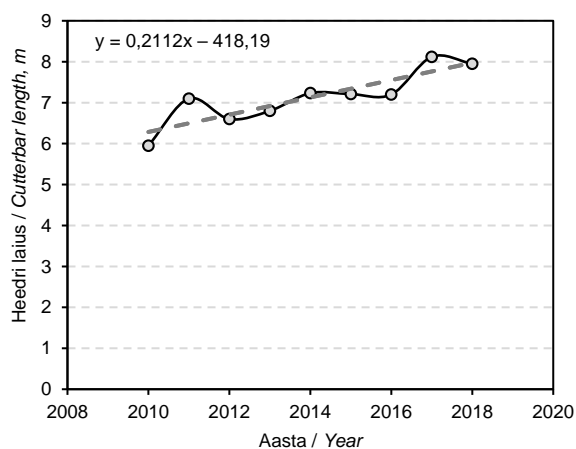
**Table 6.** The number of registered grain harvesters in the period 2010–2017

| Näitaja / Characteristic                                                                                     | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kombainide koguarv / Total number of harvesters                                                              | 986  | 1025 | 1132 | 1241 | 1276 | 1353 | 1423 | 1471 |
| Esmaselt registreeritud kombainide arv<br>Number of harvesters registered for the first time                 | 57   | 67   | 141  | 149  | 92   | 120  | 108  | 100  |
| Liiklusregistrist kustutatud masinate arv<br>Number of machines deleted from the Traffic Register            | 12   | 28   | 34   | 40   | 57   | 43   | 38   | 52   |
| Liiklusregistrist kustutatud masinate osakaal<br>Percentage of machines deleted from the Traffic Register, % | 1,2  | 2,7  | 2,9  | 3,1  | 4,3  | 3,1  | 2,6  | 3,4  |

**Tabel 7.** Uute teraviljakombainide andmed

**Table 7.** The data of new grain harvesters

| Näitaja / Characteristic                                                                                                                                    | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Uute kombainide arv / Number of new harvesters                                                                                                              | 47    | 66    | 121   | 141   | 85    | 111   | 104   | 95    |
| Uute kombainide keskmine mootorivõimsus, hj<br>Average engine power of new harvesters, hp                                                                   | 283,0 | 311,0 | 314,0 | 314,2 | 365,0 | 360,0 | 401,1 | 425,5 |
| Uute kombainide osakaal esmaselt registreeritud kombainide hulgas<br>Percentage of new harvesters in the number of harvesters registered for the first time | 86,0  | 98,5  | 85,8  | 94,6  | 92,4  | 92,5  | 96,3  | 95,0  |
| Uute kombainide osakaal kogu kombainipargis<br>Percentage of new harvesters in the total harvester fleet                                                    | 4,8   | 6,4   | 10,7  | 11,4  | 6,7   | 8,2   | 7,3   | 6,5   |

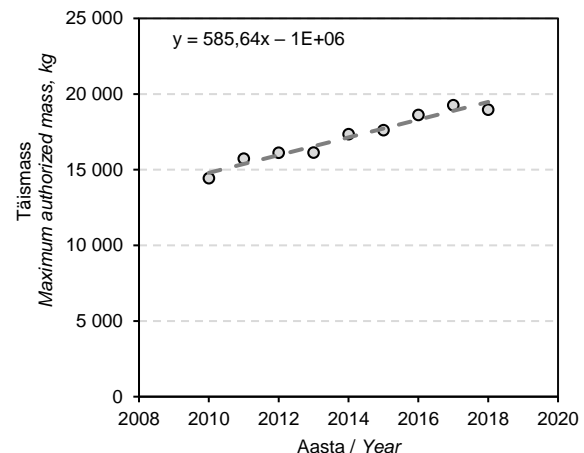


**Joonis 5.** Uute kombainide keskmine heedri laius aastatel 2010–2018

**Figure 5.** The average width of new grain harvester headers in the period 2010–2018

Tabelist 6 nähtub, et liiklusregistrist kustutatud kombainide arv on väiksem kui registrisse kantud uute kombainide arv (tabel 7) perioodil 2010–2017, mille alusel võib oletada, et lähiaastatel on oodata suuremas- taapset kombainide kustutamist liiklusregistrist, nii nagu see oli 2007. aastal, kui registri andmetel vähenes kombainipark 482 kombaini võrra.

Tabelis 8 on toodud uute, müüdnud kombainide jagunemine tootjamärkide vahel Eestis ajavahemikul 2010–2018.



**Joonis 6.** Uute kombainide keskmine täismass ajavahemikul 2010–2018

**Figure 6.** The average maximum authorized mass of new grain harvesters in the period 2010–2018

Kuni 1990-ndate keskpäigani koosnesid Eesti, Läti ja Leedu kombainipargid peamiselt Nõukogude Liidu kombainimarkidest Niva, Kolos ja Don. Esimesed välismaised masinad, Sampo kombainid ilmusid Eestisse ca 30 aastat tagasi, kuid nende osakaal jäi kombainipargis väikeseks ning väikeseks on see jäänud ka tänapäeval (tabel 4). Muudest kombainibrändidest jõudis esimesena Eesti turule Claas 1996. aastal oma tollaegse kombainiga Dominator 78, mille heedri laiuks oli 4,5 m. Nüüdseks on Claas enim müüv kombaini tootjamärk Eestis, millele järgnevad sellised



tuntud tootjämärgid nagu New Holland ja John Deere (tabel 8).

Kuna 2016. aastal oli ühe kombaini keskmiseks aastakoormuseks 286 ha, siis ilmselt oli Eesti kombainipargis sel ajal kombaine, mis ei töötanud põllul. Sellele viitab ka asjaolu, et käesoleva artikli autorite käsutuses on 197 kasutatud kombaini ülevaatuuste andmed (mõned nendest kombainidest olid Eesti järelturu masinad), mille hulgas on 120 Claas, 36 New Holland, 23 John Deere, 8 Case, 1 Fendt, 1 Massey Ferguson, 2 Sampo ja 6 RSM kombaini ja mis on töötanud 1 kuni 14 hooaega, aga ainult 11 masinat, mille hooaja keskmine koormus on väiksem kui 286 ha. Näiteks, 2016. aastal soetatud kahe kombaini Claas Lexion 780, mootorivõimsusega 625 hj ja 12,3 m laiuse heedriga kombaini aastakoormused olid vastavalt 1740,56 ja 1739,12 ha ning kahe 2015. aastal soetatud kombaini Claas Lexion 780, mootorivõimsusega 598 hj ja 10,5 m laiuse heedriga kombaini kahe hooaja koristatud pindala olid vastavalt 2164,84 ja 2167,42 ha, mis teeb aastakoormusteks vastavalt ca 1082 ja 1084 ha. Need numbrid on oluliselt suuremad kui eelpool mainitud 286 ha.

**Tabel 8.** Uute kombainide jagunemine tootjämärkide järgi ajavahemikul 2010–2018

**Table 8.** The categorization of new grain harvesters by the brand in the period 2010–2018

| Tootjämärk      | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Brand           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Case            | 0    | 2    | 6    | 4    | 4    | 3    | 5    | 5    | 1    |
| Claas           | 20   | 21   | 43   | 55   | 31   | 35   | 42   | 30   | 32   |
| John Deere      | 8    | 13   | 16   | 15   | 12   | 17   | 22   | 19   | 22   |
| Fendt           | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 4    | 1    | 1    |
| New Holland     | 17   | 19   | 43   | 48   | 28   | 49   | 22   | 29   | 15   |
| Laverda         | 1    | 0    | –    | 0    | 1    | –    | 0    | 0    | 0    |
| RSM             | 1    | 8    | 8    | 4    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    |
| Sampo           | 0    | 0    | 1    | 6    | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| Massey Ferguson | 0    | 0    | –    | 0    | 0    | –    | 1    | 0    | 0    |

Tulenevalt kombaini mootorivõimsuse ja heedri töölaiae suurendamisest ning kombaini tehnilise taseme kiirest tõusust viimaste aastate jooksul on suurenenud kombainide tootlikkus (Huan-Wen, Hunt, 1985; Viesturs, Kopicis, 2016; Mašek jt, 2017; Prístavka jt 2017; Zubko jt, 2018). Teatavasti sõltub teraviljakombaini pindalatootlikkus  $W$  otseselt heedri töölaiaesest  $B$ , kombaini liikumise kiirusest  $v$  põllul ja tööaja kasutamise tegurist  $\tau$  ehk  $W = f(B, v, \tau)$ . Tehnilise taseme tõusu all peetakse antud juhul silmas kombaini tehnoloogilise seadistamise automatiseerimist, mis võimaldab vähendada ajakulu kombaini tehnoloogilisele seadistamisele, suurendada seeläbi kombaini tööaja kasutamise tegurit ning tootlikkust. Kuna tootlikkus on pöördvõrdeline koristamise erikuluga (Olt jt, 2019b), siis võimaldavad suurema tootlikkusega kombainid vähendada koristuskulusid.

Üha enam hakatakse kasutusele võtma kombaini pardakompuutrit saadavaid andmeid kombainipargi juhtimisel, eesmärgiga optimeerida koristuskulusid.

Kombainide tööprotsessi automatiseerimisega tegelevad kõik teraviljakombainide tootjad ning see jätkub üha kiirenevas tempos.

Käesolevas artiklis on leidnud käsitlust valdavalt traktori- ja teraviljakombainipark, ehk mehitatud liikurmasinad, kuid juba lähiajal kuuluvad põllumajandusliku masinapargi koosseisu ka mehitamata masinad ja robotid (Bakker jt, 2010; Xue, Xu, 2010; Bonadies, Gadsden, 2019) ning droonid (Aydoğan, 2018; Kulbacki jt, 2018; De Rango jt, 2019; Quaglia jt, 2019). Loodetavasti jõuavad need juba järgmisel kümnendil põhikasutusse ja registritesse.

Täppisviljeluse puhul võib laias pildis eristada kahte infotehnoloogia protsessi, milleks on seire ja juhtimine. Seire faasis kogutakse infot, mis võib sisaldada ka andmetöötlust. Juhtimise faasis tehakse sisendilt saadud info põhjal otsuseid. Täppisviljeluse seire nn asjade interneti IoT (*Internet of Things*) baasil on aktuaalne (Khanna, Kaur, 2019; Muangprathub jt, 2019).

Liiklusregistrist nähtub läbiva tunnuseks, et kõikide liikurmasinate põhimiseks jõuallikaks on diiselmootor. Juba pikemat aega käivad otsingud alternatiivsete kütuste kasutamiseks sisepõlemismootorites (Küüt jt, 2011; Ilves jt, 2019), elektrimootorite (Ueka jt, 2013), sealhulgas päikesehübriidtraktori (Mousazahed jt, 2013; Moreda jt, 2016) kasutusele võtuks. Loodetavasti rikutakse järgmisel kümnendil ka diiselmootori monopol põllumajanduslike jõumasinate ajamina.

