



## 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

**Toomas Orro** Estonian University of Life Sciences

**Oliver Sada** Estonian University of Life Sciences

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

---

Rahvusvaheline toimetuskolleegium / *International Editorial Board*

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

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

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

**Margareta Emanuelson** Swedish University of Agricultural Sciences

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

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

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

**Aleksandrs Jemeljanovs** Latvia University of Agriculture

**Olav Kärt** Estonian University of Life Sciences

**Hussain Omed** Bangor University, UK

**Sven Peets** Harper Adams University, UK

**Jan Philipsson** Swedish University of Life Sciences

**Vidmantas Pileckas** Lithuanian University of Health Sciences

**Jaan Praks** Estonian University of Life Sciences

**Baiba Rivza** Latvia University of Agriculture

**Mart Sörg** Tartu University, Estonia

**Merko Vaga** Swedish University of Agricultural Sciences

**Rein Viiralt** Estonian University of Life Sciences

---

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

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

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

*Trükk / Print: Eesti Ülikoolide Kirjastus OÜ*

*Kaanepilt / Cover image by freepik.com*

# AGRAARTEADUS

2017 ♦ XXVIII ♦ 2

---

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

---

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

## SISUKORD

### TEADUSARTIKLID

- A. Bender, S. Tamm*  
Tetraploidse punase ristiku seemnepõllu rajamine kattevilja aluse külviga ..... 63
- K. Laikoja, L. Teder, I. Jõudu*  
Assessment of chemical and sensory quality of unsalted and salted sweet cream butter during storage at different temperatures and time ..... 76
- M. Olle*  
The effect of Silicon on the organically grown iceberg lettuce growth and quality ..... 82
- T. Püssa*  
Ülevaade: toidulisandid – kasulikud, kasutud või ohtlikud? ..... 87
- T. Vahter, M. Nõges*  
Lihtsa krohmseene inokulaadi kasvatamine ning võrdlus kaubanduslike toodetega taimekasvu suurendamiseks ..... 94
- K. Jan, M. Waseem, D.M. Baloch, A.H. Baloch, M.A. Khan, T. Khan, M. Rashid, Q. Ali*  
Morphological lodge of desi cotton (*Gossypium arboreum* L.) genotypes and stage-manage by planting log under dry tropical prospect ..... 106

### KROONIKA

- M. Kass, H. Kiiman*  
Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi 2016. aasta tegevusaruanne ..... 113
- E. Lokk*  
70 aastat tagasi asutati Loomakasvatuseinstituut (ELVI) ..... 115

### JUUBELID

- A. Bender*  
Hans Küüts – 85 ..... 118
- A. Tsahkna*  
Maia Raudseping – 75 ..... 119
- A. Bender*  
Aide Tsahkna – 70 ..... 120

### IN MEMORIAM

- E. Ernits*  
Mihkel Jalakas – *in memoriam* ..... 121
- A. Bender*  
Rein Kask – *in memoriam* ..... 123

### MÄLESTUSPÄEVAD

- J. Kuht*  
Professor Elmar Haller – 110 ..... 125

### TEATED

- Doktorikraadi kaitsjad Eesti Maaülikoolis 2017. aastal ..... 127

# JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

2017 ♦ XXVIII ♦ 2

---

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

---

Scientific publications published in *Agraarteadus* are peer-reviewed

## CONTENTS

### RESEARCH ARTICLES

- A. Bender, S. Tamm*  
Establishment of tetraploid red clover seed field under a cover crop ..... 63
- K. Laikoja, L. Teder, I. Jõudu*  
Assessment of chemical and sensory quality of unsalted and salted sweet cream butter  
during storage at different temperatures and time ..... 76
- M. Olle*  
The effect of Silicon on the organically grown iceberg lettuce growth and quality ..... 82
- T. Püssa*  
Review: food supplements – useful, useless or hazardous? ..... 87
- T. Vahter, M. Nõges*  
Comparing a simple arbuscular mycorrhizal fungal inoculum with commercial products  
for enhancing plant growth ..... 94
- K. Jan, M. Waseem, D.M. Baloch, A.H. Baloch, M.A. Khan, T. Khan, M. Rashid, Q. Ali*  
Morphological lodge of desi cotton (*Gossypium arboreum* L.) genotypes and stage-  
manage by planting log under dry tropical prospect ..... 106

### ANNOUNCEMENTS

- Thesis defenders Estonian University of Life Sciences in 2017 ..... 127

Agraarteadus  
2 \* XXVIII \* 2017 63–75



Journal of Agricultural Science  
2 \* XXVIII \* 2017 63–75

## TETRAPLOIDSE PUNASE RISTIKU SEEMNEPÕLLU RAJAMINE KATTEVILJA ALUSE KÜLVIGA

### ESTABLISHMENT OF TETRAPLOID RED CLOVER SEED FIELD UNDER A COVER CROP

*Ants Bender, Sirje Tamm*

*Eesti Taimakasvatuse Instituut, J. Aamisepa 1, Jõgeva alevik, 48309, Jõgevamaa*

Saabunud: 01.11.17  
Received:  
Aktsepteeritud: 15.12.17  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 20.12.17  
Published online:  
Vastutav autor: Ants Bender  
Corresponding author:  
e-mail: [ants.bender@etki.ee](mailto:ants.bender@etki.ee)

**Keywords:** cover crop, early and late tetraploid red clover, nitrogen and seeding rate, seed yield, economical calculation.

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2017\\_2\\_bender.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2017_2_bender.pdf)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15159/jas.17.08>

**ABSTRACT.** In 2013–2014 field trials were organised in Estonian Crop Research Institute to comply with the applied project of the Estonian Ministry of Agriculture. In the establishment of a red clover seed production field 2 cover crops (barley and spring wheat) were investigated on 4 treatments and 4 seed rates (2, 4, 6 and 8 kg ha<sup>-1</sup>). Based on the field trials it can be concluded that both two-row barley (the variety 'Maali') and spring wheat (the variety 'Mooni') are suitable cover crops for the establishment of a red clover seed production field. For early red clover barley is more suitable as a cover crop. For the late red clover barley and spring wheat are equally suitable as cover crops. According to yield results of cover crop, red clover seed yield as well as economical calculations based on expenditures, reduction of recommended seed and nitrogen rate should be decrease to up to 1/3 in spring cereals cultivation. For tetraploid varieties of red clover we recommend to use 4–6 kg/ha (germination 100%) in the establishment of the red clover seed production field.

© 2017 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2017 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Sissejuhatus

Punane ristik on Eestis peamine liblikõieline heintaim, mille seemnesaak sõltub sordi tüübist, kasvuaasta ilmastikust, tolmeldajate rohkusest ja rakendatavast agrotehnikast. Üldjuhul soovitatakse seemnepõld rajada kattevilja aluse külvina. Kattevilja kasutamisel jääb seemnekasvatataval ära saagitu (sissetulekuta) aasta, üheaastaste umbrohtude surve noorele ristikutaimikule on väiksem ning kattevilja kaitseb suve esimesel poolel ristiku orast ebasoodsate ilmastikuolude eest. Põhjapoolsetes riikides soovitatakse katteviljana kasvatada varast otra, mille koristusaeg on suviteraviljadest varaseim. Siis jääb ristikutaimikule kattevilja koristamise ja vegetatsiooniperioodi lõpu vahel pikem kosumisaeg. Meie oludes on kõige varasema valmimisajaga suviteraviljadest kuerealised odrasordid. Nende kasvatamist katteviljana segab nõrgapoolne seisukindlus. Lamandunud kattevilja all ristikutaimed hävivad, taimikud jäävad tühikulisteks ning umbrohtuvad.

Seoses kliima üldise soojenemisega on Eestis viimase 30 aasta jooksul öökülmavaba periood pikenenud 17 päeva võrra (Sepp, 2015). Sellega seoses on muutunud aktuaalseks küsimus, kas punase ristiku seemnepõllu rajamisel võiks kuerealise odrasorte asendada kahe-realistega (keskvalmivatega). Kaherealiste odrasortide kasutusvõimalus katteviljana oleks kahetiselt kasulik: 1) kattevilja lamandumine ohustab allakülvi vähem; 2) kahetahulise odra tera on jämedam, saak seega kvaliteetsem ning saagi kasutamisevõimalused avaramad.

Varaste suvinisusortide käibeletulek ühelt poolt, kliima soojenemisest tulenev vegetatsiooniperioodi pikenedamine teiselt poolt, pakub võimaluse kasutada katteviljana ka suvinisu. Viimastel aastatel on Norras nii toimitudki (Aamlid, Havstad, 2011; Havstad, Øverland, 2016).

Eestis oli kasvatatavate teraviljade seas varem domineerimas oder. Viimastel aastatel on aga nisu (nii suvikui talinisu kokku) kasvupind oluliselt laienenud ja tema kasvupind ületab juba odra kasvupinda (Statistika

andmebaas, 2015). Siit tuleneb omakorda tootja huvi suvinisu kui võimaliku punase ristiku kattevilja vastu.

Et luua alla külvatud ristikutaimede jaoks soodsamad valgustingimused ja paremad mullaniiskuse olud soovatakse USA-s kattevilja külvisenormi 25–50% vähendada (Undersander jt, 1990). Eestis on varasem soovitus olnud ligilähedane (20–40%) (Kotkas, 1969; Jaama, 1986). Kattevilja hõreda seisuga kaasneb meil oht, et sademeterohke suvega aastail võib punane ristik kasvada ülemäära lopsakaks, ulatuda katteviljast üle ja raskendada kombaini tööd teravilja koristamisel.

Viimastel aastatel on Norras läbiviidud uurimistööde põhjal jõutud järeldusele, et seoses uute seisukindlamate teraviljasortide kasutusele tulekuga ei ole kattevilja külvisenormi vähendamisel enam mõtet. Varem peeti vajalikuks vähendada ka katteviljana kasvatatava teravilja lämmastikväetise normi 25% võrra. Norra kogemusel ei ole see enam vajalik.

Punase ristiku seemnepõllud on meil seni soovitud rajada külvisenormiga 6–16 kg ha<sup>-1</sup> (Kotkas, 1969; Rand, 1992; Bender, 2006). Kirjandusest võib leida samuti külvisenormi osas soovitusi väga laias diapasoonis, kuid üldiselt on need meil soovitatutest väiksemad. Sagedamini kohatavad soovitusel jäävad vahemikku 2–4,5 kg ha<sup>-1</sup> (Pankiw jt, 1977; Taylor jt, 1996; Bouet, Sicard, 1998; Bowely jt, 2014; Huebner, 2014). Eeltoodud külvisenormid kehtivad kitsarealistel külvide korral. Kui külvatatakse laia reavahega (45–60 cm), siis soovatakse külvata veelgi väiksemate normidega – isegi 0,5–0,75 kg ha<sup>-1</sup> (Clifford, Anderson, 1980; Rincker, Rampton, 1985). Samas nenditakse, et tootmispraktikas külvatatakse seemnepõllud kindluse mõttes siiski suurendatud külvisenormiga 6–13 kg ha<sup>-1</sup> (Marshall jt, 1998; Rincker, Rampton, 1985; Bowely jt, 2014; Huebner 2014). Kirjandusest võib leida soovitusi kombineerida söodatootmist seemnekasvatusega. Sellisel juhul valitakse külvisenorm söodatootmise kasutuseleolev (12–16 kg ha<sup>-1</sup>). Esimesel kasutusaastal koristatakse kasvanud taimik söödaks, teisel kasutusaastal võetakse aga seemet (Kotkas, 1969).

Meie lähematest naabritest külvavad lätlased punase ristiku seemnepõllud kitsarealistes külvis külvisenormiga 8–10 kg ha<sup>-1</sup>. Kui külv toimub reavahega 30 cm, vähendatakse külvisenormi 5–6 kg-ni hektarile (Jansone, 2008). Norras soovatakse punase ristiku seemnepõllu rajamisel kasutada külvisenormi 2–4 kg ha<sup>-1</sup> (Aamlid, 2011; Aamlid, Havstad, 2011).

Kirjandusallikais ei ole enamasti märgitud kas soovitusel kehtivad di- või tetraploidsete sortide kohta. Punase ristiku diploidsete sortide seemnete 1000 seemne mass on vahemikus 1,4–1,9 g, tetraploidsetel sortidel aga 2,5–3,2 g. Sama kaalulise külvisenormi kasutamise korral külvame tetraploidsetel sortidel diploidsete sortidega võrreldes tükiarvuliselt (peaaegu) poole vähem seemneid. Diploidsetel punase ristiku sortidel on ühes kilogrammis 550 000, tetraploidsetel sortidel 295 000 seemet (Trifolium...).

Kuna Eestis ei ole aastakümneid punase ristiku seemnekasvatuse agrotehnikat uuritud, rajati 2013. aastal

Jõgevale põldkatsed, et selgitada ja täpsustada järgmisi küsimusi.