## Järeldused

1. Eesti põllumajanduslike ettevõtete teravilja kasvupinnad on ajavahemikul 2010–2018 suurenenud 21,7%, mille koristamiseks on vajalik olnud võimekama traktori ja kombainipargi tekkimine.
2. Traktoripargi trendid Eestis ajavahemikul 2010–2018 on olnud järgmised:
  - a) traktorite keskmine mootorivõimsus on suurenenud 19,6 %,
  - b) arendatakse andmesidevõrkude tehnilist taset traktori ja põllundusmasinate vahel,
  - c) traktorite koguarv on suurenenud 18,7%.
3. Teraviljakombainipargi trendid Eestis ajavahemikul 2010–2018 on olnud järgmised (Olt jt, 2019a):
  - a) teraviljakombaini keskmine mootorivõimsus on suurenenud 50,3%
  - b) heedri keskmine laius on suurenenud 36,4%,
  - c) kombainide koguarv on suurenenud 49,2%.

Need trendid on sarnased Lääne-Euroopa kombainiparkides toimunud muutustega.

4. Lähiaastatel on oodata hüppelist muutust kombainide koguarvus Eesti kombainipargis, mis tipneb suure hulga kombainide kustutamiseiga registrist.

5. Kombainipark täieneb aasta-aastalt üha suurema tootlikkusega kombainidega.

6. Üha enam hakatakse kasutusele võtma kombaini pardakompuutrit saadavaid andmeid kombainipargi töö juhtimisel, eesmärgiga optimeerida koristuskulusid.

**Huvide konflikt / Conflict of interest**

Autorid kinnitavad artikliga seotud huvide puudumist.  
*The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

**Autorite panus / Author contributions**

JO – käsikirja kirjutamine ja lõplik toimetamine;  
 RI – graafilise osa vormistamine, käsikirja toimetamine;  
 AK – andmete kogumine, käsikirja toimetamine.  
*JO – manuscript writing and final editing;*  
*RI – preparation of Figures, manuscript editing;*  
*AK – data collection, manuscript editing.*

**Kasutatud kirjandus**

- Aydođan, Y. 2018. Drone technology in agricultural mechanization. – Proceedings of the VI Int Sci Congress Agricultural Machinery. Vol 2. Uses of machines, innovative technologies, Burgas, Bulgaria, 25.06–28.06.2018, 183–185.
- Bakker, T., van Asselt, K., Bontsema, J., Müller, J., van Straten, G. 2010. A path following algorithm for mobile robots. – *Autonomous Robots*, 29(1):85–97, doi: 10.1007/s10514-010-9182-3.
- Bonadies, S., Gadsden, S.A. 2019. An overview of autonomous crop row navigation strategies for unmanned ground vehicles. – *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12(1):24–31, doi: 10.1016/j.eaef.2018.09.001.
- De Rango, F., Potrino, G., Tropea, M., Santamaria, A.F., Palmieri, N. 2019. Simulation, Modeling and Technologies for Drones Coordination Techniques in Precision Agriculture. – *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 873:77–101, doi: 10.1007/978-3-030-01470-4\_5.
- Huan-Wen, G., Hunt, D.R. 1985. Optimum combine fleet selection with power-based models. – *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 28(2):364–368.
- Ilves, R., Küüt, A., Olt, J. 2019. Ethanol as Internal Combustion Engine Fuel. – Chapter 8: Ethanol, 1st Edition, Science and Engineering, Angelo Basile Adolfo Iulianelli Francesco Dalena T. Nejat Veziroglu (Ed.), Elsevier, pp. 215–229, doi: 10.1016/B978-0-12-811458-2.00008-0.
- Khanna, A., Kaur, S. 2019. Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. – *Computers and Electronics in Agriculture*, 157:218–231, doi: 10.1016/j.compag.2018.12.039.
- Kulbacki, M., Segen, J., Kniec, W., Klempous, R., Kluwak, K., Nikodem, J., Kulbacka, J., Serester, A. 2018. Survey of Drones for Agriculture Automation from Planting to Harvest. – Proceedings of the IEEE 22nd Int Conf on Intelligent Engineering Systems, INES 2018, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 21.–23.06.2018, pp 353–358, doi: 10.1109/INES.2018.8523943.
- Kortenbruck, D., Griepentrog, H.W., Paraforos, D.S. 2017. Machine operation profiles generated from ISO 11783 communication data. – *Comput Electron Agr*, 140:227–236, doi: 10.1016/j.compag.2017.05.039
- Kutzbach H.D. 2000. Trends in Power and Machinery. – *J. Agric Engng Res*, 76:237–247, doi:10.1006/jaer.2000.0574.
- Küüt, A., Ritslaid, K., Olt, J. 2011. Study of potential uses for farmstead ethanol as motor fuel. – *Agronomy Research, Special Issue 1*:125–134.
- Mašek, J., Novak, P., Jasinskas, A. 2017. Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. – Proceedings in International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, 24.–26.05.2017, Latvia University of Agriculture, pp. 1180–1185, doi: 10.22616/ERDev2017.16.N254.
- Miu, P. 2015. Combine Harvesters: Theory, Modeling and Design. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 460 p.
- Miu, P.I., Beck, F., Kutzbach, H.D. 1997. Mathematical modelling of threshing and separating process in axial threshing. – ASAE Paper No. 97–1063, St. Joseph, MI, 17 pp.
- Marcon Zago, G., Pignaton De Freitas, E. 2018. A Quantitative Performance Study on CAN and CAN FD Vehicular Networks. – *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 65(5):4413–4422, doi: 10.1109/TIE.2017.2762638.
- Moreda G.P., Munoz-Garcia, M.A., Barreiro, P. 2016. High voltage electrification of tractor and agricultural machinery – A review, *Energy Conversion and Management*, 115(1):117–131, doi: 10.1016/j.enconman.2016.02.018
- Mousazahed, H., Keyhani, A., Javadi, A., Mobli, H., Abrinia, K., Sharifi, A. 2011. Life-cycle assessment of a Solar Assist Plug-in Hybrid electric Tractor (SAPHT) in comparison with a conventional tractor. – *Energy Conversion and Management*, 52(3):1700–1710, doi: 10.1016/j.enconman.2010.10.033.
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., Nillaor, P. 2019. IoT and agriculture data analysis for smart farm. – *Computers and Electronics in Agriculture*, 156: 467–474, doi: 10.1016/j.compag.2018.12. 011.
- Olt, J., Ilves, R., Küüt, A. 2019a. Overview of the developments of the cereal harvester fleet in Estonia. – Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, Latvia. May 22–24, 2019. Ed: L. Malinovska, V. Osadcuks. Latvia University of Agriculture, 18:179–184, doi: 10.17221/98/2017-RAE.
- Olt, J., Küüt, K., Ilves, R., Küüt, A. 2019b. Assessment of the harvesting costs of different combine harvester fleets. – *Research in Agricultural Engineering*, 65(1):25–32, doi: 10.22616/ERDev/2019.18.N230.

- Olt, J., Traat, Ü., Küüt, A. 2010. Maintenance costs of intensively used self-propelled machines in agricultural companies. – Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, Latvia. May 27–28, 2010. Ed. L. Malinovska, V. Osadcuks. Latvia University of Agriculture, 42–48.
- Olt, J., Traat, Ü. 2011. The Maintenance costs of Estonian tractor-fleet. – Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, Latvia. May 26–27, 2011. L. Malinovska, V. Osadcuks (Eds.). Latvia University of Agriculture, 196–200.
- Pawlak J, Pelizzi G., Fiala M. 2002. On the Development of Agricultural Mechanization to Ensure a Long-Term World Food Supply. – Agriculture Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, 4:1–21.
- Prístavka, M., Krištof, K., Findura, P. 2017. Reliability monitoring of grain harvester. – Agronomy Research 15(3):817–829.
- Quaglia, G., Cavallone, P., Visconte, C. 2018. Agri\_q: Agriculture UGV for monitoring and drone landing. – Mechanisms and Machine Science, 66:413–423, doi: 10.1007/978-3-030-00365-4\_49.
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Põllumajandus. PM03: Põllukultuuride kasvupind. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=PM03&lang=2>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Põllumajandus. PMS109: Põllumaa kasutus. [http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=PMS109&ti=TERAVILJAKASVATUS+VALDAJA+%D5IGUSLIKU+VORMI+JA+KASVUPINNA+SUURUSKLASSI+J%C4RGI&path=../Database/Majandus/13Pellumajandus/04Pellumajanduslike\\_majapidamiste\\_struktuur/04Taimekasvatus/&lang=2](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=PMS109&ti=TERAVILJAKASVATUS+VALDAJA+%D5IGUSLIKU+VORMI+JA+KASVUPINNA+SUURUSKLASSI+J%C4RGI&path=../Database/Majandus/13Pellumajandus/04Pellumajanduslike_majapidamiste_struktuur/04Taimekasvatus/&lang=2)
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Põllumajandus. PM041: Põllukultuuride saagikus. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=PM03>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Transport. Registreeritud liiklusvahendid. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. TS33: Liiklusregistris arvel olevate liikurmasinad ja traktorihaagised. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=TS33>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. TS331: Esmaselt registreeritud liikurmasinad ja traktorihaagised. [http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=TS331&ti=ESMASOLT+REGISTREERITUD+LIIKURMASINAD+JA+TRAKTORIHAAGISED&path=../Database/Majandus/22Transport/08Registreeritud\\_liiklusvahendid/&lang=2](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=TS331&ti=ESMASOLT+REGISTREERITUD+LIIKURMASINAD+JA+TRAKTORIHAAGISED&path=../Database/Majandus/22Transport/08Registreeritud_liiklusvahendid/&lang=2)
- Tamm, K., Võsa, T., Loko, V., Kadaja, J., Vettik, R., Olt, J. 2010. The impact of distance to the farm compound on the options for use of the cereal plot. – Agricultural and Food Science, 19:43–56.
- Traat, Ü. 2008a. Milline on meie traktoripark? – Maamajandus, november 2008, 28–33.
- Traat, Ü. 2008b. Milline on meie traktoripark? – Maamajandus, detsember 2008, 24–29.
- Traat, Ü. 2009. Milline on meie traktoripark? – Maamajandus, veebruar 2009, 34–37.
- Traat, Ü. 2011a. Milline on Eesti traktoripark? – Maamajandus, oktoober 2011, 4–5.
- Traat, Ü. 2011b. Milline on Eesti traktoripark? – Maamajandus, november 2011, 26–28.
- Traat, Ü. 2011c. Milline on Eesti traktoripark? – Maamajandus, oktoober 2011, 14–17.
- Tumenjargal, E., Tsogt-Ochir, S., Oyumaa, M., Batbayar, E., Munkhbayar, S., Kil To, C., Ham, W.C. 2018. Development of ISOBUS universal terminal and client ECUs for agricultural machinery. – ASABE 2018 Annual International Meeting: Cobo Centre Detroit, 9 pp, doi: 10.13031/aim.201800717.
- Ueka, Y., Yamashita, J., Sato, K., Doi, Y. 2013. Study on the Development of the Electric Tractor: Specifications and Traveling and Tilling Performance of a Prototype Electric Tractor – Engineering in Agriculture, Environment and Food, 6(4):160–164, doi: 10.1016/S1881-8366(13)80003-1.
- Viestur, D., Kopicis, N. 2016. Investigation in suitability of fleet of combines for timely harvesting. – Proceedings of the International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, 25.–27.05.2016, Latvia University of Agriculture, 681–686.
- Xue, J., Xu, L. 2010. Autonomus agricultural robot and its row guidance. – Proceedings of the International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2010, 1:725–729, doi: 10.1109/ICMTMA.2010.251.
- Zubko, V., Roubik, H., Zamora, O., Khvorost, T. 2018. Analysis and forecast of performance characteristics of combine harvesters. – Agronomy Research, 16(5):2294–2314, doi: 10.15159/AR.18.212.

## REVIEW: Trends in the park of agricultural machinery in Estonia in the period 2010–2018

Jüri Olt, Risto Ilves, Arne Küüt  
Estonian University of Life Sciences, Institute of  
Technology, Chair of Biosystems Engineering,  
Fr. R. Kreutzwaldi 56, 51006 Tartu, Estonia

### Summary

Due to the development of technology, tractor and grain harvester parks – foremost the number of machines and their efficiency – have changed over time. However, the socio-economic trends of countries have also played a role in the trends in machinery parks. Since 1965, when a record number of grain harvesters – over 60,000 machines – were manufactured and taken into use in Western Europe, the general trend demonstrates that as the engine power and efficiency increase every year, the annual sales decrease. A similar trend can be seen in the sales of tractors as their

sales have decreased and engine power increased. This leads to a question whether this trend is also characteristic of the Estonian agricultural machine-tractor park.

Therefore, the aim of the current work was to provide an overview of the development of tractor and grain harvester park in Estonia during the period of 2010–2018.

For the purpose of researching the dynamic change in the size of the park of agricultural machinery in the Republic of Estonia, more precisely, tractor and grain harvester park, the data on mobile machinery (tractors, loaders, harvesters) and trailers registered in the Traffic Register of Statistics Estonia on 31<sup>st</sup> December 2018 (only the data on tractors and grain harvesters have been used) as well as sales data gathered from sales agents have been used. Technical data of tractors and grain harvesters used for the purposes of this article are available on the websites of the manufacturing companies. In addition to the data in the Traffic Register, literature has also been used for analyzing the trends in the machine park. The analysis excludes the sales data of tractors of engine power up to 59 hp.

Based on the results of the article, it can be said:

1. The growing areas of agricultural crops of Estonian agricultural holdings have increased by 21.7% in the period of 2010–2018 due to which a more efficient tractor and grain harvester park became a necessity.

2. Trends in the tractor park in Estonia in the period of 2010–2018 make evident that:

- a) The average engine power of tractors has increased by 19.6%;
  - b) The technical standard of data transmission network between a tractor and agricultural machinery is being developed;
  - c) The gross number of tractors has increased by 18.7%.
3. Trends in the grain harvester park in Estonia in the period of 2010–2018 make evident that (Olt *et al.*, 2019a):
- a) The average engine power of grain harvesters has increased by 50.3%;
  - b) The average width of headers has increased by 36.4%;
  - c) The gross number of grain harvesters has increased by 49.2%.

These trends are analogous to the changes in the West European grain harvester parks.

4. The coming years expect an exponential change in the gross number of grain harvesters in the Estonian harvester park, peaking with a great number of harvesters being removed from the register.

5. The grain harvester park will grow year-by-year as grain harvesters of ever-increasing efficiency will be taken into use.

6. The data of grain harvester on-board computers will be increasingly used for running the work of the harvester park with an aim of optimizing harvesting costs.

## AKADEEMILISE PÖLLUMAJANDUSE SELTSI 2018. AASTA TEGEVUSARUANNE

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

MTÜ Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi tööd korraldab eestseisus (juhatus), kuhu kuulub 13 liiget. Seltsi tegevust suunab seltsi president PhD Marko Kass ja igapäevast asjaajamist korraldab seltsi sekretär pm-dr Heli Kiiman. Eestseisusesse kuulusid 2018. aastal tehnika-dr Arvo Leola, pm-knd Peep Piirsalu, pm-dr Maarika Alaru, pm-dr Ants Bender, pm-dr Merike Henno, pm-dr Toivo Univer, PhD Evelin Loit, pm-dr Enn Lauringson, pm-dr Alo Tänavots (Agraarteaduse peatoimetaja), PhD Matti Piirsalu, MSc Ell Vahtramäe ja PhD Marko Kass. Eestseisuse liige E. Vahtramäe palus 28.11. end seoses muude kohustuste ja napi ajaresursi tõttu eestseisuse tegemistest taandada.

Seltsi ridades oli aruandeperioodi lõpul 224 liiget. Aktiivseid liikmeid on ligikaudu paarkümmend, eriti hea meel on tõdeda, et ettekandekoosolekutel ning muudel sündmustel on tugevalt esitatud Eesti Taimekasvatuse Instituudiga seotud seltsi liikmed. Selts võttis 2018. aastal vastu kaks uut liiget – tehnikateaduste magistrid Taavi Torga, Katrin Laikoja. Seltsi liikmeskonnast arvati välja üks liige isikliku soovivalduse alusel.

Seltsil on 29 auliiget. Viimati valiti seltsi auliikmeks üldkoosoleku otsusega põllumajandusteadlane ja sordiaretaja pm-dr Ants Bender. Märkimisväärne on teadmine, et ta on kuulunud seltsi eestseisusesse alates 1998. aastast. Teisisõnu on ta olnud kõigi seltsi taastamisjärgsete presidentide (kokku viis) juhitud eestseisustes. Ants Benderi sulest on ilmunud ajakirjas "Agraarteadus" kümneid teadusartikleid ning arvukalt meenutusi ja juubeliõnnitlusi kolleegide kohta. Ta kuulub ka seltsi ajakirja toimetuskolleegiumisse.

2017. aastal seltsi presidenti poolt algatatud traditsiooni kohaselt annab president aasta lõpus üle Presidenti Rändkarika tiitliga AASTA TEGIJA, mille 2018. aastal pälvis olulise panuse eest seltsi eestseisuse töösse eest Ants Bender.

2018. aastal toimus kolm eestseisuse koosolekut (kaks e-koosolekut seoses ETA assotsiatsiooni lepinguga, NFJ aianduskonverentsi korraldamise toetamisega 2019. aastal) ning viis ettekandekoosolekut (ühiksa ettekannet). Seltsi eestseisuse otsusega loodi seltsi 100. juubeli tähistamiseks kaks töörühma, millest esimese ülesandeks on visioonikonverentsi korraldamine ja teine koostab juubeliraamatu. Loodud töörühmade tegevust veavad vastavalt eestseisuse otsusega seltsi president ja ajakirja peatoimetaja.

24. jaanuaril toimus maaülikooli Tehnikainstituudis Vambola Veinla auditoriumis ettekandekoosolek, kus

ettekande teemal "50 aastat meristeemkultuuri, uuri- mine ja rakendused" tegi pm-dr Viive Rosenberg.

10. veebruaril osalesid seltsi president ja sekretär seltsi liikme emeritprofessor Jaan Praksi 80. juubelile pühendatud vastuvõtul.

19. veebruaril toimus K.E. von Baeri majas Eesti Vabariigi 100. juubelile pühendatud pidulik aktus. Külalisena pidas pidupäevakõne Eesti Teaduste Akadeemia peasekretär akadeemik Jaak Järv.

6. märtsil toimunud Eesti Teaduste Akadeemia juhatuse istungi alguses toimus akadeemia ja seltsi vahelise assotsiatsioonilepingu allkirjastamine. Allkirja lepingule andsid akadeemia president Tarmo Soomere ja seltsi president Marko Kass.

28. märtsil toimus maaülikooli Tehnikainstituudis Vambola Veinla auditoriumis ettekandekoosolek, kus ettekande tegid maaülikooli dotsent Ragnar Leming teemal "Kliimamuutuste mõju loomakasvatusele" ning seltsi liige Tõnu Saarman teemal "Teadusest põllumeheks ja poliitikuks".

6. aprillil toimus aastakoosolek koos teaduskonverentsiga Eesti Taimekasvatuse Instituudis, teemaks "Taimehaigused täna ja homme". Ettekannetega esinesid Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi teadur Eha Kruus "Kuidas kliima taime haavab?", Eesti Taimekasvatuse Instituudi vanemteadur Andres Mäe teemal "Odra põlde kahjustav *Ramularia collo-cygni* on Eestis kohastunud", Eesti Taimekasvatuse Instituudi vanemteadur Pille Sooväli "Põllukultuuride kahjustajate monitooring" ning Eesti Taimekasvatuse Instituudi teadur Ingrid Bender "Tomateid kahjustavad haigused kütteta kasvuhuones". Üldkogu kuulas ära nii presidendi, ajakirja peatoimetaja ja revisjoni komisjoni aruanded, kinnitades need ühehäälselt.

20. aprillil osales seltsi president Eesti Rahva Muuseumis toimunud Eesti Teaduste Akadeemia üldkogul, millega ühtlasi tähistati akadeemia 80. tegevusjuubelit. Toimunud akadeemia üldkogul toonitas bioloogia osakonna juhataja akadeemik, professor Toomas Asser, et neil tuleb senisest rohkem tähelepanu pöörata põllumajandusteadustele. Kuus päeva hiljem valitakse akadeemik Asser Tartu ülikooli rektoriks.

5.–6. mail osales seltsi president 20. Augusti Klubi eestvedamisel toimunud konverentsil "90 aastat Eesti elu", mis oli pühendatud president Arnold Rüütli juubelisünnipäevale. Hr Rüütel on ühtlasi seltsi auliige. Seltsi president andis koosviibimise sõnavõtude osas hr Rüütli üle seltsi tänukirja panuse eest põllumajandusteadustesse ja seltsi tegevusse. Lisaks kinkis seltsi president hr Rüütli viirpihlaka, et see tema koduväras oleks kaitsjaks ja hoidjaks nagu vanarahvas teab kõnelda.

16. mail toimus maaülikooli Tehnikainstituudis Vambola Veinla auditoriumis ettekandekoosolek, kus ettekandega esinesid Eesti Taimekasvatuse Instituudi agronoom Uno Tamm teemal "Rohusööda toite-

väärtuse kujunemine" ning maaülikooli Tehnikainstituudi õppejõud Veli Palge "Täppisviljelus ja täppispidamine inseneri pilgu läbi".

29. juulil jõudis "Agraarteaduse" toimetusse esialgne teade seltsi ajakirja teadusartiklite tunnistamise kohta Elsevier nõuetele vastavaks ja leping allkirjastati 16. novembril ajakirjas avaldatud teadusartiklite indekseerimiseks SCOPUS® andmebaasis. Seega omamoodi vahefinišisse jõudis protsess, millega 2015. aastal alustati uue peatoimetaja Alo Tänavotsa eestvedamisel. Aktiivse uuendamise käigus laiendati toimetuskolleegiumi, rahvusvaheline toimetuskolleegium suurenes, artikli struktuur kohandati kaasaegsetele nõudmistele ning kodulehte muudeti oluliselt käepärasemaks.