1) Kas punasele ristikule varem katteviljaks soovitud neljatahuline varane oder on asendatav seisukindlama kahetahulise odra või koguni suvinisu varasepoolsete sortidega.

2) Kuidas mõjutab külvisenormi ja lämmastikväetise fooni alandamine kattevilja saaki ja selle kvaliteeti.

3) Milline on kattevilja (oder, suvinisu) külvisenormi mõju punase ristiku seemnetaimiku kujunemisele ja esimese kasutusaasta seemnesaagile.

4) Uurida katteviljale kasutatava lämmastikväetise normi mõju allakülvatud punase ristiku taimiku kujunemisele ja esimese kasutusaasta seemnesaagile.

5) Selgitada punase ristiku külvisenormi mõju seemnetaimiku kujunemisele ja esimese kasutusaasta seemnesaagile.

6) Kas uuritavad faktorid mõjutavad varase ja hilise punase ristiku seemnetaimiku kujunemist ja seemnesaaki ning selle kvaliteeti erinevalt.

7) Kuidas mõjutab kattevilja liik, agrofoon ja punase ristiku külvisenorm toodangu rahalist väärtust külvi- ja kasutusaasta summas ning milline on tootmissisendite tasuvus suhtarvuna.

### Katsematerjal ja meetoodika

Eelpool loetletud eesmärkide saavutamiseks rajati 2013. aastal Jõgevale 2 põldkatset: ühes neist oli katteviljaks varane suvinisu sort 'Mooni', teises kahetahuline keskvalmiv odrasort 'Maali'. Mõlemas katses olid uurimise all punase ristiku varane tetraploidne sort 'Varte' ja hiline tetraploidne sort 'Ilte'. Mõlemal katteviljal olid järgmised agrofooni variandid:

1) kattevilja külvisenorm vähendatud (külvati 66% tava normist), lämmastikväetise norm vähendatud (66% tava normist) – kontrollvariant;

2) kattevilja külvisenorm vähendamata (100%), lämmastikväetise norm vähendatud (66% tava normist);

3) kattevilja külvisenorm vähendamata (100%), lämmastikväetise norm vähendamata (100%);

4) kattevilja külvisenorm vähendatud (66% tava normist), lämmastikväetise norm vähendamata (100%).

Normide arvutamisel olid aluseks järgmised kattevilja külvisenormi ja lämmastikväetise kogused: suvinisu külvisenorm 600 idanevat tera m<sup>2</sup>-le (100%), lämmastikväetise norm N 120 kg ha<sup>-1</sup> (100%), odra puhul külvisenorm 500 idanevat tera m<sup>2</sup>-le (100%) ja lämmastikväetise norm N 90 kg ha<sup>-1</sup> (100%).

Kõigil kattevilja neljal agrofoonil uuriti punase ristiku järgmisi külvisenorme: 2, 4, 6 ja 8 kg 100%-lise külviväärtusega seemet hektarile (vastavalt 60, 120, 180 ja 240 idanevat seemet m<sup>2</sup>-le). Punase ristiku külvisenormi variandid rajati neljas korduses.

Katsed rajati leostunud mullale (K<sub>o</sub>), milles analüüsimeetmete põhjal oli taimetoitainete sisaldus järgmine: P 179, K 162, Ca 1392, ja Mg 56 mg kg mulla kohta. Muld sisaldas 2,0% süsinikku orgaanilise ainaena, mulla reaktsioon pH<sub>KCl</sub> 5,4.

Katsete rajamisel külvati katsealale fosfor-kaaliumväetised käsitsi, väetamisel kasutati granuleeritud

liitvætist Scalsa (mikrovætiste lisaga) normiga 400 kg ha<sup>-1</sup> (P 19, K 67 kg ha<sup>-1</sup>), lämmastikvætis anti ammoniumsalpeetrina vastavalt katseplaanile külvikuga Saxonia enne viimast külveelset mullaharimist. Hiljem katseid ei väetatud.

Kattevilja külvati külvikuga Pöttinger Vitasem 252 kitsarealiselt (reavahe 15 cm) 30. aprillil e esimesel külvivõimalusel, allakülvid tehti 2. mail külvikuga Hege 80. Lühiealiste kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks pritsiti katseala ajal, mil teravili oli võrsumisfaasis ja punasel ristikul oli moodustunud 1–2 kolmetist pärislehte herbitsiidiga MCPA 750, norm 1,0 l ha<sup>-1</sup>.

Rajamisaastal loendati kattevilja generatiivvõrsete arv pinnauhikul ja mõõdeti nende õitsemiseaegne kõrgus. Katteviljaks külvatud oder 'Maali' koristati 30. juulil, suvinisu 'Mooni' 10 augustil. Kummalgi katteviljal ühelgi lämmastikufoonil lamandumist ei esinenud. Teraviljade saak määrati katsekombainiga Hege 140 arvestuslapilt 7 m<sup>2</sup> kuues korduses, ülejäänud katseala koristati kombainiga Sampo 500. Põhk riisuti katsetelt koristusjärgsel päeval käsitsi ja veeti minema. Kattevilja konts niideti motorobotiga MF 70 15 cm kõrguselt üle. Teravilja proovid kuivatati dineesenkuivatis, sorteeriti, kaaluti ja arvatuti saak. Saagi kvaliteedi näitajatest määrati mahumass, 1000 seemne mass ja toorproteiini sisaldus, suvinisul veel täiendavalt kleepvalgu sisaldus ja gluteeni indeks. Analüüsid tehti Eesti Taimikasvatuse Instituudi biokeemia laboratooriumis.

Külviaastal, vegetatsiooniperioodi lõpu eel, määrati punase ristiku taimede arv pinnauhikul neljas korduses 0,5 × 0,5 m raami abil.

Esimesel kasutusaastal (2014) koolutati regulaarselt punase ristiku varsi äärtelt katselapi keskosa suunas vältimaks taimikute põimumist, mis oleks teinud võimatuks hoida katselappidel seemnesaaki lahus. Varase punase ristiku 'Varte' seeme koristati 20. augustil, hilise punase ristiku 'Ite' seeme aga 2. ja 3. septembril. Koristati kombainiga Hege 125 C. Seemnemass kuivatati dineesentüüpi kuivatis, hõõruti hõõrlil Westrup HA-400, ning lõpp-puhastati Kamas-Westrupi laboratoorse sorteeriga LALS. Kolm kuud pärast kombainimist ja puhastamist määrati laboratooriumis seemnetel 1000 seemne mass ja idanevus.

Katsed paiknesid mesila lähedal (ca 300 m kaugusel), kus 8 peret.

### Katse aastate meteoroloogilised tingimused

Katsete rajamisaastal (2013) oli kevad hilisepoolne. Mai, juuni ja juuli olid kõik tavapärasest kõrgema õhutemperatuuriga, juuni-juuli-august samas sademetevaesed. Esimesel võimalusel tehtud külvi tõttu oli teravilja ja punase ristiku tarkamine siiski ühtlane, võrsumine mais langenud sademete tõttu hea. Hiljem kiirendas mullas valitsenud niiskuse defitsiit ja tavalisest kõrgem õhutemperatuur teraviljade valmimist, kuid aeglustas allakülvatud ristikutaimede kasvu ja arengut. Odra saak valmis ja koristati 30. juulil, suvinisu 10. augustil. Kattevilja koristamisest vegetatsiooniperioodi

lõppemiseni jäi alla külvatud ristikutaimedele kosumisaega vastavalt 90 ja 79 päeva.

Ilmaolud seemnesaagiaastal (2014) olid vastuolulised. Maikuu oli paljude aastate keskmisest soojem. Maksimaalne õhutemperatuur tõusis üle 25 °C kaheksal päeval, mis on rekord vaatlusreas 1922–2014. Efektiivseid õhutemperatuure kogunes kuu jooksul 222 kraadi, mis on paljude aastate keskmisest 42 kraadi rohkem. Kasvavas kokkuvõttes kogunes efektiivseid õhutemperatuure kuu lõpuks 325 kraadi, mis ületab keskmist 97 kraadi võrra ja vastas looduses 11 päevasele edumaale. Soojale maikuu järgnes tavatult jahe juuni. Eriti jahe oli kuu viimane dekaad – keskmine õhutemperatuur ainult 11,3 °C. Kogu vaatlusrea jooksul on nii jahe juuni III dekaad Jõgeval olnud vaid ühel aastal (1923). Neljal korral (24., 26., 27. ja 28. juunil) registreeriti taimkatte pinnal koguni öökülma. Varane punane ristik alustas õitsemist 15. juunil, õitsemise esimene pool langes seega ilmastikutingimustelt ebasoodsale sajusele, jahedale ajale. 17. juunil sadas lumekruupe ja lumelörtsi, 23. juunil rahet.

Juulis ilm paranes. Kuu keskmine õhutemperatuur oli 2,5 °C võrra paljude aastate keskmisest kõrgem. Maksimaalne õhutemperatuur tõusis üle 25 °C kuu jooksul 17 päeval ja oli võrdne või üle 30 °C 4 päeval. Kuu oli sademetevaene (48 mm). Selle kuu suuremad sajud esinesid 1. juulil (17 mm) ja 30. juulil (21 mm). Päikesepaistet oli juulis 21% paljude aastate keskmisest enam. Kuu lõpus oli looduse arengus taas ligikaudu 12 päevane edumaa. Ilmad olid punase ristiku õitsemiseks ja tolmeldajate tööks juulis väga soodsad. Ka august oli paljude aastate keskmisest soojem, kuid sademeterohke. Keskmine õhutemperatuur oli 16,5 °C, mis on 1,2 °C võrra paljude aastate keskmisest kõrgem. Sademeid esines augustis 131 mm, mis on 42 mm üle paljude aastate keskmise. Peamised sademed langesid kahel järjestikusel päeval – 23. ja 24. augustil. 23. augustil oli sadu pealegi väga intensiivne. Ligikaudu tunni jooksul sadas üle 20 mm vihma. Kahel päeval (22. ja 23. augustil) sadas Jõgeval rahet. September oli jällegi päikesepaisteline (141% paljude aastate keskmisest), soe ja sademetevaene (27 mm), kuid see ei mõjutanud enam punase ristiku seemnesaaki. Koristus lõpetati 3. septembril.

Ilmastikuolusid kokku võttes võib märkida, et punase ristiku taimed kannatasid külviaastal pika põuaperioodi tõttu. Esimesel kasutusaastal kahandas varase punase ristiku seemnesaaki ekstreemselt halb juuni II pool, hilise punase ristiku seemnesaagi rikkus aga augusti soe, kuid väga vihmane II ja III dekaad. Tugev vihm ja rahe peksid juba küpseda jõudnud seemnetega nutid taimiku sisse vastu maapinda, kus need enam ei kuivanud ja osa moodustunud seemnesaagist riknes (idanes ära).

Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi AGROBASE 20<sup>TM</sup> (Fisher LSD test).

### Katsetulemused

#### Oder 'Maali' katteviljana

Oder 'Maali' võrsete pikkus katse alal oli vahemikus 67–79 cm (tabel 1). Külvisenormi vähendamisega kaasnes mõningane lisa odra taimiku kõrguses. Lämmastikväetise suurem annus muutis taimed koguni kuni 10 cm kõrgemaks. Taimiku tihedust mõjutas nii odra külvisenorm kui kasutatud lämmastiku kogus. Täis külvisenormiga külvatud ja tavatootmises kasutusel oleva lämmastikväetise normiga väetades kujunes kattevilja kõrgus ja tihedus allakülville kõige raskemaid kasvutingimusi loovaks. Tihe taimik (ca 700 võrset m<sup>-2</sup>) oli 71,6–74,6 cm kõrge.

Odra saak katsevariantides oli vahemikus 3586–4760 kg ha<sup>-1</sup> (tabel 2). Külvisenormi vähendamine kolmandiku võrra vähendas lämmastikväetise foonil N 60 kg

ha<sup>-1</sup> saaki 1,8–2,6%, lämmastikufoonil N 90 kg ha<sup>-1</sup> aga 3,0–17,7%. Külvisenormist enam ja usutavalt mõjutas odra saaki kasutatud lämmastikväetise kogus. Kolmandiku võrra väiksem lämmastiku kogus variandis, kus odra külvisenorm oli 500 idanevat tera m<sup>-2</sup>-l andas saaki 14,8–28,1%. Odra külvisenormi vähendamisega kaasnes mõningane terade mahumassi ja 1000 seemne massi suurenemine, lämmastikväetise normi suurendamisega kaasnes usutav toorproteiini sisalduse tõus. Toorproteiini sisaldust mõjutas ka odra külvisenorm. Selle alandamine kolmandiku võrra põhjustas terade toorproteiini sisalduse usutava tõusu kolmel juhul, ühes variandis sellesuunalist muutust ei kaasnud.

Punase ristiku külvisenormi suurendamine 2 kg-It kuni 8 kg-ni hektari kohta suurendas ka külviaasta sügisel loendatud taimede arvu pinnatühikul (tabel 3).