8. septembril osales seltsi eestseisuse kaheliikmeline delegatsioon Läti Agronoomide Assotsiatsiooni kutsel Riias valdkonna erialaühingute neljapoolsel kohtumisel. Lisaks võõrustajatele ja meile osalesid koosolemisel Leedu Agronoomide Ühenduse ja Soome Agronoomide Akadeemilise Liidu esindused. Kohalolnud esindused tutvustasid omi organisatsioone ning kõneldi viimastest edusammudest ja peeti plaani edasisteks ühisteks tegevusteks. Ühtlasi esitasid kohalolnud üksteisele küllakutseid. Ka kohtusid kohalviibijad Riia kesklinnas Daugava kaldal toimunud maaeluteemalise messi raames Läti Vabariigi presidendi Raimonds Vējonisega.

10. oktoobril toimus maaülikooli Tehnikainstituudis seltsi ettekandekoosolek, kus ettekande tegi maaülikooli vanemteadur Evelin Loit teemal "Täppisaretuse võimalused" ning seltsi liige Marko Kass andis ülevaate seltsi delegatsiooni visiidist Riiga, kus septembri alguses kohtusid Soome ja Balti riikide agronoomide assotsiatsioonid.

Seltsi president osales 22.–23.10.18 Euroopa põllumajanduse-, toidu- ja keskkonnavaldkonna teaduste akadeemiate ühenduse (inglise keeles *The Union of European Academies for Sciences applied to Agriculture, Food and Nature*) peaassambleel Itaalias Firenzes.

30. oktoobril istutasid kolm seltsi presidenti (Arvo Leola, Marko Kass ja Peep Piirsalu) Eesti maaülikooli

linna keskmesse rajatud õunaaeda seltsi õunapuu "Lembitu".

2. novembril andis maaeluminister Tarmo Tamm Eesti Rahva Muuseumis Maaeluministeeriumi 100. aastapäevale pühendanud üritusel põllumajanduse ja maaelu edendajatele üle teenetemärgid. Teiste hulgas pälvisid teenetemärgi järgmised seltsiliikmed – kuldse teenetemärgi Eesti Taimekasvatuse Instituudi vanemteadur Ants Bender ning hõbedase teenetemärgi vanemteadur Ilmar Tamm ja teadur Katrin Kotkas.

14. novembril toimus maaülikooli Tehnikainstituudis ettekandekoosolek, kus kõnelesid agrotehnikateadlane Edvin Nugis teemal "Kuidas efektiivselt kaitsta meie mulda raskete masinatega liigtiihenemise eest?" ja seltsi liige Antu Rohkla teemal "Mesi turul ja toidulaual".

26. novembril osales seltsi eestseisuse delegatsioon seltsi aupresidenti emeritprofessor Olev Saveli 80. juubelile pühendatud pidulikul koosviibimisel maaülikooli peahoones.

Seltsi juures tegutseb loomakasvatuse alaste terminite oskussõnade töörühm. Selts liitus Miljon+ programmiga, et toetada ideed koostada miljon eestikeelset Vikipeedia artiklit aastaks 2020.

Selts kasutab alates 2018. aastast uudiste ja informatsiooni edastamiseks ka sotsiaalmeediavõrgustikku Facebook. Seltsil on nimetatud keskkonnas kaks kontot, üks seltsi eestseisuse ja teine ajakirja teabe levitamiseks.

Seltsi sissetulekuallikateks on liikmemaksud ja annetused. Lisaks toetab käesolevast aastast seltsi tegevust Eesti Teaduste Akadeemia. Ühtlasi on muid sissetulekuid seoses mittevahaliste lepinguliste tegevustega. Ühekordsete toetustega on seltsi ajakirja väljaandmist rahastanud Eesti Maaülikool. Seltsil palgalisi ametikohti ei ole. Võlgnevusi pole.

Presidendi tegevusaruanne seltsi aastakoosolekul 2019.

Marko Kass, president  
Heli Kiiman, sekretär

## MEELEOLUKAS RINGREIS NAABRITE JUURDE

Õppesõidud ja ringreisiid Tartust välja või kaugemal on alati olnud Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi tegevuste lahutamatuks osaks selle loomisest peale (Joandi, 2010). Viimastest reisirakast seltsi ajakirjas on möödas neli aastat (Kivistik, 2015). Toona sai teoks üks emotsiooniküllane reis üle mere Ahvenamaale.

Tänavune õppereis viis meid külla lõunanaabritele. Eelmisel sügisel välja käidud idee külastada õiterohket Dobeles sireliaeda sai realsuseks. Igatahes järgnev teeb nabi ülevaate kahepäevasest meeleolukast reisist Läti vabariiki 17.–18. mai.

Väikest reisiseltskonda tervitas maaülikooli linnaku parklas varahommikune päike, mis lubas loota, et ees on ootamas meeldiv teekond läbi lõunanaabrite kodumaa. Reisijad üle loetud, võttis buss 7:01 kohalt ning keera suuna Valgale. Õhus oli ootusärevust.

Pärast kella kaheksat ületasime peatumata riigipiiri. Reisiseltskond oli esimesest kohmetusest üle saanud ning bussi täitis mõnus jutusumin, sekka mõned naerupahvakad.

Pika päeva esimene peatus tehti Priekulis, kus meid võõrustasid sealse Põllumajanduse Ressursside Instituudi lahedad teadlased. Lisaks tervitasid meid kosutav kohv ja värsked pirukad, mis muutusid hetkega menukateks. Pärast instituudi direktori sõnavõttu ja tegevust tutvustavaid slideprogramme asus uudishimulik reisiseltskond võõrustajate kannul katsepõldude vahele. Meeldiv oli kuulda sealsete doktorantide entusiastlikku ülevaadet käimasolevatest uuringustest. Aga nagu meilgi – ootasid põuased põllud kannatamatult vihma kosutust. Saime omal nahal tunda, kuidas vallatlev tuul tolmu üles keerutas, sundides meid põldudel pagema.

Jäädvustanud instituudimaja taustal kohtusime ühisfotole, tänasime võõrustajaid muhu leiva ja Kalevi kommikarbiga. Seejärel istusime heatujulistena Läti lipuvärvides bussi ja jätkasime teekonda.

Bussiaknast nähtu pakkus nii silmailu kui head emotsiooni. Paljudele meenusid hetked nooruspäevilt. Nii siin kui seal kaunistasid teeääri pikad rivid õidepuhke-

nud õunapuudega. Omamoodi kui tervitus külla saabunud tähtsate külaliste auks. Igatahes uhkes pidurüüs õunapuud andsid jutuainest pikkadeks kilomeetriteks.

Kümnekonna minuti kaugusel Priekulist asub õdus linnake Cesis – Võnnu, nagu meie teda teame. Seltsiliikmed pidasid oluliseks teha teekonnal vahelepeõige linnasüdamas asuva pargi serval. Austamaks esivanemaid aetasime Võnnu Vabadussõja monumendi jalamile valged õied ning küünla. Ikka selleks, et meenutada hetkeks vaprast võitlust ja hulljulge kartmatusega silma paistnud sõdureid, kes panid aluse Eesti vabariigile. Peale vaikuseminutit liiguti omi mõtteid mõeldes juba koduseks saanud bussi poole.

Kinnitanud Siguldars keha, võttis buss suuna Riiale. Mõned minutit pärast kella poolt nelja pärastlõunal peatus buss äärelinna maja ees, mille seinal paistis rahvuslippude tagant tahvel kirjaga Integrētās Audzēšanas Skola. Väraval tervitasid meid kooli üks juhte Inga Gaile ning Läti Agronoomide Seltsi eestvedaja Iveta Gutmane. Ivetaga kohtusime mineva sügis Riias, kus leidis aset Baltimaade ja Soome agronoomide liitude kohtumine. Seda suurem oli rõõm taaskohtuda.

Musta kange kohvi ja suus sulava kringli kõrvale kuulati Inga hingestatud loengut läti rahvusliku liikumise juhust Krišjānis Valdemārsist. Sama innukalt kõneles Inga meile võitlusest karuputke ja bürokraatia kombitsatesse takerduvatest teadmistest. Loodetavasti sünnitab antud koosviibimine järgnevaid kohtumisi, sest oma lõunanaabritega on ikka ja jälle kohtuda. Nii rõõmud kui ka mured on meil ju ühised.

Teinud ringkäigu lillelises ja liigiliselt mitmepalgelises kooliaias, võtsime kohtumise kokku. Lubasime, et tuleme jälle külla. Palusime lätlased endale külla. Tänaasime koolipere traditsioonilise musta leiva ning muu hea paremaga. Enne teele asumist meenus Inga meile veel Valdemarsi sõnu – teadmised on kõige olulisemad, sest need on kui magnet, mis tõmbab kapitali ligi.

Tänutäheks külaskäigu eest anti seltsiliikmetele kaasa kolm kirevat lilletaime, mis reisi edukalt üle elasid, pakkudes nüüd silmailu juba Jõgeva instituudi rahvale.



Külas Põllumajanduse Ressursside Instituudis Priekulis



... ja Läti Agronoomide Seltsis Riias (Alo Tänavots)



Dobeles siresliaias



ja MORE hirvepargis (Alo Tānavots)

Küllastunud emotsioonidest võtsime suuna reedese päeva sihtpunkti poole. Ja nagu päevakava ette nägi, olime mõni minut pärast seitset õhtul Dobeles hotelli ukse ees.

Kerge kosutus tubades ja istusimegi kaunist kaetud õhtusöögilauas. Päeva pikkust oli tunda nii pilgus kui hoiakus. Ärksamad oli tõusnud juba enne kukke. Õnneks oli õhtusöök kosutav, sest varsti olid ka laulud suul. Ja ega jäänud laulmata ka Viljandi paadimees, mis algselt lauluks saanud ju lätlaste käe-keele läbi.

Õhtupäike hoidis veel päeva elus, mis meelitas osa reisieltskond Dobeles linna uudistama. Tore oli...

Laupäeva hommik. Sama reipalt kui eile, oldi valmis vastu minema kõigile, mida päeval pakkuda. Dobeles siresliaias ja Upitise muuseumis nähtu vajab ilmselt eraldi lugu. Ent põgusalt siiski. Nädal enne sireslifestivali olid õied nagu korralikud koolipoisid suursündmuseks valmis – õiemeri igal põõsal. Selles aias juba värvikirevuse pealt kokku ei hoitud. Värvide igale maitsele. Pealegi, paljudel meist on siiani ninas soo mahedalt magus siresliaroom. Omamoodi huvitav oli kõrvalt jälgida, kuidas meie seltsi liikmed giidi juhatusel ühe siresli juurest teise juurde liikusid. Ning iga siresli põõsas oli kui mõni kuulsus, mida tabasid fotoaparaatide välklampide sähvatuste katkematu jaga.

Igatahes need, kel vaimustus eriti suur, said oma aia kaunistuseks istikud soetada. Eks nii mõndagi kodumaist aeda kaunistab lätikeelne siresli kaunitar.

Reisi viimaseks planeeritud peatuspunktiks oli Sigulda külje all olev hirvefarm. Tohtul maa-alal laiuv talu oli noid graatsilisi rohusööjaid täis. Ühel uhkemad sarved kui teisel. Ikka väga meeldiv jalutuskäik looduse ja loomade keskel. Pererahvas külalislahke peale selle.

Läti maalilised ja kohati tolmused külavahed jäid selja taha ning ees ootas igatsetud kodutee. Nagu kaasmaalastele kombeks tegime meiegi peatuse enne riigipiiri, et kodustele hääd musta leiba ning muud maiust kaasa osta. Päike veel kõrgel kui buss parkis end kohta, kust oli päev varem teele asunud. Tänasime ja plaksutasime üksmeeles korraldajatele – Sirjele, Alole ja Helile. Nemat tegid tole rohkem kui pool aastat tagasi aralt välja käidud idee tõelisuseks. Kummardus kogu seltskonna poolt.

Marko Kass

### Kasutatud kirjandus

- Joandi, A. 2010. Varsti saab sada täis. *Agraarteadus*, 1–2 XII:67–82.  
Kivistik, J. 2015. Ahvenamaa aedades. *Agraarteadus*, 2 XXVI:106–107.



## AGROKEEMIK ENDEL TURBAS – 90



Endel Turbas sündis 13. veebruaril 1929. a Mulgimaal Abja (praeguses Mulgi) vallas talupidajate pere teise lapsena. Talutööde tegemine jäi isa surma tõttu juba varakult noore Endli õlgadele. Vaatamata majanduslikele raskustele astus ta pärast Abja Keskkooli lõpetamist 1947. a Tartu

Ülikooli põllumajandusteaduskonda. 1951. aastast jätkusid õpingud vastavalt Eesti Põllumajanduse Akadeemia agronoomiateaduskonnas. 1952. a lõpetas Endel EPA I lennus kiitusega õpetatud agronoomina.

Endel Turbas osutus üheks professor Osvald Halliku poolt väljavalituks ja töökohaks sai EPA mullateaduse ja agrokeemia kateeder, kus Endel töötas 1952. a kuni 1990. aastal pensionile siirdumiseni. Kateedris töötamise ajal läbis Endel kogu ametiredeli alates tehnik-agrokeemikust kuni dotsendini. Õppejõuna alustas Endel 1953. aastal. Aastatel 1958–1961 oli ta aspirandiks. Pärast kandidaadidissertatsiooni teemal "Happeliste muldade lupjamisest kultuurrohumaade rajamisel" edukat kaitsmist 1962. a edutati Endel 1964. a vanemõpetajaks, aasta hiljem dotsendi kohusetäitjaks ja 1966. a dotsendiks. Pärast prof O. Halliku surma tuli Endel Turbasel 1964. a üle võtta oma õpetaja ootamatult katkenud õppe- ja teadustöö. Dotsendina töötas Endel kokku ligi 25 aastat, õpetanud on ta peamiselt agrokeemiat. Endel on meelde jäänud tasakaaluka, peene huumorimeelega täpsust ja korda nõudva õppejõuna. Erialast täiendõpet sai Endel kahel korral – 1968. ja 1987. aastal Moskvas Timirjazevi nimelises Põllumajanduse Akadeemias.

Teadustöö põhisuunaks kujunes prof O. Halliku poolt alustatud happeliste muldade lupjamise ja korduslupjamise, vähemal määral ka põllukultuuride väetamise probleemidega tegelemine. Mullateaduse ja agrokeemia kateedris kujundas Endel kiiresti välja toimeka happeliste muldade lupjamise alase töörühma, kust sirus mitmeid hinnatud teadlasi ja õppejõude – Paul Kuldkepp, Valter Hiis ning Ervi ja Ülle Lauk, lisaks juhendas ta 36 diplomitööd.

Endel oli üleliidulise muldade lupjamisalase koordineerimisnõukogu liige, VASHNIL-i Lääne osakonna maaviljeluse, mullateaduse ja agrokeemia sektsiooni liige ning osales Üleliidulise Väetuskatsete Võrgu uurimistöös. Eestis oli ta ENSV Põllumajandusministeeriumi teaduslik-tehnilise nõukogu maaviljeluse, agrotehnika, agrokeemia ja sordiaretuse uurimistöö koordineerimiskomisjoni ning söötade analüüsi meetodika vabariikliku koordineerimiskomisjoni liige.

Happeliste muldade lupjamise küsimused, mis Eesti Vabariigi taastamisel vajusid unustusehõlma, on viimastel aastatel taas päevakorra kerkinud, sest lupjamise mõju kestab ju ainult 5–7 aastat. Samuti on hakatud tegelema tülikalt tolmuva, raskesti doseeritava tolmpõlevkivituha granuleerimise võimaluste selgitamisega – teema millega Endel tegeles juba aastakümneid tagasi.

Endel Turbas on olnud viljakas kirjamees, ta on avaldanud ca 300 trükist, sh raamatud-õppevahendid "Agrokeemia laboratoorne praktikum" (1969, kaasautor Ü. Oll), "Agrokeemia alused" (1971, koostaja ja üks autoritest), "Lupjamisalase uurimistöö tulemustest ja soovitusel muldade korduslupjamiseks" (1982, kaasautor), "Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat" (1996, kaasautor). Ta on olnud mitme EPA teaduslike tööde kogumiku toimetajaks. Lisaks on Endel kirjutanud hulgaliselt ENE ja EE artikleid ning tihti võis ajalehest Postimees lugeda Endel Turbase kirjutatud arvamuskogumisi. Üheks Endli viimase aja suuremaks ettevõtmiseks sai Lõuna-Eesti piirkonna põllumajanduse edendajate elulugude kogumine.

Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi liige on Endel Turbas 1990. aastast, samal aastal jäi ta tervislikel põhjustel pensionile. Aastast 2008 on Endel Eesti Maaülikooli emeritdotsent.

Pensionile jäädes ei kaotanud Endel kontakti oma sõprade ja endiste kolleegidega. Ka oma 90. juubeli tähistamisel tundis ta huvi Maaülikoolis praegu tehtava agrokeemia-alase õppetöö ning väetamiskatsete seisu kohta.

Liikumiskatsete tõttu ei saa Endel viimasel ajal enam osaleda EPA Meeste Turnimise Seltsis, kus ta käis aastaid.

Ka Endli abikaasa Maimu on EPA lõpetanud agronoom, kes tegi oma elutöö EPA-s. Neil on tubli tütar Made ning kaks lapselast (Marko ja Marili). Praeguseks on Endel-Maimu neljakordsed vanavanavanemad. Endel tunneb uhkust tütrepoja üle, kes tegeleb põllumajanduse ja selle propageerimisega. Möödunud aasta avatud talude päevadel käis nende Tallinna-lähedases talus üle 1000 külastaja.

Soovime juubilarile tugevat tervist veel paljudeks aastateks.

Eesti Maaülikooli mullateaduse õppetooli nimel Endli kunagine õpilane

Enn Leedu

## ARVO SIRENDI – 80



Arvo Sirendi sündis 4. aprillil 1939. aastal Harjumaal Kuimetsa vallas talupidaja 4-lapselises perekonnas teise lapsena. 1942. aastal kolis pere Saaremaale Pihtla valda Sagariste külla ema tallu. Kaali kooli esimesse klassi läks Arvo 6-aastaselt, käis seal kolm nädalat ja viidi seejärel

üle teise klassi, mille ja ka enamuse järgmisi klasse lõpetas kiitusega. On arvatud, et ta ei tarvitsenud olla andekas, vaid oli varavalmiv. Lugemine talle meeldis ja ta luges läbi peaaegu kõik pärast bolševistlikku suurpuhastust kooli raamatukokku veel alles jäänud raamatud. Muidugi kulus veel rohkesti aega spordile ja mängudele. Sagariste külas tehti 1949. a "Lootuse" kolhoosi ja kuna seal normipäevade eest kahel esimesel aastal mingitki palka ei makstud, kolis pere Kuimetsa tagasi. Arvo lõpetas Kuimetsa algkooli 1952. aastal ja seejärel õnnestus tal 13-aastasena saada Ravila Põllumajadustehnikumi õpilaseks, mille lõpetamisel 1956. a anti talle kiitusega diplom bilansivõimelise raamatupidaja kvalifikatsiooni tõestamiseks.

Seejärel suunas Põllumajandusministeerium Arvo Sirendi tööle tolle aja Eesti suurimasse, Haapsalu rajooni "Tuleviku" kolhoosi, kus oli üksteist põllundusbrigaadi ja kaluribrigaad. Kolhoosil oli uus esimees, raamatupidaja oli kuus kuud tagasi lahkunud. Viie kuu dokumendid olid viidud pööningule hunnikutesse, need tuli läbi töötada koos kontoris olevate ning ka pidevalt lisanduvate materjalidega, konteerida ja pearaamatust läbi kanda. Kahe kuuga sai raamatupidamine ažuuri, kolhoosi aasta-aruanne sai esitatud tähtajaks ning põllumajanduspangas märkusteta vastu võetud. Kahe aasta pärast sai Arvo Sirendi kutse sõjaväkke, mille asemel õnnestus tal valida EPA agronoomia üliõpilase staatus. Ta valiti kursusevanemaks, kuid tema nõukogudevastase mõtteviisi avastamise järel võeti ta aasta hiljem sellelt kohalt maha, kuid lubati õppimist jätkata tänu kaasüliõpilaste üksmeelsele toetusele.

1962. a menetluspraktika ajal jäi ta Kehtna kolhoosi peaaegronoomiks, valiti k/n saadikuks ja osales koos oma kursusega eksamil kuni õpetatud agronoomi diplomi saamiseni. Peaaegronoomina töötas ta kuni 1967. aastani, siis õppis Maaviljeluse Instituudi statsionaarses aspirantuuris Kuusiku katsebaasis (1967–1969), sooritas agrokeemia kandidaadimainumumi eksami Kaunase Põllumajandusakadeemias ja kaitses teaduskraadi Jelgavas Läti Põllumajandusakadeemias (1972), samas hiljem ka agronoomiadoktori kraadi (2004). Talle on omistatud vanemteaduri kutse. Teadmisi täiendanud on ta stažöörina Moskva Riiklikus Ülikoolis ja NSVL Rahvamajanduse Akadeemias, mille lõputööd "Sissejuhatus ressursoloogiasse ja ressursside süsteemaatika" soovitati sealse nõukogu poolt võtta doktori-

töö vormistamisel aluseks. Õppimist ja eriti metropolide raamatukogudes töötamist on ta alati pidanud väga tähtsaks, nagu ka võimalusi tutvuda välismaa kogemustega, milleks veerand sajandi eest olid vägagi piiratud võimalused.