**Tabel 1.** Oder 'Maali' taimede kõrgus ja generatiivvõrsete tihedus

**Table 1.** Height of plants and density of fertile tillers of barley 'Maali'

Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
Külvisenorm 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS* m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>	Külvisenorm 500 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>	Külvisenorm 500 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	Külvisenorm 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	
<b>'Varte'</b>				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
72 <sup>C</sup>	69 <sup>D</sup>	75 <sup>B</sup>	79 <sup>A</sup>	2
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m <sup>-2</sup> -l				
592 <sup>C</sup>	637 <sup>B</sup>	694 <sup>A</sup>	621 <sup>BC</sup>	44
<b>'Ilte'</b>				
Taimede kõrgus / Height of plants, cm				
69 <sup>BC</sup>	67 <sup>C</sup>	72 <sup>B</sup>	77 <sup>A</sup>	3
Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m <sup>-2</sup> -l				
542 <sup>B</sup>	654 <sup>A</sup>	700 <sup>A</sup>	663 <sup>A</sup>	70

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas on märgitud erinevate tähtedega (A, B, C, D)  
Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row are marked with different letters (A, B, C, D)

**Tabel 2.** Odra 'Maali' saak ja saagi kvaliteet 2013. a

**Table 2.** Yield of barley 'Maali' and its quality in 2013

Jrk nr	Variant Treatment	Saak, Yield, kg ha <sup>-1</sup>	%	Mahumass, Volume weight, g l <sup>-1</sup>	Toorproteiin, Crude protein, %	1000 seemne mass, 1000 kernel weight, g
Alla külvatud varane punane ristik 'Varte' / Undersown early red clover 'Varte'						
1	Külvisen. 333 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 333 PLS* m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>	3586 <sup>c</sup>	100	692 <sup>ab</sup>	9 <sup>bc</sup>	48,79 <sup>ab</sup>
2	Külvisen. 500 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>	3678 <sup>c</sup>	102,6	679 <sup>b</sup>	8,7 <sup>c</sup>	47,08 <sup>b</sup>
3	Külvisen. 500 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	4211 <sup>b</sup>	117,4	688 <sup>ab</sup>	9,7 <sup>b</sup>	47,38 <sup>b</sup>
4	Külvisen. 333 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 333 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	4104 <sup>bc</sup>	114,4	699 <sup>a</sup>	10,1 <sup>ab</sup>	49,38 <sup>a</sup>
Alla külvatud hiline punane ristik 'Ilte' / Undersown late red clover 'Ilte'						
5	Külvisen. 333 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 333 PLS m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>	3663 <sup>c</sup>	100	694 <sup>ab</sup>	9,4 <sup>b</sup>	48,6 <sup>b</sup>
6	Külvisen. 500 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>	3729 <sup>bc</sup>	101,8	681 <sup>b</sup>	8,9 <sup>c</sup>	47,37 <sup>b</sup>
7	Külvisen. 500 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	4760 <sup>a</sup>	129,9	682 <sup>b</sup>	10,3 <sup>a</sup>	48,43 <sup>ab</sup>
8	Külvisen. 333 id tera m <sup>2</sup> / Seeding rate 333 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	4111 <sup>bc</sup>	112,2	696 <sup>ab</sup>	10,3 <sup>a</sup>	49,73 <sup>a</sup>
LSD 0,05		528		14	0,4	1,57

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (a, b, c, d)  
Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same column are marked with different letters (a, b, c, d)

Taimede arv suurenes seejuures enam kuni 6 kg-ni, sealt edasi külvisenormi suurendamine usutavalt tihedust ei tõstnud. Odra kui kattevilja negatiivne mõju punase ristiku taimede tihedusele oli suurim variandis,

kus oder oli külvatud täiskülvinormiga ja lämmastiku foon oli samuti kõrge. Varasemast on teada, et kattevilja kõrge agrofooni taseme korral on alla külvataval punasel ristikul tarvis vajaliku tiheduse saavutamiseks



külvisenormi suurendada (Bender, 2006). Sama võib järeldada ka meie katseandmetest. Punase ristiku külvisenormid 6 ja 8 ka ha<sup>-1</sup> kindlustasid odra kõigil agrofoonidel enamvähem sama tihedusega ristikutaimiku. Katteviljale antud lämmastikväärtise norm mõjutas ristikutaimikut enam kui kattevilja külvisenorm.

Kui pidada kõrge seemnesaagi saamise eelduseks vähemalt 17 taime ruutmeetril (Clifford, Anderson, 1980), siis meie külviaasta sügiseste andmete põhjal ei rahuldanud seda taset vaid üks katsevariant: 2 kg ristikuseemet külvatuna täiskülvinormiga odra alla, mis pealegi sai tavaootmises rakendatava lämmastikuannuse (90 kg ha<sup>-1</sup>).

**Table 3.** Oder 'Maali' alla külvatud punase ristiku taimikute tihedus, taimi tk m<sup>2</sup>

**Table 3.** Densities of red clover, sown under the barley 'Maali', stands in the autumn of the seeding year, plants pcs m<sup>2</sup>

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha <sup>-1</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS* m <sup>2</sup>	Külvisen. 500 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 500 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS m <sup>2</sup>	
	N 60 kg ha <sup>-1</sup>	N 60 kg ha <sup>-1</sup>	N 90 kg ha <sup>-1</sup>	N 90 kg ha <sup>-1</sup>	
	Varane punane ristik / Early red clover 'Varte'				
2	23 <sup>ABc</sup>	30 <sup>Ac</sup>	14 <sup>Bb</sup>	19 <sup>Bc</sup>	10
4	35 <sup>Bbc</sup>	56 <sup>Aab</sup>	27 <sup>Bb</sup>	37 <sup>Bbc</sup>	18
6	53 <sup>Aab</sup>	50 <sup>Ab</sup>	48 <sup>Aa</sup>	52 <sup>Aab</sup>	20
8	59 <sup>Aa</sup>	66 <sup>Aa</sup>	58 <sup>Aa</sup>	61 <sup>Aa</sup>	20
Keskm. / Mean	43	51	37	42	
LSD 0,05	19	15	20	23	
	Hiline punane ristik / Late red clover 'Ilte'				
2	27 <sup>ABc</sup>	28 <sup>Ac</sup>	19 <sup>Bb</sup>	25 <sup>ABc</sup>	8
4	40 <sup>Ab</sup>	47 <sup>Ab</sup>	26 <sup>Bb</sup>	48 <sup>Abc</sup>	9
6	61 <sup>Aa</sup>	69 <sup>Aa</sup>	56 <sup>Aa</sup>	57 <sup>Aab</sup>	20
8	72 <sup>Aa</sup>	77 <sup>Aa</sup>	64 <sup>Aa</sup>	78 <sup>Aa</sup>	29
Keskm. / Mean	50	55	41	52	
LSD 0,05	12	12	23	24	

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

### Punase ristiku seemnesaagid

Oder 'Maali' alla külvatud varane punane ristik 'Varte' andis seemnesaagid vahemikus 349–413 kg ha<sup>-1</sup> (tabel 4). Kõigi uuritud punase ristiku külvisenormide osas andsid paremaid seemnesaake katselapid, mille rajamisel oli vähendatud katteviljal nii külvisenormi kui lämmastikväärtise normi kolmandiku võrra. Jättes

mõlemad, nii kattevilja külvisenormi kui lämmastikväärtise normi muutmata, vähenes küll alla külvatud punase ristiku seemnesaak, kuid seemnesaagi vähenemine ei olnud statistiliselt usutav. Katseandmed näitasid, et katteviljale antava lämmastikväärtise koguse suurendamise mõju oli seejuures suurem kui kattevilja külvisenormi suurendamise mõju.

**Table 4.** Katteviljaks olnud oder 'Maali' agrofooni ja alla külvatud varase punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Varte' seemnesaagile 2014. a, kg ha<sup>-1</sup>

**Table 4.** The effect of seeding and fertilizer rates of barley 'Maali' and that of seeding rate of the undersown red clover on the seed yield of the cultivar 'Varte' in 2014, kg ha<sup>-1</sup>

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha <sup>-1</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS* m <sup>2</sup>	Külvisen. 500 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 500 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS m <sup>2</sup>	
	N 60 kg ha <sup>-1</sup>	N 60 kg ha <sup>-1</sup>	N 90 kg ha <sup>-1</sup>	N 90 kg ha <sup>-1</sup>	
2	389 <sup>Aa</sup>	374 <sup>Aa</sup>	349 <sup>Aa</sup>	387 <sup>Aa</sup>	44
4	402 <sup>Aa</sup>	397 <sup>Aa</sup>	377 <sup>Aa</sup>	390 <sup>Aa</sup>	70
6	413 <sup>Aa</sup>	411 <sup>Aa</sup>	398 <sup>Aa</sup>	392 <sup>Aa</sup>	49
8	389 <sup>Aa</sup>	388 <sup>Aa</sup>	374 <sup>Aa</sup>	383 <sup>Aa</sup>	46
LSD 0,05	49	57	59	35	
	Kattevilja agrofooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Varte' seemnesaagile, % Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Varte', %				
2	100	95,9	89,7	99,3	
4	100	98,8	93,7	97,0	
6	100	99,5	96,4	95,0	
8	100	99,9	96,4	98,7	
	Punase ristiku 'Varte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, % Effect of increase in red clover 'Varte' seeding rate on the seed yield, %				
2	100	100	100	100	
4	103,3	106,4	107,8	101,0	
6	106,0	109,9	113,8	101,4	
8	99,8	104,0	107,2	99,2	

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

Punase ristiku külvisenorm vahemikus 2–8 kg ha<sup>-1</sup> mõjutab esimese kasutusaasta seemnesaaki suhteliselt vähe. Mõnevõrra seemnesaak külvisenormi suurendamisega küll tõusis, kuid suurenemine ei olnud statistiliselt usutav. Külvisenormi 8 kg ha<sup>-1</sup> kasutamisel saadi koguni väiksem seemnesaak kui ülejäänud variantides. Tingitud võis see olla sellest, et neil katselappidel oli seemnetaimik tihedam. Augustis alanud tugevate järjestikuste sadudega ei kuivanud taimik neil enam ära ja osas nuttides seeme idanes ning läks saagina kaotsi.

Varasele punasele ristikule lähedasi katsetulemusi näitasid ka hilise punase ristiku sort 'Ilte' katselapid (tabel 5). Oder 'Maali' alla külvatud sort 'Ilte' andis seemet vahemikus 345–402 kg ha<sup>-1</sup>. Paremaid tulemusi

näitasid punase ristiku külvisenormi variandid katseosal, kus kattevilja oli külvatud vähendatud külvisenormi ja vähendatud lämmastikväetise normiga. Nende viimisel odra tavatootmisel kasutatavate normideni, punase ristiku 'Ilte' seemnesaak küll vähenes, kuid vähenemine jäi enamikul juhtudest katsevea piiresse. Punase ristiku külvisenormiga varieerimine usutavaid muutusi seemnesaagi andmetes kaasa ei toonud. Paremini õigustas külvisenorm 6 kg ha<sup>-1</sup>. Vaid variandis, kus kattevilja külvisenorm ja lämmastikväetise norm olid vähendatud, piisas punase ristiku külvisenormist 4 kg ha<sup>-1</sup>. Külvisenormi suurendamine 8 kg-ni seemnesaagilisa ei kindlustanud. Analoogete tulemusi on andnud ka varem Jõgeval läbiviidud katsed (Bender, 2015).

**Tabel 5.** Katteviljaks olnud oder 'Maali' agrofooni ja alla külvatud hilise punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Ilte' seemnesaagile 2014. a, kg ha<sup>-1</sup>

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha <sup>-1</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS* m <sup>2</sup>	Külvisen. 500 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 500 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 500 id. tera m <sup>2</sup> Seedingrate 500 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 333 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 333 PLS m <sup>2</sup>	
	N 60 kg ha <sup>-1</sup>	N 60 kg ha <sup>-1</sup>	N 90 kg ha <sup>-1</sup>	N 90 kg ha <sup>-1</sup>	
2	373 <sup>Aa</sup>	353 <sup>ABa</sup>	345 <sup>Ba</sup>	368 <sup>ABa</sup>	25
4	402 <sup>Aa</sup>	365 <sup>ABa</sup>	356 <sup>Ba</sup>	355 <sup>Ba</sup>	40
6	374 <sup>Aa</sup>	374 <sup>Aa</sup>	366 <sup>Aa</sup>	384 <sup>Aa</sup>	107
8	390 <sup>Aa</sup>	358 <sup>Aa</sup>	356 <sup>Aa</sup>	381 <sup>Aa</sup>	52
LSD 0,05	31	29	24	30	
	Kattevilja fooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Ilte' seemnesaagile, %				
	Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Ilte', %				
2	100	94,6	92,6	98,7	
4	100	90,7	88,5	88,4	
6	100	100,1	97,9	102,9	
8	100	92,0	91,3	97,8	
	Punase ristiku 'Ilte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, %				
	Effect of increase in the red clover 'Ilte' seeding rate on the seed yield, %				
2	100	100	100	100	
4	107,9	103,5	103,2	96,6	
6	100,3	106,1	106,0	104,5	
8	104,6	101,7	103,1	103,6	

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

### Suvinisu 'Mooni' katteviljana

Suvinisu 'Mooni' klassifitseerub kasvuperioodi pikuselt varavalnivaks sordiks. Ta kasvuperiood külvist koristamiseni oli meie katses oder 'Maali' kasvuperioodist siiski 11 päeva pikem. Teravilja koristamise järel olid suvinisu alla külvatud punase ristiku taimed

võrreldes odra alla külvatutega kasvult ja arengult nõrgemad.