1970. aastal sai Arvo Sirendist Rapla põllumajandusvalitsuse peaaegronoom ning Kuusiku katsebaasis agrokeemia osakonna vanemteadur (1973–1977) ja Kuusiku katsebaasi juhataja (1977–1983). Seejärel keelati tal parteivastase positsiooni võtmise pärast töötamine Raplamaal ja Eesti Maaviljeluse Instituudis. Tänu paljudele sõpradele sai ta mitmeid auväärseid tööpakumisi. Ta võeti tööle (hiljem ministeeriumi (hiljem ATK) Plaani ja Ökonoomika Peavalitsuse juhataja asetäitja ametikohale kuni 1987. aastani, mil direktor Ilmar Aamisepp kutsus Eesti Maaviljeluse Instituuti direktori asetäitjaks teadusalal. 1988. a toimusid keskus ja süsteemi majandites Eesti Maaviljeluse Instituudi direktori ja ühtlasi teadustootmiskoondise "Eesti Maaviljelus" peadirektori valimised, kuhu ta tänu meeskonna tööle ja autoriteedile valiti suure ülekaaluga. Lootuses ka võimu tasandil kaasa rääkida teadusinstituutide rahastamise asjus kandideeris ta edukalt ENSV Ülemnõukogu valimistel. Seatud lootused ei täitunud, sest olud olid radikaalselt muutunud ning esmatähtsaks tõusis Eesti riigi ja rahva saatus. Eesti riigi taastamise nimel kutsuti taas ellu Maaliit ning Arvo Sirendi valiti selle esimeheks. Ta oli sellel kohal ka Riigikogu fraktsiooni juhina kuni ühinemiseni Rahvaliiduks. Ülemnõukogus valiti A. Sirendi Põhiseaduse Assamblee liikmeks, kus ta võttis Maaliidu seisukoha järgi oma ülesandeks presidendi otsevalimise, rahva algatuse ja -hääletuse seaduste põhjendamise ja põhiseadusesse sissekirjutamise. Assamblee enamuse poliitiliste huvide ja vastasseisu tõttu see ei õnnestunud, kuid see jääb päevakorraile kuni selle eesmärgi täitumiseni. Balti Assamblee loomisel astus ta selle liikmeks. Ta on olnud või on ka Säästva Arengu Komisjoni, Mullaseltsi, Rukkiseltsi, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi ja Teadlaste Maja liige.

Väärrib märkimist, et EMMTUI direktori ameti ülevõtmise järel ja Riigikogu kolme koosseisu saadikuna töötamise ajal töötas Arvo kahe ajakirja – "Põllumajandus" ja "Maakodu" peatoimetajana üle üheksa aasta, raha puudusel ilma peatoimetaja palgata. See oli oluline kogemus, kuigi juba ministeeriumis töötamise ajal oli ta mitmed aastad "Teaduselt põllumajandusele" ja "Eesrindlike ja aktuaalsete kogemuste tutvustamise" brošüüride koostaja ning üks autoreid. Ta on ka kaheosalise põllumajandusfilmi "Kuidas külv" ja "Nõnda lõikus" autor. Kokku on ta avaldanud üle 400 teadustrükise, üle 600 artikli ajakirjanduses. Enamus tema kirjutatud või koostatud raamatutest on ilmunud pärast pensionile jäämist. Neist võiks nimetada järgmisi: "Eesti Maaliit 1917–2000", (ilmus 2001. a); "Rahva võimu manu, man ja mant", 2004 (667 lk); "Kuus aastat Taimetoodangu Inspeksiooni", 2004 (52 lk); "Põllumajandusajaloo metoodilisi seisukohavõtte", 2004 (32

lk); "Ilmar Jürisson – 100 aastat sünnist", 2012 (160 lk); "Eesti Põllumeeste Keskliit – 25", 2015 (272 lk); "Ravila mõisa lugu", 2016 (128 lk).

Eraldi tuleks märkida "Eesti põllumajandus XX sajandil" saamise lugu, kus Arvo Sirendi oli 14-liikmelise toimetuse kolleegiumi aseesimees ja peatoimetaja. Esimene köide ilmus aastal 2006 (394 lk); II köide – 2007 (kaks raamatut kokku 681 lk); III köide – 2009 (872 lk); IV köide – 2010 (378 lk) ja V köide kui saamise lugu, aastal 2014 (215 lk). Kui ministriks sai Helir-Valdor Seeder, asuti II köite trükkimisest alates igal võimalikul moel nurjama selle raamatu ilmumist. Jätkati nii, et autorid loobusid honorarist, II, III ja IV köite trükkimise eest tasusid sponsorid, kellele sai tasutud pärast raamatute müümist. V köite kõik kulud jäid peatoimetaja kanda ja seda levitati tasuta. Sama töö plaanis olnud põllumajanduse edendajate biograafilise leksikoni 2660 nominendi andmed ja finantseerimise allikad olid pärit maakondadest, teadusinstituutidest, ülikoolist ja ministeeriumist, kusjuures raamatu koostamise, küljendamise ja trükkimise korraldas Oolav Tamberg.

Arvo Sirendi raamat "Kaheharuline inimaru ja mõtte hargnemine ehk binaarseid opositsioone ja muid dihhotoomiaid" esimene köide ilmus aastal 2012 (501

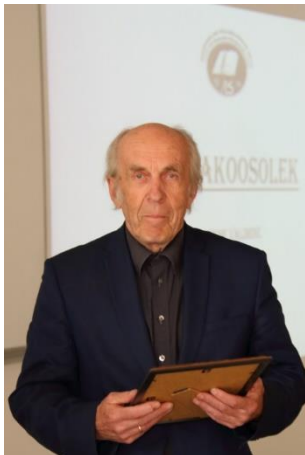
lk); II köide – 2014 (392 lk); III köide – 2017 (390 lk); IV köide – 2018 (443 lk) ja V köide – (400 lk) 2019. aastal. Aastate jooksul on A. Sirendi kirjutanud mitmesse raamatutesse erialaseid artikleid, pidanud loenguid, ettekandeid ja kõnesid.

Arvo Sirendi abiellus 1962. aastal, tema abikaasa Mai töötas kuni pensionini Rapla ja Saku lasteaias või lastepäevakodus ning tema peale jäi ka oma laste kasvatus põhihool ja mured. Abikaasad peavadki oma elutööks kolme tubli lapse üleskasvatamist ja nende edukat toimetulekut, samuti kaheksa lapselapse sündimist ja rõõmu pakkuvat osalemist nende arengus. Kõik muu on vaid leivateenimine, mis on samuti vägagi tähtis, mille eest on Arvo ja Mai Sirendit ka autasustatud tänu- ja aukirjade ning medalitega, aunimede, auhindade, preemiade ja mälestusesemetega. 2001. aastal autasustati Arvo Sirendit Eesti Riigivapi II astme teenetemärgiga.

Soovime juubilarile edu, tervist ja õnne veel paljudeks aastateks!

Sakus 2019. a, kolleegide nimel Erkki Hannolainen

## AUPRESIDENT ARVO LEOLA – 75



Häid õppejõudusid on palju, kuid neid, keda saab kutsuda õppejõuks suure algustähega, on vähe. Üks neist vähestest on suurepärase õppejõud, teadlane ja Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi aupresident tehnikateadlane Arvo Leola, kes tähistas 23. juunil oma 75. juubelit. Kogu seltsi liikmeskond soovib juubilarile rohkelt õnne!

Käesolev juubelitervitus on pigem isiklikku laadi tänuavaldus heale kolleegile ja õpetajale ning vähem kronoloogiline tagasivaade tema kui õppejõu elutööle. Viimase osas on kolleegid tehnikainstituudist oluliselt pädevamad kui siinkirjutaja.

Omamoodi märgilisenä mõjub, et tänane juubilar sündis Tartus, viimasel sõjasuvel päeval, mil kodumaa pidanuks suurejooneliselt tähistama Võidupüha. 1944. aasta juunis kalli kodumaa võidupäeva tähistati vaid südames ning pigem loodeti sõjakoletuse kiiret lõppu. Keeruline öelda, kui palju see fakt juubilaril ennast eluteel mõjutanud on, et distantsil vaadatuna märkimisväärne sünnikuupäev igatahes. Ilmselt vastust küsimusele, miks sõjast räsitud linnas üleskasvanud ja koolihariduse saanud noormees astus toonasesse Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse mehaanikainseneriks õppima, teab ka vaid Arvo ise. Kindel on see, et Tartule – kaunile linnale Eestis – jäi ta alatiseks truuks. Siin on tema kodu, pere ja töö ehk mööda on saadetud elu parimad aastad.

Nagu ennist mainisin, siis on Arvo näol tegemist suurepärase õppejõuga. Mäletan oma tudengi ajast teda kui üliõpilase sõbralikku õppejõudu, kes oma olekuga püüdis meid sütitada avastamiseks tehnikateaduste võlusi. Mõned aastad tagasi istusin külalisõppejõuna Arvo peetud loengus ja võin kinnitada, et tema entusiasmi on samaväärne kui paarkümmend aastat tagasi. Lisaks meenub aastate tagant tema omamoodi kerge sõbramehelikult irooniline huumor, mida esmakursuslased ehk esimese korraga n-ö lennult ei haaranud. Isiklikult läbisin Arvo Leola käe all kaks õppeainet "Töökeskonna ohutuse" ja "Laudad ja nende tehnoloogiline sisustus". Mäletan, et teise õppeaine hinne polnud just kõige parem – "hea", mille võib suuresti panna esmakursuslase vähese motivatsiooni ja n-ö muude huvide alla. Täna muidugi sellist lati alt läbijooksmist ma endale poleks lubanud.

Professorina töötas ta aastatel 2003–2008, kuid hilisemate ümberkorralduste tulemusel kadus vastav tiitel tema nime eest. Selle vaatamata jääb Arvo Leola minu ja paljude kolleegide jaoks professoriks aegade lõpuni.

Kui nüüd mõelda tegemistele seltsis, siis ilmselt esimene suurem asi, kus meie teed ristusid oli 18. märtsil 2009. toimunud robotiseminar. Seltsi egiidi all toimunud seminar leidis aset kahes kohas – nii maaliikooli tehnikainstituudis kui Märja katsefarmis. Hiljem tulid mitmed ettekandekoosolekud, väljasõidu üritused, aastalõpukoosviibimised jne, mida planeerisime koos Arvo kabinetis tehnikainstituudi teisel korrusel. See oli kui omamoodi hästi õlitatud tandem, kus minu ideede rohkus ja tegutsemisjagu vormus Arvo elukogemuse ja ettenägelikkuse käe all lõplikuks resultaatiks. Pealegi, mulle isiklikult tundus, et antud rütm sobis meile mõlemale ning loodetavasti ka kogu seltsile. Sai ju seltsi heaks tehtud omajagu ning neid asju, mille üle hea meelt tunneme, on väga palju.

Olen ikka ja jälle maininud (ka Arvole endale), et oluline on eelkõige pealehakkamine ja inimeste soov midagi korda saata. Vaatamata mõningasele eelarve vahendite kasinusele, leidsid Arvo juhtimisel aset mitmed märkimisväärsed ettevõtmised. 2010. aastal tähistasime Kärsna põhikoolis mälestuspäevaga seltsi pikaajalise presidendi Peeter Kõpu elu ja tegemisi. Aasta hiljem tehti meeolukas ja kultuuritihed väljasõit Vormsile. Loetelu on siinjuures äärmiselt pikk... Ikka ja jälle meenutatakse hea sõnaga, et just tema "ajal" taastati seltsi ettekandekoosolekute korraldamise tava. Aastast 2012 tähistatakse K.E. von Baeri majas Eesti Vabariigi aastapäeva piduliku kontsertaktusega. Arvo Leola presidendiks oleku ajal loodi seltsi oskussõnade toimkonnad mesinduse ja loomakasvatuse alal. 2014. aastal alustati juubeliraamatu "Akadeemiline Põllumajanduse Selts 1920–2015" koostamisega. Fakt on seda märkimisväärsem, et seltsi viimane juubelitrükis oli ilmunud enam kui 85 aastat tagasi.

Kui nii võib öelda, siis Arvo Leola presidentuur seltsis ei peatunud tema volituste lõppemisega 2015. aasta üldkoosolekul. Ta jäi aktiivseks eestseisuse liikmeks ning palju hilisemad otsused kooskõlastasin just temaga. Võib isegi öelda, et kui ta oli päri mõne muu lennuka ideega, siis nägi seega ka ilmavalgust. Kui aga ei, siis nii ka läks. Isiklikult tundub, et siinkirjutaja võttis paljuski üle tema tegutsemisviisi. Ehk asju teha tasapisi ja targu, nii saavutatakse soovitud eesmärk. Ehk veidi hiljem kui planeeritud, kuid nagu vanarahvas ütleb "parem hilja kui mitte kunagi". Ja nüüd, kui ma neid ridu siin kirja panen, tabasin end mõttelt, et võttes arvesse kõike seda, mida olen Arvolt õppinud ning saanud läbi temapoolse õpetuse, võiksin teda kutsuda oma akadeemiliseks isaks.

Muidugi eelpool mainituga Arvo teened seltsi ees ei piirdu. Sama oluline on see, et ta suutis pärast veidi keerulisi aegu hoida seltsis üleväl heatujulist ja tulevikku vaatavat õhkkonda. Seega tundus loogiline omistada Arvo Leolale auliikme nimetus. Ilmselt on paljud minuga nõus, et mõnikord tuleb lasta ajal rahulikult edasi kulgeda enne kui järgmisi otsuseid teha. Nii läks ka aunimetuse piduliku välja kuulutamise. Teadupoolest iseloomustavad üht akadeemilist

organisatsiooni traditsioonid ja reeglid. Seega, et seltsi liikmele anda aunimetus, pidi selle kohta laekuma vastav avaldus seltsi eestseisusele. Nii läkski, et tänavu mahlakuu keskel esitas seltsi auliige Ants Bender seltsi eestseisusele kirja ettepanekuga nimetada tehnika-doktor Arvo Leola seltsi auliikmeks. Kaheksa aastat seltsi presidendi vastutusrikast rolli täites, kandis ta edasi seltsi asutamisel paika pandud mõtteviisi ja nägemust, et nii teadlasi kui põllumehi tuleb harida

kodumaa põllumajanduse tõstmise tähe all. Ent tänavusel seltsi üldkoosolekul tehti pärast mõningasi sõnavõtte otsus, omistada ühehäälselt Arvo Leola seltsi aupresidendi nimetus. Viimasega saab ainult nõus olla!

Soovin kogu seltsi pere nimel talle tervist ja jõudu! Ja uute kohtumisteni.

Marko Kass

## VALLI LOIDE – 70



Valli Loide (Tuisk) sündis 21. jaanuaril 1949. aastal Are vallas Pärnumaal 6-lapselisse taluperre viienda lapsena. Üsna varakult, 5 aastasel, jäi ta isata, kes langes võimu ohvrina. Algharidustee viis läbi kolme kooli: Kikepera, Lepplaane ja Are kooli. Kodulähedasem koolitee viis läbi metsa, kus tollal oli

palju hunte. Tuli valida pikem, kuid ohutum koolitee.

Peale põhikooli lõpetamist 1964. aastal jätkusid õpinguid Vana-Antsla Põllumajandustehnikumis, kus avati esmakordselt uus eriala – agrokeemia. Õppetöö raames tuli läbida ka laborant-analüütikute kursus. Tehnikumi eduka lõpetamise järel töötas 1968–1969 Pärnumaal "Bolševiku" kolhoosis põllundusbrigadirina ja seemnekasvatuse agronoomina.

Tahtejõulise tüdrukuna jätkas ta oma õpinguid EPAs 1969–1974.

Olles agrokeemiapisikust nakatatud, leidis ta end peagi mullateaduse ja agrokeemia kateedris, kus dotsent Endel Turbas võttis ta enda hoole alla, et kasvatada ja arendada teda teadlaseks.

Lähem tutvumine agrokeemia erialaga algas juba kohe esimesel kursusel. Katsetööd saatsid kogu õpingute perioodi nii põllul kui agrokeemia laboris. Osales mitmetel üliõpilaste teadustööde konkurssidel (edukalt) sh medalivääriliselt ka üleliidulisel üliõpilaste konkursil.

Pärast EPA agronoomia teaduskonna lõpetamist töötas aastatel 1974–1990 Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse TU Instituudi Vabariiklikus Agrokeemia Laboratooriumis. Alates 1982. a töötas samas asutuses, kuid juba ümbernimetatud Vabariiklikuks Põllumajanduse Kemiseerimise Projekteerimis-Uurimisjaamaks, olles van. mulla-uuriija, van. agrokeemik, mullaanalüüsise grupijuht, peaagrokeemik, peaagrokeemik-inspektor Rapla maakonnas.

Eesti Vabariigi taasiseseisvumisel asus tööle 1991. a EMMTUIs (alates 1994. a-st EMVI), nooremteadurina Kuusikul, alates 1995. teadurina ja peale magistrikaadi kaitsmist tuli asuda tööle Kuusiku katsegrupijuhina 1997–2002.

Töö grupijuhina kulges äärmiselt keerulistes majanduslikes ja majandus-poliitilistes oludes, katsebaas läks pankrotti, katkesid kõik tugiteenused, maha tuli jätta seni teadust teenindanud peahoone, mille järel pakkus

peavarju ainult vana Kasaka küün ja UAZ-buss. Elutegevuse jätkamiseks tuli ümber ehitada endine mesila majandushoone uueks n-õ peahooneks, katsekuivati, läbi viia katsetööd ajahambast puretud tehnikaga, tuli leida kollektiivile täiendavaid ressursse vajalike tööde tegemiseks ja äraelamiseks jpm.

Peamiseks eesmärgiks oli ainult vastu pidada ja oodata parema aja tulekut. Tänu Valli Loide ja väikese töökollektiivi pingutustele, see aeg saabuski. EMVI katsegrupi asemel asus alates 2002. a tööle PMK Kuusiku Katsekeskus.

Samal ajal valmis ka väitekiri "Eesti põllumuldade liikuva magneesiumi sisaldusest, vahekorra kaaliumi ja kaltsiumiga ning mõjust kultuuride saagile" põllumajandusteaduste doktori teaduskraadi taotlemiseks, kaitsmine toimus 2002. a.

Teadustöö põhisuundadeks on mullaviljakuse, taime- de toitumisvajaduste, väetamis-, lupjamise ja kesk- konna küsimused RUPi, EASi, Archimedese projekti- dena. Koostöö projekte on olnud EMÜga, Taltech-ga ja mitme firmaga. On osalenud mitmes välisprojektis, neist suuremad: MOEL (Kesk- ja Ida-Euroopa maade väetustarve alane koostööprojekt, 2007–2012), Balti mere regiooni projekt "Baltic Slurry Acidification" (2016–2018). Avaldatud on ligi 80 artiklit, sh 2 raamatut.

Lisaks teadustööle on ka 25 aastat kestnud töö valge mesika säilitusaretuse ja selle seemnepaljendamise- ga.

Pere: Valli on abielus. Peres on üles kasvanud poeg, kes töötab Majandus- ja Kommunikatsiooni Minis- teeriumi Avalike suhete osakonnas nõunikuna. Ka on ta väga hoolikas ja abivalmis vanaema.

Liikmelisus: Eesti Mullateaduse Selts, NJF, APS.

Hobid: sport (kergejõustik, korv- ja võrkpall, lauatennis, aktiivliikumine), reisimine, hobifotograafia, loodus, teater.

Väga meeldiva suhtlejana on ta oodatud põllumeeste õppe- ja teabepäevadele nõu andma. Samuti on ta toredaks kaaslaseks kokkutulekul, mitmesuguste ürituste korraldamisel, spordivõistlustel.

Palju õnne!

Eesti Maaviljeluse Instituudi, Eesti Taimekasvatuse Instituudi ja agrokeemikute-kursusekaaslaste nimel

Luule Tartlan

## ÜLLE TAMM – 60



Eesti Taimekasvatuse Instituudi vanemteadur Ülle Tamm sündis 4. jaanuaril 1959. aastal Jõgeval teraviljade sordiaretajate Ivi ja Hans Kiiütsi perre esimese lapsena. Koolihariduse omandas Jõgeva I Keskkoolis (lõpetas 1977) ja Tartu Riiklikus Ülikoolis (1977–1982), kus õppis bioloog-botaaniku erialal. 1982. a asus ta tööle Jõgeva Sordiaretusjaama, mis nüüd ümbernimetamiste järel kannab nimetust Eesti Taimekasvatuse Instituut. Oli aastatel 1982–1985 algseemnekasvatuse agronoom, edasi nooremteadur (1985–1996), teadur (1996–2013) ja aastast 2014 vanemteadur. Tema tegevusala instituudis on oma vanemate töö jätkamine – teraviljade (peamiselt odra) sordiaretus. Aastatel 1993–1997 jätkas Ülle Tamm õpinguid Eesti Põllumajandus-ülikoolis magistrantuuris. Magistritöö teemal: "Nõuded õlleodrale ja kasvatamiseks sobivad sordid" (juhendaja H. Kiiüts) kaitses 1997. a ja talle omistati teadusmagistri kraad. Ühena vähestest magistritest on Ülle Tamm oma magistritöö publitseerinud ka raamatuna "Õlleoder: kvaliteet ja sordid" (Jõgeva, 1998, 59 lk). Aastatel 1999–2003 järgnesid õpingud Eesti Põllumajandus-ülikoolis doktorantuuris, mis päädis väitekirja kaitsmisega 2003. a teemal "Geneetilised ressursid õlleodra aretamisel" (juhendajad E. Lauk ja H. Kiiüts).

Sordiaretus on protsess, kus tulemuseni jõudmiseks kulub aastaid. Tühjalt kohalt uue inimesena alustada on keerukas, sest teadustöö hindamiskriteeriumid ei võimalda kümmekond aastat töötada nii, et sul atesteerijatele tulemust ette näidata ei ole. Lihtsam on, kui staažika aretaja kõrval saab 5 aastat töötada noorem inimene, edaspidi selle töö jätkaja. Lisaks edasiantavale kogemusele päriks ta ka aretusprotsessis pooleli oleva materjali. Just nii lülitus sujuvalt oma vanemate töösse Ülle Tamm ja see osutus väga edukaks. Pikaajalise töö (ka koostöö) tulemusena on nüüdseks aretatud ja tootmisse jõudnud järgmised odrasordid: 'Teele' (1996), 'Anni' (1998), 'Roosi' (2000), 'Leeni' (2006), 'Viire' (2006), 'Maali' (2010), 'Tuuli' (2018) ja kaerasort 'Kusta' (2017).