Suvinisu 'Mooni' kasvas katsealal 91–98 cm kõrguseks. Külvisenormi vähendamise ei kaasnenud muutusi generatiivvõrsete pikkuskasvust (tabel 6).

**Tabel 6.** Suvinisu 'Mooni' taimede kõrgus ja generatiivvõrsete tihedus

**Table 6.** Height of plants and density of fertile tillers of the spring wheat 'Mooni'

Külvisenorm 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS* m <sup>2</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background			LSD 0,05
	Külvisenorm 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisenorm 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisenorm 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS m <sup>2</sup>	
	N 80 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	
	<b>'Varte'</b>			
	Taimede kõrgus / Height of plants, cm			
91 <sup>BC</sup>	89 <sup>C</sup>	93 <sup>B</sup>	98 <sup>A</sup>	3
	Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m <sup>2</sup> -1			
430 <sup>C</sup>	617 <sup>A</sup>	654 <sup>A</sup>	516 <sup>B</sup>	38
	<b>Ilte'</b>			
	Taimede kõrgus / Height of plants, cm			
93 <sup>B</sup>	93 <sup>B</sup>	96 <sup>A</sup>	96 <sup>A</sup>	2
	Generatiivvõrsete arv / Number of fertile tillers, tk m <sup>2</sup> -1			
448 <sup>B</sup>	627 <sup>A</sup>	644 <sup>A</sup>	474 <sup>B</sup>	42

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas on märgitud erinevate tähtedega (A, B, C, D). Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row are marked with different letters (A, B, C, D)

Lämmastikväärtise normi vähendamine kolmandiku võrra vähendas suvinisu generatiivvõrsete pikkust 3–4 cm.

Generatiivvõrsete arvu pinnaihikul mõjutas nii külvisenorm kui lämmastikväärtise foon.

Suurem mõju suvinisu tihedusele oli lämmastikväärtise foonil. Kõige vähem generatiivvõrseid (430–448 tk m<sup>2</sup>) loendati katsevariandis, kus nii külvisenorm kui lämmastiku foon olid, võrreldes tavatootmises kasutusel olevatega, kolmandiku võrra vähendatud.

Suvinisu 'Mooni' andis 2013. aastal meie katses vastuolulisi saagi andmeid (tabel 7). Külvisenormi viimine 400-lt idanevalt teralt m<sup>2</sup> kohta 600 idaneva terani vähendas saaki 143–147 kg ha<sup>-1</sup> võrra. Saagi vähenemine ei olnud küll statistiliselt usutav, kuid kuna

mõlema allakülvatud punase ristiku sordi kohal jäi tendents samaks, pidi seda põhjustama ilmastiku eripära. Vara külvatud orasel oli sel aastal küllaldase soojuse ja mullaniiskuse näol väga soodsad võrsumistingimused, mis ilmselt elimineerisid suurema külvisenormi eelised.

Lämmastikufoonil N 80 kg ha<sup>-1</sup> tõstis külvisenormi suurendamine mõnevõrra terasaagi mahumassi, kuid vähendas 1000 seemne massi. Katseosal, kus oli alla külvatud varane punane ristik 'Varte' olid need muutused statistiliselt usutavad, katseosal, kus alla oli külvatud sort 'Ilte' jäid muutused katsevea piiresse. Suvinisu 'Mooni' külvisenormi vähendamine toorproteiini- ja kleepvalgu sisaldust ning gluteeniindeksit ei muutnud.

**Tabel 7.** Suvinisu 'Mooni' saak ja selle kvaliteet 2013. a  
**Table 7.** Yield of spring wheat 'Mooni' and its quality in 2013

Jrk. nr	Variant Treatment	Saak, Yield, kg ha <sup>-1</sup>	Mahumass, Volume weight, g l <sup>-1</sup>	1000 s. mass, 1000 s. weight, g	Toorproteiini sisaldus, Crude protein, %	Kleepvalgu sisaldus, Gluten content, %	Gluteeni indeks, Gluten index
Alla külvatud varane punane ristik 'Varte' / Undersown early red clover 'Varte'							
1	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS* m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>	3474 <sup>cd</sup>	805 <sup>bcd</sup>	72,93 <sup>a</sup>	10,3 <sup>c</sup>	21,8 <sup>b</sup>	60 <sup>a</sup>
2	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>	3331 <sup>d</sup>	823 <sup>a</sup>	70,59 <sup>b</sup>	10,2 <sup>c</sup>	22,2 <sup>b</sup>	59 <sup>ab</sup>
3	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>	3703 <sup>ab</sup>	808 <sup>bc</sup>	69,5 <sup>b</sup>	12,2 <sup>ab</sup>	27,9 <sup>a</sup>	49 <sup>b</sup>
4	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>	3707 <sup>ab</sup>	800 <sup>cd</sup>	71,34 <sup>ab</sup>	11,9 <sup>b</sup>	27 <sup>a</sup>	52 <sup>b</sup>
Alla külvatud hiline punane ristik 'Ilte' / Undersown late red clover 'Ilte'							
5	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>	3610 <sup>bc</sup>	807 <sup>bc</sup>	71,04 <sup>ab</sup>	10,6 <sup>c</sup>	22,7 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>
6	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>	3463 <sup>cd</sup>	813 <sup>b</sup>	70,31 <sup>b</sup>	10,4 <sup>c</sup>	21,7 <sup>b</sup>	59 <sup>ab</sup>
7	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>	3891 <sup>a</sup>	810 <sup>b</sup>	69,57 <sup>b</sup>	12,7 <sup>a</sup>	28,7 <sup>a</sup>	51 <sup>b</sup>
8	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>	3866 <sup>a</sup>	797 <sup>d</sup>	70,13 <sup>b</sup>	12,7 <sup>a</sup>	28,8 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>
	LSD 0,05	211	9	2,03	0,7	2,1	5

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (a, b, c, d)  
Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same column are marked with different letters (a, b, c, d)

Lämmastiku foonil N 120 kg ha<sup>-1</sup> suvinisu 'Mooni' külvisenormi vähendamine terasaaki ei muutnud. Terade mahumass oli vähendatud külvisenormi korral mõnevõrra väiksem, 1000 seemne mass aga pisut suurem. Need muutused olid hilise punase ristiku 'Ilte' kohal statistiliselt usutavad, varase punase ristiku 'Varte' kohal aga mitte.

Lämmastikväärtise suurendamine kutsus ettearvatult katseandmetes suuremaid muutusi. Usutavalt suurenes terasaak. Sõltuvalt variandist saadi 229–281 kg ha<sup>-1</sup> enamsaaki, mille toorproteiini ja kleepvalgu sisaldus oli usutavalt kõrgem, kui madalamal lämmastikufoonil kasvanul saagil. Mahumassi, 1000 seemne massi ja

gluteeniindeksi näitajaid meie katses lämmastikufoon ei mõjutanud.

Suvinisu kasvatamisel peaks olema eesmärgiks, et saak oleks realiseeritav toidunisuna. Toidunisu ja söödaniisu hinna vahe on ca 40 eurot tonni kohta. Hinnates meie katsetulemusi toidunisu esitatavate kvaliteedinäitajate põhjal, selgus, et mahukaalu poolest mahtus kõikide variantide saak I (e kõrgeima) kategooria alla (Kvaliteedinõuded toidunisu, 2015). Saagi kvaliteedi näitajatest viis suhteliselt madal proteiinisaldus võimaliku realiseerimishinna alla. Kui lämmastikku anti 80 kg ha<sup>-1</sup>, oli saagi proteiinisaldus pisut üle 10%, mis vastab toidunisu kvaliteedi viiendale kategooriale

(Kvaliteedinõuded toidunisu, 2015). Lämmastiku täisnormi variantides oli saagis proteiini üle 12%. Selle näiduga tõusis saagi kvaliteedikategooria III-ks. Reali-seerimishinna vahe võrreldes V kategooriaga oli 14 eurot tonni kohta. Madalamal lämmastikufoonil oli kvaliteedinäitajatest problemaatiline ka kleepvalgu sisaldus. Näit võimaldas toidunisu saagi kvaliteediklassi IV–V kategooria piires. Lämmastikväetise täisnorm tõstis aga kleepvalgu sisalduse tasemele (üle 26%), mis võimaldanuks saaki müüa I või II kategooria toidunisuna.

Tabelis 8 on esitatud alla külvatud punase ristiku taimikute tihedused loetuna 30. oktoobril 2013, s.o külviaasta vegetatsiooniperioodi lõpul. Andmetest selgus, et taimede arv pinnatihikul sõltus enam punase ristiku külvisenormist, vähem aga katses olnud kattevilja foonide erinevusest. Suur piirdiferentsi väärtus

viitab, et punase ristiku taimikute tihedus ka sama külvisenormi piires kõikus suures ulatuses. Kirjanduse andmetel on hea punase ristiku seemnesaagi saamiseks küllaldane, kui taimi on ruutmeetril 17 tk (Clifford, Anderson 1980). Meie katses oli see tase saavutatud kõigi punase ristiku külvisenormide juures kõigil katsetatud suvinisu kui kattevilja agrofoonidel va ühel juhul – kui kattevilja oli külvatud täiskülvisenormiga, väetati tavatootmises kasutatava lämmastikväetise normiga ning punane ristik oli külvatud väikseima külvisenormiga. Probleemiks meie katses oli, et punase ristiku taimed ei paiknenud pinnal ühtlaselt. Esines nii hõredamaid kui tihedamaid taimede asetusi. See võis olla tingitud ebaühtlasest seemne väljakülvist, või kattevilja all kujunenud ebaühtlastest niiskus- ja valgustingimustest.

**Tabel 8.** Suvinisu 'Mooni' alla külvatud punase ristiku taimikute tihedused külviaasta sügisel, taimi tk m<sup>2</sup>

**Table 8.** Densities of red clover, sown under the spring wheat 'Mooni', stands in the autumn of the seeding year, plants pcs. m<sup>2</sup>

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha <sup>-1</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS* m <sup>2</sup>	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS m <sup>2</sup>	
	N 80 kg ha <sup>-1</sup>	N 80 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	
	Varane punane ristik 'Varte' / Early red clover 'Varte'				
2	28 <sup>Ac</sup>	21 <sup>ABc</sup>	10 <sup>Bc</sup>	28 <sup>Ab</sup>	15
4	35 <sup>Bbc</sup>	30 <sup>Bc</sup>	30 <sup>Bb</sup>	48 <sup>Aa</sup>	9
6	44 <sup>Bb</sup>	54 <sup>ABb</sup>	45 <sup>Ba</sup>	58 <sup>Aa</sup>	12
8	62 <sup>ABa</sup>	73 <sup>Aa</sup>	42 <sup>Cab</sup>	59 <sup>Ba</sup>	12
Keskm. / Mean	42	45	32	48	
LSD 0,05	12	14	12	13	
	Hiline punane ristik 'Ilte' / Late red clover 'Ilte'				
2	28 <sup>Ac</sup>	18 <sup>Ab</sup>	31 <sup>Aa</sup>	20 <sup>Ac</sup>	16
4	38 <sup>Abc</sup>	42 <sup>Aa</sup>	29 <sup>Aa</sup>	40 <sup>Ab</sup>	27
6	49 <sup>ABb</sup>	60 <sup>Aa</sup>	54 <sup>ABa</sup>	43 <sup>Bb</sup>	15
8	68 <sup>Aa</sup>	43 <sup>Ba</sup>	46 <sup>Ba</sup>	62 <sup>Aa</sup>	15
Keskm. / Mean	46	41	40	41	
LSD 0,05	13	21	26	16	

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega. Statistically significant differences ( $p < 0,05$ ; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

### Punase ristiku seemnesaagid

Tabelis 9 on esitatud punase ristiku sort 'Varte' seemnesaagid 2014. a. Neist nähtub, et suvinisu agrofooni variandid mõjutasid alla külvatud punase ristiku seemnesaaki suhteliselt vähe. Statistiliselt usutav oli seemnesaagi vähenemine vaid variandis, mis külvatud külvisenormiga 8 kg ha<sup>-1</sup> ja kus kattevilja oli külvatud täiskülvinormiga ning teda oli väetatud tavatootmises kasutusel oleva lämmastikväetise normiga. Siin võis seemnesaagi vähenemine olla tingitud pigem mõningase osa saagist nutis kasvama minekuga.

Suvinisu alla külvatud punase ristiku 'Varte' külvisenormi suurendamine kuni 6 kg-ni hektari kohta suurendas võrreldes kasutatud külvisenormiga 2 kg ha<sup>-1</sup> esimese kasutusaasta seemnesaaki 4,5–9,8%, kuid seemnesaagi suurendamine ei olnud seejuures statistiliselt usutav.

Suvinisu sort 'Mooni' ja odrasort 'Maali' võrdlus varase punase ristiku sort 'Varte' külviaasta katteviljana näitas, et eelistada tuleks seemnepõllu rajamisel katteviljana otra (tabel 9) Võrreldes odra alla külvatuga

andis suvinisu alla külvatud varane punane ristik esimesel kasutusaastal ca 20% madalama seemnesaagi.

Hiline punane ristik 'Ilte' andis nisu alla külvatuna suhteliselt hea seemnesaagi. Seemnesaak varieerus siin sõltuvalt kattevilja agrofoonist ja kasutatud punase ristiku külvisenormist vahemikus 332,8–406,3 kg ha<sup>-1</sup>. Kattevilja külvisenormi ja lämmastikväetise normi vähendamise loobumine tõi esimesel kasutusaastal kaasa punase ristiku 'Ilte' seemnesaagi vähenemise 8,9–10,1%. Piirdiferentsi kõrge väärtuse juures ei olnud seemnesaagi vähenemine statistiliselt usutav.

Hilise punase ristiku külvisenormi muutmine vahemikus 2–8 kg ha<sup>-1</sup>, seemnesaaki esimesel kasutusaastal usutavalt ei muutnud.

Võrreldes sordi 'Ilte' seemnesaagi andmeid, mis saadud odra ja suvinisu allakülvidest, selgus, et hilisele punasele ristikule sobivad katteviljana mõlemad (tabel 10). Mõnes variandis saadi suvinisu all kasvanud katselappidelt seemet isegi mõne protsendi võrra enam, kui odra all kasvanud katselappidelt.

**Tabel 9.** Katteviljana kasutatud suvinisu 'Mooni' agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sort 'Varte' seemnesaagile 2014. a, kg ha<sup>-1</sup>**Table 9.** The effect of seeding and fertilizer rates of spring wheat 'Mooni' and that of seeding rate of the undersown red clover on the seed yield of the cultivar 'Varte' in 2014, kg ha<sup>-1</sup>

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha <sup>-1</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS* m <sup>2</sup>	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS m <sup>2</sup>	
	N 80 kg ha <sup>-1</sup>	N 80 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	
2	316 <sup>Aa</sup>	310 <sup>Aa</sup>	290 <sup>Aa</sup>	311 <sup>Aa</sup>	56
4	325 <sup>Aa</sup>	306 <sup>Aa</sup>	312 <sup>Aa</sup>	319 <sup>Aa</sup>	50
6	340 <sup>Aa</sup>	329 <sup>Aa</sup>	319 <sup>Aa</sup>	325 <sup>Aa</sup>	82
8	366 <sup>Aa</sup>	302 <sup>ABa</sup>	283 <sup>Ba</sup>	305 <sup>ABa</sup>	73
LSD 0,05	53	45	54	62	
Kattevilja fooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Varte' seemnesaagile, % Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Varte', %					
2	100	98,1	91,9	98,5	
4	100	94,1	96,1	98,1	
6	100	96,8	93,6	95,6	
8	100	82,5	77,2	83,1	
Punase ristiku 'Varte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, % Effect of in the red clover 'Varte' seeding rate on the seed yield, %					
2	100	100	100	100	
4	102,9	98,8	107,7	102,4	
6	107,7	106,3	109,8	104,5	
8	116,0	97,5	97,4	97,9	
Suvinisu ja odra (100%) kui kattevilja võrdlus, % Spring wheat and barley (100%) compared as a cover crop, %					
2	81,1	82,9	83,1	80,5	
4	80,8	77,0	82,9	81,7	
6	82,4	80,2	80,1	83,0	
8	94,3	77,8	75,5	79,5	

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega  
Statistically significant differences (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters**Tabel 10.** Katteviljaks olnud suvinisu 'Mooni' agrofooni ja alla külvatud hilise punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Ilte' seemnesaagile 2014. a, kg ha<sup>-1</sup>**Table 10.** The effect of seeding and fertilizer rates of spring wheat 'Mooni' and that of seeding rate of the undersown red clover on the seed yield of the cultivar 'Ilte' in 2014, kg ha<sup>-1</sup>

Ristiku külvisenorm, Clover seeding rate, kg ha <sup>-1</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background				LSD 0,05
	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS* m <sup>2</sup>	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 600 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 600 PLS m <sup>2</sup>	Külvisen. 400 id. tera m <sup>2</sup> Seeding rate 400 PLS m <sup>2</sup>	
	N 80 kg ha <sup>-1</sup>	N 80 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	N 120 kg ha <sup>-1</sup>	
2	375 <sup>Ab</sup>	370 <sup>Aa</sup>	337 <sup>Aa</sup>	360 <sup>Aa</sup>	61
4	406 <sup>Aa</sup>	395 <sup>Aa</sup>	372 <sup>Aa</sup>	378 <sup>Aa</sup>	71
6	388 <sup>Ab</sup>	380 <sup>Aa</sup>	355 <sup>Aa</sup>	378 <sup>Aa</sup>	57
8	366 <sup>Ab</sup>	366 <sup>Aa</sup>	333 <sup>Aa</sup>	371 <sup>Aa</sup>	63
LSD 0,05	34	66	81	43	
Kattevilja fooni mõju alla külvatud punase ristiku 'Ilte' seemnesaagile, % Effect of cover crop background on the seed yield of undersown red clover 'Ilte', %					
2	100	98,7	89,9	96,1	
4	100	97,1	91,4	93,0	
6	100	98,0	91,5	97,5	
8	100	100,2	91,1	101,5	
Punase ristiku 'Ilte' külvisenormi suurendamise mõju seemnesaagile, % Effect of increase in the red clover 'Ilte' seeding rate on the seed yield, %					
2	100	100	100	100	
4	108,5	106,7	110,3	104,9	
6	103,5	102,8	105,3	105,0	
8	97,6	99,1	98,8	103,1	
Suvinisu ja odra (100%) kui kattevilja võrdlus, % Spring wheat and barley (100%) compared as a cover crop, %					
2	100,6	104,9	97,7	97,9	
4	101,0	108,2	104,4	106,4	
6	103,8	101,6	97,0	98,4	
8	93,8	102,2	93,6	97,4	

\* PLS – pure live seeds

Statistiliselt usaldusväärsed erinevused (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) samas reas (A, B, C, D) ja veerus (a, b, c, d) on märgitud erinevate tähtedega  
Statistically significant differences (p < 0,05; ANOVA, Fisher LSD test) in the same row (A, B, C, D) and column (a, b, c, d) are marked with different letters

Katseandmeile tuginedes võib väita, et Jõgeval aretatud tetraploidse punase ristiku sordid on hea seemnesaagi võimega. Samas tuleb märkida, et seemnesaagi

võime realiseerumine tootmises sõltub paljudest asjaoludest. Taanis on aastatel 1996–2010 punase ristiku keskmine seemnesaak tootmispõldudel olnud 317 kg ha<sup>-1</sup>, lapikatsetes samal ajal aga 806 kg ha<sup>-1</sup>. Mõnel üksikul

aastal on erinevus seemnesaagis olnud peaaegu olematu, mõnel aastal aga kuni kolmekordne (Boelt, Gislum, 2011).

Üldiselt annavad punase ristiku tetraploidsed sordid diploidsetega võrreldes 40% vähem seemet (Sjodin, Ellerström, 1986). Punase ristiku seemnekasvatuseks soodstates piirkondades hinnatakse diploidsete sortide seemnesaaki 400–500 kg ha<sup>-1</sup> heaks, tetraploididel sortidel 200–400 kg ha<sup>-1</sup> (Taylor, Quesenberry, 1996; Boller jt., 2010). Norras on statistikaameti andmeil tetraploidsete punase ristiku sortide keskmine seemnesaak 164 kg ha<sup>-1</sup>, diploidsetel sortidel aga 247 kg ha<sup>-1</sup>. Rootsi vastavad näitajad on 225 ja 300 kg ha<sup>-1</sup> (Amdahl jt., 2016). Leedus aastatel 2003–2011 läbiviidud katsetes kujunes 58 diploidse punase ristiku sordi keskmiseks seemnesaagiks 110,4 kg ha<sup>-1</sup>, 35 tetraploidisel sordil aga 94,9 kg ha<sup>-1</sup> (Liatukas, Bukauskaite, 2012).

### Punase ristiku seemnete kvaliteet

Külviaasta kattevilja liik mõjutas esimesel kasutus-aastal punase ristiku 1000 seemne massi suhteliselt vähe (tabel 11). Siiski oli sordi 'Varte' puhul odra alla külvatud katselappide 1000 seemne mass üldjuhul suurem (seeme jämedam) kui suvinisu alla külvatud katselappidel. Tegemist oli aga siiski vaid tendentsiga, mis ei kehtinud kõigi katsevariantide kohta. Hilisel punasel ristikul 'Ilte' oli tendents pigem vastupidine. Kuuteistkümnest võrreldavast variandist oli üheksal juhul suurem 1000 seemne mass just suvinisu alla külvatud katselappidel.

Kõikidelt katsevariantidelt koristatud punase ristiku seemne idanevus oli väga hea, kõikudes vahemikus 96–99%, vastates sellega supereliitseemnele esitatavale nõudele. Mõnevõrra üllatav oli idanevuse näit hilise punase ristiku seemnel, mille saak jäi enne koristamist põllul kestvate vihmasadude kätte ja kus tugevasti lamandunud taimikus osa nuttides seeme ära idanes.

**Tabel 11.** Punase ristiku seemne kvaliteet 2014. a  
**Table 11.** Red clover seed quality in 2014

Ristiku külvisenorm Clover seeding rate kg ha <sup>-1</sup>	Kattevilja agrofoon / Cover crop background							
	Oder 333 id. tera m <sup>2</sup> Barley 333 PLS* m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>		Oder 500 id. tera m <sup>2</sup> Barley 500 PLS m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>		Oder 500 id. tera m <sup>2</sup> Barley 500 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>		Oder 333 id. tera m <sup>2</sup> Barley 333 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	
	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %	1000 s mass, 1000 s weight, g	Idanevus, Germin., %
	<b>Varte'</b>							
2	2,980	99	2,995	99	3,038	96	2,908	96
4	3,045	97	2,956	99	2,961	96	2,857	99
6	3,048	97	3,054	99	3,025	98	2,892	99
8	3,028	99	2,998	99	2,977	96	2,847	97
	Suvinisu 400 id tera m <sup>2</sup> Spring wheat 400 PLS m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>		Suvinisu 600 id tera m <sup>2</sup> Spring wheat 600 PLS m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>		Suvinisu 600 id tera m <sup>2</sup> Spring wheat 600 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>		Suvinisu 400 id tera m <sup>2</sup> Spring wheat 400 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>	
2	2,857	97	2,870	97	2,921	96	2,886	97
4	2,922	99	2,888	99	2,935	98	2,882	98
6	2,901	98	2,974	96	2,899	98	2,971	96
8	2,929	98	2,912	98	2,985	97	2,989	98
	<b>Ilte'</b>							
	Oder 333 id tera m <sup>2</sup> Barley 333 PLS m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>		Oder 500 id tera m <sup>2</sup> Barley 500 PLS m <sup>2</sup> N 60 kg ha <sup>-1</sup>		Oder 500 id tera m <sup>2</sup> Barley 500 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>		Oder 333 id tera m <sup>2</sup> Barley 333 PLS m <sup>2</sup> N 90 kg ha <sup>-1</sup>	
2	2,854	99	2,916	98	2,903	99	2,938	98
4	2,840	98	2,867	99	2,915	99	2,838	99
6	2,823	97	2,881	99	2,894	98	2,859	98
8	2,863	99	2,846	99	2,935	99	2,878	97
	Suvinisu 400 id tera Spring wheat 400 PLS m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>		Suvinisu 600 id tera Spring wheat 600 PLS m <sup>2</sup> N 80 kg ha <sup>-1</sup>		Suvinisu 600 id tera Spring wheat 600 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>		Suvinisu 400 id tera Spring wheat 400 PLS m <sup>2</sup> N 120 kg ha <sup>-1</sup>	
2	2,813	98	2,882	98	2,920	98	2,825	98
4	2,849	97	2,905	97	2,949	97	2,836	98
6	2,902	98	2,934	99	2,887	99	2,831	98
8	2,906	97	2,91	98	2,954	99	2,851	98

\* PLS – pure live seeds

### Majanduslikud arvutused

Külviaasta tootmissisenditest olid suuremad kulu allikad fosfor-kaalium kompleksväetis (hind 350 € t<sup>-1</sup>), ammooniumsalpeeter (300 € t<sup>-1</sup>), kattevilja seeme (suvinisu C1 kategooria. 0,53 € kg<sup>-1</sup>, oder C1 kategooria 0,52 € kg<sup>-1</sup>). Kui katteviljaks oli oder 'Maali', mis külvatud tootmises kasutusel oleva täiskülvinormiga (500 idanevat tera m<sup>2</sup>-le) ja väetades teda täis lämmastikunormiga (N 90 kg ha<sup>-1</sup>), siis maksid seemnepõllu rajamiseks vajalikud tootmissisendid

hektari kohta 387,2 eurot. Kattevilja külvisenormi vähendamine kolmandiku võrra alandas seemnepõllu rajamiskulu 11,5% (siin ja edaspidi ei ole arvestatud masintöö kulu), lämmastikväetise normi vähendamine kolmandiku võrra 6,9% ja mõlema samaaegne vähendamine 20,2%. Külvates katteviljaks suvinisu 'Mooni' külvisenormiga 600 idanevat seemet m<sup>2</sup>-le ja väetades külvi lämmastikväetise normiga N 120 kg ha<sup>-1</sup> moodustasid seemnepõllu rajamiseks vajalikud sisendid 421,2 € ha<sup>-1</sup>. Suvinisu külvisenormi vähendamine

kolmandiku võrra alandas rajamiskulu 11,4%, lämmastikväetise normi vähendamine kolmandiku võrra 9,3% ja mõlema samaaegne vähendamine 23,1%.