Tänapäeva teaduse napp rahastamine ja teadurkonna kokkukuivamine on põhjustanud olukorra, kus iga sordiaretaja peab põhitöö kõrvalt tegelema veel muude projektidega. Ülle Tamm on osalenud mitmetes rahvusvahelistes ja Eesti teadusprojektides täitjana või projektijuhina. EL ERA-NET CORE ORGANIC projekti "Mahesordiaretus geneetilise mitmekesisuse suurendamiseks" (2013–2015) raames viis ta läbi katseid odra mahesortide aretamiseks sobivate genotüüpide leidmiseks. Ülle Tamm oli Euroopa Sotsiaalfondi projekti (2014–2016) juht, mille eesmärkide täitmiseks uuriti kaera ja odra väärtust dieettoiduna. Käesolevast aastast alustab ta täitjana tööd uues odra

sordiaretusega seotud EL ERA-NET projektis BARISTA.

Rahvusvaheliste teadusprojektide kõrval on Ülle Tamm osalenud ja osaleb ka praegu mitmetes Eesti teadusprojektides. Tal on hea koostöö Tartu Ülikooli bioloogidega. Ü. Tamm osaleb Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudi uurimistöös "Grupivaliku kasutamine teraviljade sordiaretuses" (2017–2019), mida juhib professor Kristjan Zobel. Ta on täitjaks ka Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituudi teadusprojektis "Abtsiishappe märkamise ja signaliseerimise raja detailne funktsioneerimine õhulõhe sulgrakkudes" (2016–2019), mille juhiks on professor Hannes Kollist. Ülle Tamm on olnud ja on ka jätkuvalt täitjaks mitmetes Eesti rakendusuringute projektides. Praegu on täitmisel Maaeluministeeriumi rakendusuringute programmi projekt "Mahepõllumajanduses Eestis kasutamiseks sobivad sordid" (2016–2020).

Ülle Tamm on katseandmetele tuginedes avaldanud trüki üle 100 publikatsiooni. Lisaks teadurilt nõutavatele ingliskeelsetele kirjutistele rahvusvahelistes väljaannetes on ta avaldanud oma töid eesti keeles ka põllumehele kättesaadavates väljaannetes nagu kogumikud "Agronoomia", "Maamajandus", "Mahepõllumajanduse leht" jne. Oma ala tunnustatud, autoriteetse spetsialistina on ta hinnatud esineja tootjatele korraldatavatel õppe- ja põllupäevadel.

Ülle Tamm osales liikmena Euroopa Õlleodra Konventsiooni töös. 1998. aastast on ta Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi liige, pälvunud 1999. aastal ka noorteadlase aastapremia.

Ülle Tamme hobideks on loodusmatkad, aiatöö, ravimtaimede kasvatamine ja jooga. Nüüd, kus tema enda kõigil kolmel lapsel on ülikoolidiplomid taskus, on lisandunud juba ka vanaema roll.

Ülle Tamm on ise oma vanemate järel teise põlvkonna teadlane-sordiaretaja. Teadlase elukutse on valinud ka tema tütar Inga Hiiesalu, kes nagu emagi, õppis Tartu Ülikoolis bioloogiat. Inga jätkas õpinguid samas valdkonnas magistrantuuris ja doktorantuuris. Kaitses doktorikraadi botaanika ja ökoloogia erialal 2012. aastal. Ta on kasutanud tänapäevaseid võimalusi ja täiendanud oma teadmisi külalisteaduri ja -doktorandina Saksamaal Tübingeni Ülikoolis, Kanadas Regina Ülikoolis ning Tšehhi Teaduste Akadeemia juures. Niisuguse ettevalmistuse järel pole välistatud võimalus, et Ülle Tamme tütre Ingast saab kord tema töö jätkaja – oleks siis meil Jõgeval kolmanda põlve odra sordiaretaja.

Õnnelikke leide aretusaedades! Juubeliõnnitlused töökaaslastelt!

Ants Bender

## HEINRICH VIPPER – 90



2018. aasta lõpul oleks Heinrich Vipper (20.12.1928–19.05.2013) saanud 90 aastaseks. Heinrich sündis mõni päev enne jõule, 20. detsembril 1928. a Jõgeva linnas ning tuli ilmale kui Endla asundustalu peremehe Johannese ja selle perenaise Elise Marie esimene poeg. Kooliskäimist alustas

Heinrich 1937. aastal Kaarepere kuueklassilise algkoolis, mille lõpetas 1943. Õppimise kõrvalt tuli tal tutvust teha ka talutöödega ja rinde lähenedes olla mõnda aega koos pere ning kariloomadega kodust eemal sõjapaos.

Poisi elukutselise hariduse huvides saatsid vanemad Heinrichi Tartu Majandustehnikumi (endine Tartu Kommertsikool) raamatupidamist õppima. Kuna aga igav kontoritöö oli toimekale Heinrichile vastumeelne siis jättis ta selle pooleli ning asus õppima Tartu I Keskkooli, mille lõpetas 1948. aastal. Samal aastal astus Heinrich Vipper Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonda ning kui 1951. a loodi Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA), lõpetas selle 1953. a kiitusega, diplomeeritud õpetatud agronoomina. Tööle suunati ta Teaduste Akadeemia Polli filiaali nooremteaduri ja majandijahi ühendatud ametikohale. Pollis töötas Heinrich Vipper kuni 1966. aastani.

Seejärel võttis ta vastu Kuusiku Katsebaasi vanemteaduri ametikoha ning 1972. kuni 1978. aastani oli ta Kuusiku katsebaasi juhataja.

1979. aastast siirdus Heinrich tööle professor Elmar Halleri (1907–1985) kutsel EPA maaviljeluse kateedri vanemõpetaja ametikohale. Ajavahemikul 1980–1992 sama kateedri juhataja. 1980. aastal omistati Heinrich Vipperile vanemteaduri ja 1983. aastal dotsendi kutse. Pärast Eesti uuesti iseseisvumist jätkas tegevust 1992–1994 professorina ja 1993. aastast ka taimesaaduste tehnoloogia instituudi juhatajana EPA baasil moodustatud Eesti Põllumajandusülikoolis (EPMÜ). Üliõpilastele luges H. Vipper maaviljeluse kursust agronoomia ja maaparanduse erialadel, tema juhendamisel on valminud 75 lõputööd, üks doktori ning neli kandidaadi või magistritööd. 1994. a lõpus omistati Heinrich Vipperile emeriitprofessori nimetus.

Heinrich Vipperilt on trükis ilmunud raamatud "Üheaastased lupiinid" (1962) ja "Maaviljeluse praktikum" (1989). Ta on kaasautor "Maaviljeluse käsiraamatu" (1978, mullaharimise osa) ning "Teraviljakasvatuse käsiraamatu" (1999, külvikordade osa) koostamisel. On avaldanud kokku 140 erinevat kirjutist artiklitena. Heinrich Vipper oli Teadusnõukogude liige EPA-s ja hiljem EPMÜ-s ning Eesti Maaviljeluse Instituudi juures Sakus. Ta oli ka ajakirja "Sotsialistlik Põllumajandus" toimetuse kolleegiumi liige, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi liige ja selle auliige alates 2006. a.

Polli Katsebaasis töötamise perioodil (1952–1966) uuris Heinrich Vipper valge mesika, üheaastase lupiini ja teraviljade (ka maisi) agrotehnikat. Katsebaasi külastas sageli akadeemik Johan Eichfeld (1893–1989), kes tõi sinna uurimiseks maisisorte, selleks et võrrelda neid haljasmassi ja seemnesaagi seisukohalt.

Põllumajanduseteaduse kandidaadi kraadi kaitses H. Vipper 1966. a teemal "Üheaastased lupiinid (*Lupinus* sp.), nende introduktiooni võimalused ja agrotehnika Eesti NSV-s".

Juba Pollis töötamise ajal kuulus Heinrich Vipper ka Kuusiku agrotehnika laboratooriumi koosseisu, mida juhatas Elmar Haller. Haller tegi 1955. aastal Vipperile ettepaneku rajada Pollis spetsiaalsed katsed, kus tuleks võrrelda aluselises ja happelises keskkonnas idanenud valge mesika seemnete mõju mesikataimedele. Ilmnes, et valge mesika seemnete eelidandamine karbonaatses mullas tagas mesikataimede peaaegu sama normaalse kasvu ja arengu kui seemnete külv hästilubjatud mulda. Heinrich Vipperi Polli ajajärgu katsed andsid Elmar Hallerile idee, kus idanemiskeskonna mõnede komponentide mõju võib olla määrava tähtsusega mitmete kultuuride edasisele kasvule ja arengule. Sellest ajendatuna alustas professor Haller 1960. aastatel idanemiskeskonna mõju süvendatud uurimist põllukultuuride füsioloogilis-biokeemiliste protsessidele. Sellest kasvas lõpuks välja kultuurtaimede idanemiskeskonna teooria (1967), millega Elmar Haller saavutas rahvusvahelise tunnustuse (1983).

Kuusikul kujunes Heinrich Vipperi peamiseks valdkonnaks mullaharimine, mille juures ta osutas tähelepanu harimise teoreetiliste aluste praktiliste võtete väljatöötamisele. Aastatel 1970–1985 tegeles ta aktiivselt künnivõistluste propageerimisega ja oli korduvalt vabariiklike künnivõistluste peakohtunik.

Heinrich Vipper uuris kuueaastase aasta kestel koos kolleegidega erinevate maaviljelussüsteemide sobivust Eesti oludesse. Selleks rajati 1981. aastal pikaajalised külvikorra komplekskatsed, mis kestsid kuni 1997. aastani. Uuriti mullaharimist, väetamist ja taimekaitset. Erilise tähelepanu all olid eri intensiivsusega maaviljelussüsteemid (intensiivne, säästlik ja mahe) ja nende mõju saagile, selle kvaliteedile ja mullale. Nende katsete tulemused on omandanud tänapäeval erilise aktuaalsuse, eriti need mis puudutavad keskkonnasäästlikku maaviljelust või mahekülvikordi, mulla elustikku (mikroobide aktiivsus, vihmaussid, jm).

Heinrich Vipperile anti 1982. a Eesti NSV teenelise teadlase aunimetus.

Koos abikaasa Ireenega on Heinrich Vipper üles kasvatanud kaks tütar. Tal oli ka suur aiandushuvi, eriti mis puudutasid ilutaimi. Ta rajas abikaasaga Peedul asuvasse suvekodusse istanduse, kus oli üle 200 roosisordi.



Hobi korras tegeles Heinrich Vipper kergejõustikuga, nii teivashüppe, suusatamise ja suusahüpetega. 1960. aastail rajas ta koos suusataja Lembit Viitaga Karksi-Nuia mägedesse väikese hüppemäe, mis võimaldas ohutult hüppata 30 meetri kaugusele. Hüppemägi oli kasutuskõlblik paarkümmend aastat. Kuusikul rajas Heinrich Vipper koos teistega korraliku võrk- ja korvpalliväljaku. Tartu perioodil oli ta abis ja osales ka ise VTK mitmevõistluses, kus vabariiklikelt võistlustelt toodi EPA-le tema kaasabil võistkondlik II koht.

Heinrich Vipper oli erudeeritud, isikupärane teadlane, kelle iseloomuomadused – täpsus, ausus, tegutsemisvalmidus ja sõbralikkus olid paljudele eeskujuks. Tal oli autoriteeti Eesti teadlaste ning põllumeeste hulgas. Hinnatud teadlase ja õppejõuna oli Heinrich Vipper oodatud lektor ja koolitaja eesti põllumeestele, agronoomidele ning nõustajatele.

Jaan Kuht