Odra saak oli 2015. aasta hindade järgi realiseeritav söödaviljana, hind 147 € t<sup>-1</sup>, suvinisu toiduviljana sõltuvalt kvaliteedist kas III (182 € t<sup>-1</sup>), IV (175 € t<sup>-1</sup>) või V (168 € t<sup>-1</sup>) kvaliteediklassi kuuluvana, punase ristiku tetraploidsete sortide C1 kategooria seemnena, hind 6 € kg<sup>-1</sup>. Toidunisu kuulumisel kõrgemasse kvaliteedi (ja hinna) kategooriasse oli takistuseks madal proteiinisaldus, eriti katsevariantides, kus kasutati vähendatud lämmastikväetise normi. Tabelis 12 on toodud tootmissisendite maksumused kattevilja agrofooni ja alla külvatud punase ristiku sortide kauppingimisel, et punane ristik külvati külvisenormiga

4 kg/ha samuti võimalik rahaline tulem kattevilja ja punase ristiku seemnesaagi realiseerimisest.

Punase ristiku seemnepõllu rajamine suvinisu alla külvates osutus odrale allakülvist kallimaks. Seda põhiliselt suuremate lämmastikväetise koguste tõttu. Rajamisaasta ja varase punase ristiku 'Varte' esimese kasutusaasta saakide realiseerimistulemuste põhjal ilmnes odra katteviljana kasutamise eelis. Hilise punase ristiku puhul saadi vastupidine tulemus – suvinisu osutus katteviljana odrast tulusamaks. Arvutused näitasid, et rajamisaastal tehtud kulutused tootmissisenditele osutusid kõige tasuvamaks kattevilja agrofoonil, kus nii kattevilja külvisenorm kui lämmastikväetise norm olid kolmandiku võrra vähendatud.

**Tabel 12.** Aastate 2013–2014 majanduslik tulem punase ristiku külvisenormi korral 4 kg ha<sup>-1</sup>  
**Table 12.** Economic result in 2013–2014 at the red clover seeding rate of 4 kg ha<sup>-1</sup>

Kattevilja agrofoon <i>Cover crop background</i>	Tootmissisendite maksumus, € ha <sup>-1*</sup> <i>Production input cost, € ha<sup>-1</sup></i>	Sissetulek toodangu realiseerimisest, € ha <sup>-1*</sup> <i>Income from production sales, € ha<sup>-1</sup></i>	%	Suht- arv <i>Ratio (input cost : output value)</i>
'Varte', külvisenorm 4 kg ha <sup>-1</sup> , kattevilja suvinisu 'Mooni' 'Varte', seeding rate 4 kg ha <sup>-1</sup> , cover crop spring wheat 'Mooni'				
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 66%	342,2	2534	100	7,4
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 66%	385,2	2396	94,5	6,2
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 100%	421,2	2546	100,5	6,0
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 100%	378,2	2563	101,1	6,8
'Varte', külvisenorm 4 kg ha <sup>-1</sup> , kattevilja oder 'Maali' 'Varte', seeding rate 4 kg ha <sup>-1</sup> , cover crop barley 'Maali'				
Oder / <i>barley</i> 66%, N 66%	322,2	2939	100	9,1
Oder / <i>barley</i> 100%, N 66%	362,2	2923	99,5	8,1
Oder / <i>barley</i> 100%, N 100%	387,2	2881	98,0	7,4
Oder / <i>barley</i> 66%, N 100%	347,2	2943	100,1	8,5
'Ilte', külvisenorm 4 kg ha <sup>-1</sup> , kattevilja suvinisu 'Mooni' 'Ilte', seeding rate 4 kg ha <sup>-1</sup> , cover crop spring wheat 'Mooni'				
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 66%	342,2	3042	100	8,9
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 66%	385,2	2928	96,3	7,6
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 100%, N 100%	421,2	2934	96,4	7,0
Suvinisu / <i>spring wheat</i> 66%, N 100%	378,2	2972	97,7	7,9
'Ilte', külvisenorm 4 kg ha <sup>-1</sup> , kattevilja oder 'Maali' 'Ilte', seeding rate 4 kg ha <sup>-1</sup> , cover crop barley 'Maali'				
Oder / <i>barley</i> 66%, N 66%	322,2	2950	100	9,2
Oder / <i>barley</i> 100%, N 66%	362,2	2738	92,8	7,6
Oder / <i>barley</i> 100%, N 100%	387,2	2806	95,1	7,2
Oder / <i>barley</i> 66%, N 100%	347,2	2734	92,7	7,9

\* Rajamiskulude arvutamisel olid aluseks hinnad seisuga 31. detsember 2013, toodangu maksumuse arvutamisel realiseerimishinnad seisuga 31. märts 2015

\* The establishment costs were calculated on the basis of prices at 31 December 2013, the cost of production calculation was based on the selling prices at 31 March 2015.

### Kokkuvõtvad järeldused

Katseandmetele tuginedes võib järeldada:

- 1) tetraploidse punase ristiku seemnepõldu võib rajada nii kahetahulise odra kui varasepoolsete suvinisu sortide alla külvates;
- 2) teraviljale soodsate võrsumisaegsete ilmastikuolude korral mõjutab külvisenormi vähendamine kattevilja tihedust ja saaki suhteliselt vähe;
- 3) kasutatud lämmastikväetise normil on kattevilja tihedusele, terasaagile ja saagi kvaliteedile oluline mõju;
- 4) katteviljale antud lämmastikväetise norm mõjutab allakülvatud punase ristiku taimiku kujunemist külviaastal arvestataval määral. Negatiivne mõju avaldub taimiku tiheduses ja ristikutaimede arengus

ning kasvu tugevuses sh nii enne kui pärast kattevilja koristamist;

- 5) suvinisu 'Mooni' kasvuperiood külvist koristamiseni on 11 päeva pikem kui oder 'Maalil'. Odra järel on ristikutaimedel sügis-suvine kosumisperiood pikem;
- 6) varasele punasele ristikule sobib oder katteviljana suvinisust paremini – vahe seemnesaagis esimesel kasutusaastal kuni 20%. Hilise punase ristiku seemnesaak sõltub külviaastal kasutatud kattevilja liigist vähem;
- 7) kattevilja külvisenormi vähendamine soodustab allakülvatud punase ristiku taimede arengut, kuid esimese kasutusaasta seemnesaaki mõjutab see suhteliselt vähe (seemnesaagi suurenemine üldjuhul 2–5%);
- 8) kattevilja külvisenormist enam pärsib punase ristiku taimede kasvu ja arengut katteviljale antud

- lämmastikväetis. Teravilja tootmiskülvidel kasutava normi vähendamine kolmandiku võrra suurendab esimese kasutusaasta punase ristiku seemnesaaki (üldjuhul 3–7%);
- 9) kattevilja külvisenormi ja lämmastikväetise normi samaaegne vähendamine parandab alla külvatud punase ristiku taimede kasvuolusid, mis väljendub esimese kasutusaasta seemnesaagi lisas kuni 12%;
  - 10) tetraploidse punase ristiku külvisenorm vahemikus 2–8 kg ha<sup>-1</sup> mõjutab seemnesaaki suhteliselt vähe. Paremaid tulemusi andsid katsevariandid, mis olid külvatud normiga 4 või 6 kg 100%-lise külvi väärtusega seemet hektarile. Neid norme soovitate seemnepõldude rajamisel kasutada;
  - 11) külvisenorm 8 kg ha<sup>-1</sup> osutub ekstreemsete ilmaoludega aastal väikemasaagiliseks. See annab küll tiheda taimiku, kuid kestva saju tingimustes ei kuiva taimik koristamise eel enam ära ja osa seemnesaagist rikneb nutis idanemise läbi;
  - 12) külvisenormil 2 kg ha<sup>-1</sup> on perspektiivi vaid tingimusel, kui kasutada on külvik, mis on võimeline nii väikese seemnekoguse ühtlaselt välja külvama ja kui suudetakse esialgu hõre taimik hoida umbrohu puhas;
  - 13) punase ristiku tetraploidsed sordid 'Varte' ja 'Ilte' on ligilähedase seemnesaagi võimega;
  - 14) kattevilja liik, selle agrofoon ja alla külvatud punase ristiku külvisenorm mõjutavad esimesel kasutusaastal ristiku 1000 seemne massi vähe;
  - 15) punase ristiku seemnesaagi idanemust uuritavad katsevariandid ei mõjuta.
- Artiklis toodud punase ristiku külvisenormid kehtivad tetraploidsetele sortidele. Meie katses oli rajamisel kasutatud seemne 1000 seemne mass 3,150 g. Diploidsetel punase ristiku sortidel on see näit vahemikus 1,4–1,9 g. Nende sortide külvisenormi täpsustamiseks on vaja korraldada eraldi katsed.

### Tänuavaldus

Uurimistöö on läbi viidud aastatel 2013–2014 rakendusuringu projekti raames, mis tellitud ja finantseeritud Eesti Vabariigi põllumajandusministeeriumi poolt. Täname rahalise toetuse 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

Katse kontseptsioon ja planeerimine: AB.  
Andmete kogumine: AB, ST.  
Katseandmete analüüs ja tõlgendamine: AB, ST.  
Käsikirja mustandi kirjutamine: AB.  
Lõpliku käsikirja toimetamine ja heaks kiitmine: AB, ST  
*Study conception and design: AB.*  
*Acquisition of data: AB, ST.*  
*Analysis and interpretation of data: AB, ST.*  
*Drafting of manuscript: AB.*  
*Critical revision and approve the final manuscript: AB, ST.*

### Kasutatud kirjandus

- Aamlid, T.S. 2011. Froavl av rodklover. Dyrkingsveiledning mars 2011 – <http://froavl.bioforsk.no>
- Aamlid, T.S., Havstad, L.T. 2011. Seed production of red clover. – [http://www.seemneliit.ee/wp-content/uploads/2011/12/Tryve\\_red-clover-2011.pdf](http://www.seemneliit.ee/wp-content/uploads/2011/12/Tryve_red-clover-2011.pdf)
- Amdahl, H., Aamlid, T.S., Ergon, A., Marum, P., Kovi, M.R., Alsheikh, M., Rognli, O.A. 2016. Seed yield potential in tetraploid red clover. – Proceedings of the 16th Nordic herbage seed production seminar. NJF seminar 491. 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, 17–21.
- Bender, A. 2006. Liblikõielised heintaimed. Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine. – Jõgeva, lk 130–233.
- Bender, A. 2015. Kattevilja agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Varte' seemnesaagile. – Agraarteadus, 26(1), 3–12.
- Boelt, B., Gislum, R. 2011. Seed yield potential in red clover in Denmark. – NJF seminar 420. Herbage seed production. Findings from research plots to commercial seed multiplication. Ilmajoki, Finland, 28–29 June 2011, 30–34.
- Boller, B., Posselt, U.K., Veronesi, F. (eds). 2010. Handbook of plant breeding; Fodder crops and amenity grasses. – New York, 524 pp.
- Bouet, S., Sicard, G. 1998. Trifolium pratense in France. In: Forage Seed Production 1. temperate species (Eds. D.T. Fahey, J.G. Hampton). – Cambridge, pp. 377–383.
- Bowely, S.R., Upfold, R.A., Wright, H. 2014. Producing red clover seed in Ontario. – [http://www.uoguelph.ca/plant/performance\\_recommendations/ofcc/pdf](http://www.uoguelph.ca/plant/performance_recommendations/ofcc/pdf)
- Clifford, P.T.P., Anderson, A.C. 1980. Red clover seed production – research and practice. – [http://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland\\_publication\\_554.pdf](http://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_554.pdf)
- Havstad, L., Øverland, J.I. 2016. Effect of sowing rates and sowing methods on weed control and organic seed production of timothy, meadow fescue and red clover. – Proceedings of the 16th Nordic herbage seed production seminar. NJF seminar 491. 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, 125–130.
- Huebner, G. 2014. Red clover seed production. – [http://www.forageseed.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=152:red-clover-seed-production&catid=40:business&temid=121](http://www.forageseed.net/index.php?option=com_content&view=article&id=152:red-clover-seed-production&catid=40:business&temid=121)
- Jaama, E. 1986. Põldheina agrotehnika. Taimekasvatus. – Tallinn, lk 225–242.
- Jansone, B. 2008. Sarkanais ābolinš. Guide Book in the Seed Production of forage Grasses. – Skriveri, p. 22–53.
- Kotkas, H. 1969. Punase ja roosa ristiku seemnekasvatus. Põldheina kasvatus. – Tallinn, lk 213–237.
- Kvaliteedinõuded toidunisuule. 2015. – <http://www.tartumill.ee/et/tarnijale>
- Liatukas, P., Bukauskaite, J. 2012. Differences in yield of diploid and tetraploid red clover in Lithuania. – Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B, 66(4/5):163–167.



- Marshall, A.H., Steiner, J.J., Niemeläinen, O., Hacquet, J. 1998. Legume seed crop management. In: Forage Seed Production 1. temperate species (Eds. D.T. Fairey, J.G. Hampton). – Cambridge, p. 127–152.
- Pankiw, P., Bonin, S.G., Lieverse, A.C. 1977. Effects of row spacing and seeding rates on seed yield in red clover, alsike clover and birdsfoot trefoil. – *Can. J. Plant Sci.*, 57:413–418.
- Rand, H. 1992. Heintaimede seemnekasvatus. Rohumaaviljelus talupidajatele. – Saku-Tallinn-Tartu, lk 44–74.
- Rinkcer, C.M., Rampton, H.H. 1985. Seed production. In: *Clover Science and Technology* (Eds. N. Taylor, L. Madison). – Wisconsin, pp. 417–443.
- Sepp, M. 2015. Kliimamuutustega kohanemise klimatoloogilised aspektid. Kliimamuutustega kohanemine Eestis – valmis vääramatuks jõuks? (Toim. A. Roose). – Tartu, lk 20–37.
- Sjodin, J., Ellerström, S. 1986. Autopolyploid forage crops. Svalöf 1886–1986. In: *Research and Results in Plant Breeding* (Ed. G. Olsson). – Stockholm, Sweden, 102–113.
- Statistika andmebaas. 2015. – <http://www.pub.stat.ee/px-veb.2001/Dialog/Saveshow.asp>
- Taylor, N.L., Quesenberry, K.H. 1996. Red clover science. – Dordrecht, 228 p.
- Taylor, N.L., TeKrony, D.M., Henning, J. 1996. Producing red clover seed in Kentucky. – <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/agr/agr2/agr2.pdf>.
- Trifolium pratense* L. – [www.fao.org/Ag/agp/agpc/doc/gbase/data/pf000349.htm](http://www.fao.org/Ag/agp/agpc/doc/gbase/data/pf000349.htm)
- Undersander, D., Smith, R.R., Kelling, K., Doll, J., Wolf, G., Welding, J., Peters, J., Hoffman, P., Shaver, R. 1990. Red clover. Establishment, Management and Utilization. – <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A3492.pdf>.
- plant cover and the development of clover plants as well as in the growth both before and after the harvesting of cover crop;
- 5) The growing period of the spring wheat 'Mooni' from seeding to harvest is 11 days longer than that of the barley 'Maali'. With barley clover plants have a longer autumn-summer recovering period;
  - 6) For early red clover, barley as a cover crop is a better option than spring wheat – the difference in seed yield in the first harvest year is up to 20%. The seed yield of late red clover depends less on the cover crop species;
  - 7) The reduction of cover crop seeding rate enhances the development of undersown red clover plants, but has a relatively low impact on the seed yield of the first harvest year (as a rule, a 2–5% increase in seed yield);
  - 8) The growth and development of red clover plants are inhibited more by the nitrogen fertilizer applied to cover crop than by the seeding rate of cover crop. The reduction of rate used in grain production by one third increases the seed yield of red clover in the first harvest year (as a rule by 3–7%);
  - 9) The reduction of both cover crop's seeding rate and nitrogen fertilizer rate improves the growing conditions of red clover plants, which is expressed as a 12% increase in the seed yield in the first harvest year;
  - 10) The seeding rate of tetraploid red clover between 2–8 kg ha<sup>-1</sup> affects the seed yield relatively little. Better results were obtained in trial variants, which were seeded with 4 or 6 kg PLS per ha. We recommend to use these rates for the establishment of a seed field;
  - 11) In extreme weather conditions the seeding rate of 8 kg ha<sup>-1</sup> yields less. It gives a dense stand, but under the conditions of ongoing rainfalls, the stand does not dry out before harvest, and part of the seed yield may become damaged due to germination in flower heads;
  - 12) The seeding rate of 2 kg ha<sup>-1</sup> has a potential only in case there is a seeding machine, which is able to sow such a small amount of seeds evenly, and it is possible to keep the initially sparse stand free of weeds;
  - 13) The tetraploid red clover cultivars 'Varte' and 'Ilte' have a more or less equal seed yielding ability;
  - 14) The cover crop species, its seeding and fertilization rates and the seeding rate of undersown red clover have a small effect on the 1000 seed weight in the first harvest year;
  - 15) The studied trial variants do not affect the germinability of red clover seed yield.

### Establishment of tetraploid red clover seed field under a cover crop

Ants Bender, Sirje Tamm

Estonian Crop Research Institute, J. Aamisepa 1,  
Jõgeva 48309, Estonia

#### Summary

Based on the trial results the following conclusions can be drawn:

- 1) A seed field of tetraploid red clover can be established by seeding it under the cultivars of either two-sided barley or early spring wheat;
- 2) When the weather conditions during tillering are favourable for grain, the reduction of seeding rate has a relatively low impact on the density and yield of the cover crop;
- 3) The applied nitrogen fertilizer rate has a significant effect on the density of the cover crop, on the grain yield and the quality of yield;
- 4) The nitrogen fertilizer rate applied to the cover crop affects significantly the development of undersown red clover in the year of seeding. Negative impact can be traced in the density of

The seeding rates provided in the paper are valid for tetraploid cultivars. In our trial the 1000 seed weight was 3,150 g. For diploid red clover cultivars it is between 1,4–1,9 g. To specify the seeding rate for these cultivars, separate trials must be conducted.



## ASSESSMENT OF CHEMICAL AND SENSORY QUALITY OF UNSALTED AND SALTED SWEET CREAM BUTTER DURING STORAGE AT DIFFERENT TEMPERATURES AND TIME

Katrin Laikoja<sup>1,3</sup>, Liis Teder<sup>2</sup>, Ivi Jõudu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estonian University of Life Sciences, Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Chair of Food Hygiene and Veterinary Public Health, Fr. R. Kreutzwaldi 56/3, Tartu 51014, Estonia

<sup>2</sup>Maris Gilde AS, Vasara 50b, Tartu 50113, Estonia

<sup>3</sup>Estonian University of Life Sciences, Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Chair of Food Science and Technology, Fr. R. Kreutzwaldi 56/5, Tartu 51014, Estonia

Saabunud: 02.12.17  
Received:  
Aktsepteeritud: 19.12.17  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 20.12.17  
Published online:  
Vastutav autor: Katrin  
Corresponding author: Laikoja  
e-mail: [katrin.laikoja@emu.ee](mailto:katrin.laikoja@emu.ee)

**Keywords:** sweet cream butter, salted butter, free fatty acids, peroxide value, sensory analysis.

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2017\\_2\\_laikoja.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2017_2_laikoja.pdf)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15159/jas.17.09>

**ABSTRACT.** Quality of butter depends on many factors such as quality of raw material, production method, ingredients used, type of packaging. Chemical changes taking place during storage of final product are also important. Extent of oxidation and the amount of free fatty acids in Estonian butter have not been investigated recently in experimental studies and have been evaluated at national level only with regard to intervention buying-in. The purpose of this work was to evaluate the quality of salted and unsalted sweet cream butter produced in continuous butter machine and stored at different storage temperatures and time periods. Three batches of salted and unsalted sweet cream butter were prepared and were stored at three different temperatures: at  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 24 weeks, at  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 12 weeks, at  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 8 weeks. Dry matter and salt content, peroxide value, acid value and organoleptic properties were evaluated. No major differences were found when comparing acid values and peroxide values at different storage temperatures. There were no significant differences between salted and unsalted butter samples and no age trends for the values. At all storage temperatures, the level of acid value (maximum value  $0.81\text{ mmol }100\text{ g}^{-1}\text{ fat}$ ) was lower than the upper limit established for high-quality butter ( $1.2\text{ mmol }100\text{ g}^{-1}\text{ fat}$ ). The peroxide value (maximum value  $0.050\text{ meq per kg fat}$ ) was also lower than the upper limit established for high-quality butter ( $0.3\text{ meq kg}^{-1}\text{ fat}$ ) at all storage temperatures. After eight weeks of storage the sensory characteristics of butter – appearance, taste and flavour – scored at least 4 points or higher on 5 point scale that corresponds to high-quality butter.

© 2017 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2017 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Introduction

Quality of butter depends on a number of factors such as the quality of raw material; type of processing; ingredients; efficiency of working; distribution of buttermilk, salt, starter culture; packaging; storage conditions, *etc.* Chemical changes taking place during storage of final product are also very important and in some cases may be detrimental. Objective assessment of quality of butter includes chemical, physical and microbiological testing and subjective evaluation means the sensory assessment of organoleptic characteristics of butter. There are specific requirements for labelling fat spreads according to type of fat and fat

content, but there is no official standard or a set of chemical or sensory requirements for high-quality butter in Estonia or EU. The only quality requirements applied for butter are applicable to intervention buying-in. EU Regulation No. 1272/2009 states the following requirements for butter: fat content not less than 82%; butter contains only milk fat; water content up to 16%; solids non-fat up to 2%, free fatty acid content less than  $1.2\text{ mmol per }100\text{ g fat}$  and peroxide value less than  $0.3\text{ meq oxygen per kg fat}$ . Butter may not contain coliforms. Appearance, taste, aroma, consistency (the organoleptic characteristics) of the product must be at least four points out of five and water dispersion at least four points.

Salt reduces water activity ( $a_w$ ) of food and serves as preservative and antimicrobial agent in food. Preservative effect of salt is caused by salt-induced growth of osmotic pressure. As a result of the increase in osmotic pressure the cells of microorganisms become dehydrated to such an extent that vital processes in protoplasm are inhibited or interrupted (Mariutti, Bragagnolo, 2017). Salt contents of butter and plasma vary a number of times because the salt dissolves in water and, therefore, remains in plasma phase of butter (Patel, 2016).

Quality of the butter depends on the content of free fatty acids of the butterfat and it varies widely depending on the extent of hydrolysis of the triglycerides. The number of free fatty acids can increase significantly as the result of lipolysis. In addition to natural lipase, milk can also contain the lipase of microbial origin. Hydrolysis of milk fat produces free fatty acids from triglycerides, free fatty acids, in turn, are oxidized to aldehydes, ketones (Henno, 2005; Fearon, 2011). Short-chain fatty acids, containing from 4 to 12 carbon atoms, often cause rancid and impure taste. Rancid and impure taste can be perceived by a trained expert if the free fatty acid content is 1.2 to 1.5 mmol per 100 g fat and by the consumer at a concentration of 2.0 to 2.2 mmol per 100 g fat (Henno, 2005).

Oxidation of fat is one of the main reactions affecting the quality of fat besides hydrolysis. Milk fat oxidation occurs in several successive stages: unsaturated fatty acids react with oxygen to form peroxides, which determine a series of chain reactions. The final products of the chain of reactions are several volatile substances with specific rancid smell. As a result of oxidation, the off-flavour of fat, cardboard, fish or of metal may occur. Extent of fat oxidation can be estimated by determining peroxide value and acid value of fat: the lower peroxide and acid values, the better the quality of fats (Shahidi, Zhong, 2005; Walstra *et al.*, 2006; Fox, Kelly, 2012).

High-quality sweet cream butter has slightly sweet, clean, pleasant taste and delicate aroma, while the cooked taste is considered a good characteristic. Various off-flavours and tastes as bitter, acid, cheesy, feed, metal, fish off-flavour and taste can be transmitted from raw material, can be formed via chemical processes during storage and as a result of activities by microorganisms present in the product (Lozano *et al.*, 2007; Krause *et al.*, 2008). Spontaneous oxidation can cause fatty and fish off-flavour and smell, especially during long-term storage, even at low temperatures ( $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Walstra *et al.*, 2006). Salt that increases the amount of ions in butter plasma and promotes chemical changes in fats, can also cause bitter off-taste. Sweet cream butter should have almost white to light yellow colour. The added salts can cause mottled, marble, striped and uneven colour of butter (Chandan, 2015).

Extent of oxidation and the amount of free fatty acids in Estonian butter has not been investigated recently in experimental studies and have been determined at national level only with regard to intervention buying-in. The purpose of this work was to evaluate the quality

of salted and unsalted sweet cream butter at different storage temperatures and time periods characterized by acid value, peroxide value and sensory quality (appearance, taste and aroma).

## Materials and Methods

The investigated butter samples were produced by Estonian butter producing company in continuous butter making machine. Six kilograms of fresh butter were taken after passing the working section of butter machine and 2% of commercial salt "Extra" was added to half of the sample. Salt was ground in coffee mill for achieving finer particle sizes and better solubility prior to adding into butter. The salt was sieved into butter and pressed with a spoon until the salt was completely dissolved and evenly distributed in butter. The quality of salt mixing was evaluated visually.

The samples of salted (SB) and unsalted butter (USB) were divided into portions and packed into plastic film and in aluminium foil to prevention of access of air and avoid the impact of light. Three batches of salted and unsalted sweet cream butter were prepared. Butter samples were stored at three different temperatures: at  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 24 weeks, at  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 12 weeks, at  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 8 weeks. The following parameters were determined in butter samples (in total 90 samples): content of dry matter and salt, peroxide value, acid value and organoleptic properties. A plan of analysis (Table 1) describes all analyses carried out at different storage temperatures.

**Table 1.** Plan of analyses of unsalted butter (USB) and salted butter (SB) samples stored at different temperatures (Teder, 2016)

Week	Storage temperature		
	$-20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+20\text{ }^{\circ}\text{C}$
0		DM, AV, PV, S*	
2			AV, PV
3		AV, PV	
4	AV, PV, SEN	SEN	AV, PV, SEN
6		AV, PV	AV, PV
8	AV, PV, SEN, DM, S	SEN, DM, S	AV, PV, SEN, DM, S
9		AV, PV	
12	AV, PV	AV, PV	
16	AV, PV		
20	AV, PV		
24	AV, PV		

\*DM – dry matter, AV – acid value, PV – peroxide value, S – salt content, SEN – sensory analysis

The dry matter was determined using a moisture analyser Kern DBS 60-3 (KERN & Sohn GmbH): 1.5 to 2.0 g of butter was weighed to sample plate and measurement was done at  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 10 minutes (Kern DBS, 2013). Evaluation of salt content of butter was based on the chloride content. In order to determine the chloride content, the standard methodology for the determination of the chloride content in cheese products (EVS-EN ISO 5943 V2: 2006) was applied. The chloride content was determined from the pre-separated plasma phase. For analysis, approximately 0.5 grams of plasma of SB or 6 to 7 grams of plasma of

USB was weighed to the nearest 1 mg. The determination was continued according to the standard methodology. The content of free fatty acids of butterfat was evaluated by the acid value using the standard method EVS-EN ISO 660:2009. Oxidation was assessed according to ISO 3976:2006 via peroxides formed during storage of butter.

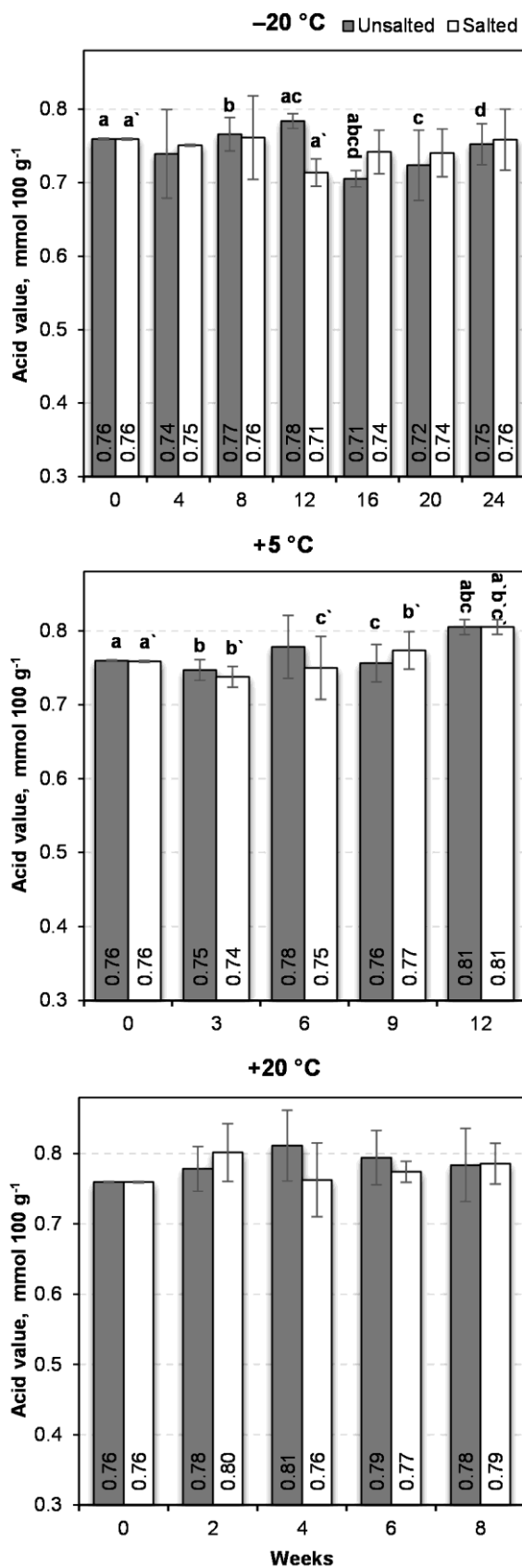
Sensory evaluation was done by panel of 27 general consumers aged 20 to 61 years on week 4 and week 8 for each batch of USB and SB stored under different temperature conditions. After samples were kept at +5 °C for 12 hours and at room temperature for at least 10 minutes before analysis, evaluation carried out as a blank test. Sample size was approximately 7 g and brown bread and/or water were used to neutralize taste in mouth. The appearance, taste and aroma were evaluated. Characteristics were evaluated in 5-point system: 1 – strong defects, 2 – weak defects, 3 – satisfactory, 4 – good, 5 – very good, no defects.

The statistical analysis of the data was performed with Microsoft Excel 2013. Student t-tests were used to compare the mean values at different time points, significant effects were declared at  $P < 0.05$ .

## Results and Discussion

The similarity of the three different batches of butter was evaluated by dry matter content and salt content. The average dry matter content of the three batches of USB was 84.06% and 85.91% in the case of SB. The dry matter content of SB was about 2% higher than of USB due to 2% of added salt. The salt content of butter samples was evaluated according to their sodium chloride (NaCl) content. The amount of NaCl found in the USB was 0.152% (due to natural NaCl in the milk). The average salt content of 10.72% in the plasma phase of butter corresponds to 2% salt content of butter. Both the dry matter content and salt content of all three batches were similar ( $P > 0.05$ ) and thus, the batches did not significantly influence the parameters studied in the work.

The acid value indicates the amount of free fatty acids in the milk fat. In current study, the acid value of USB and UB were determined immediately after the butter was made and later after certain intervals (Table 1). The acid value of butter at different storage temperatures remained between 0.71 and 0.81 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat during storage period (Fig. 1). A statistically significant temporal trend was observed only for butter stored at +5 °C, the acid value of which increased at the end of the shelf life. No significant differences were observed in the levels of free fatty acids of USB and SB (except of week 12 and week 16 of butter stored at -20 °C). At all storage temperatures, the acid value of both USB and SB samples remained lower (maximum value 0.81 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat at +5 °C on week 12 and at +20 °C on week 4) than the limit 1.2 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat set for high-quality butter (EU Regulation No 1272/2009).

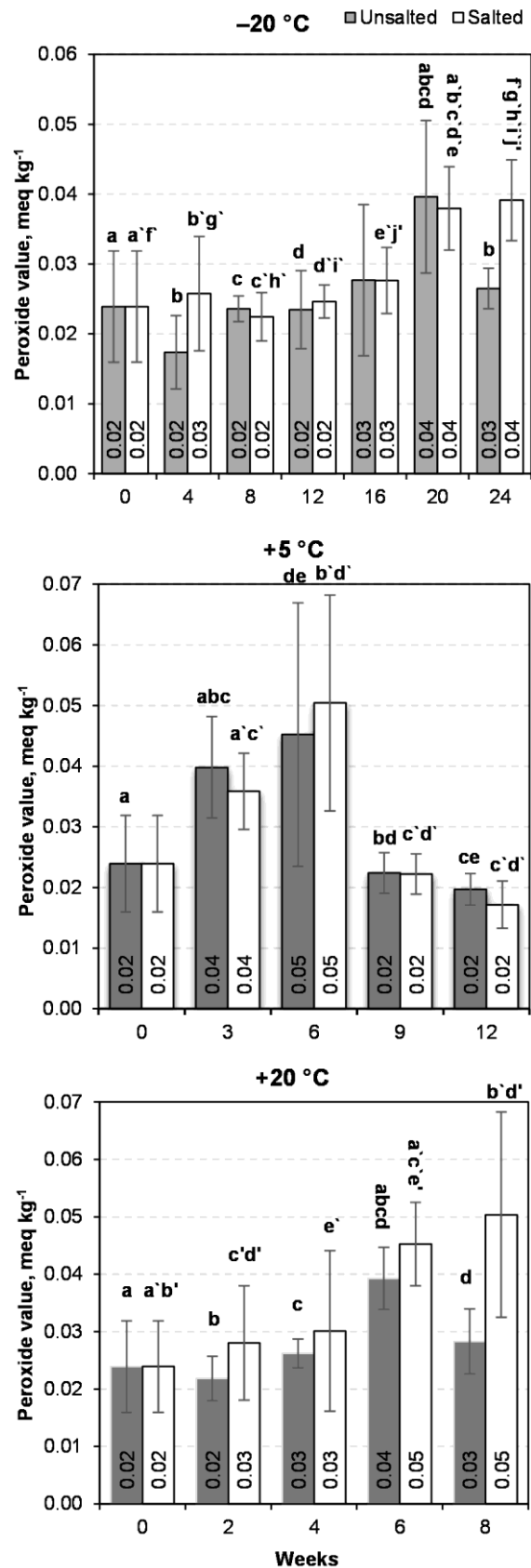


**Figure 1.** Acid values of unsalted and salted butter stored at -20; +5; +20 °C. The mean values with different letters (a, b, c, d) within unsalted butter and (a', b', c') within salted butter are significantly different ( $P < 0.05$ ) (Teder, 2016)

In addition to the original plan of analyses (Table 1), the acid value was also determined after six months of storage. The average levels of acid value of three batches of USB and SB stored in a refrigerator at +5 °C for six months were 0.80 and 0.79 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat, respectively. The average acid value of butter stored at +20 °C for six months was 0.98 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat for USB and 0.99 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat for SB for a high-quality butter, which also remained below the limit of acid value established for a high-quality butter. Differently from the results of this work, Koczon *et al.* (2008) observed a significant increase in the acid value of butter samples stored at +5 °C and +20 °C. In their study, the levels of acid value of the samples stored at +5 °C and +20 °C were 5.21 and 7.35 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat, respectively, which are 5 and 7 times higher than the levels in butter stored at the same temperatures in current work. Koczon *et al.* (2008) observed the traits of hydrolysis of the unsalted sweet cream butter already on the third week of storage at +5 °C and on the second week of storage at +20 °C. In present study, none of the samples exceeded the established maximum limit of acid value (1.2 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat) at any storage temperatures during the six months of storage.

The chemical quality of butter has been evaluated on national level in Estonia only with regard to intervention buying-in. All butter samples (n = 429) that were analysed during national buying-in at a period of 2005 to 2009 met the requirements for free fatty acids (Raie, 2016).

The peroxide value is one of the most important indicators of oil quality and this indicates the amount of hydroperoxides formed in the oils and fats as a result of the oxidation process. Similar to the acid value, the peroxide value of USB and SB was determined immediately from fresh butter and during storage at different temperatures according to the plan of analyses (Table 1). During storage at different temperatures, the peroxide value remained at levels of 0.017 to 0.050 meq kg<sup>-1</sup> fat (Fig. 2), which is in average almost 10 times lower than the allowed limit for intervention buying-in (0.3 meq kg<sup>-1</sup> fat, EU Regulation No. 1272/2009). There were no significant changes in peroxide value within 16 weeks of storage at -20 °C; the levels were significantly higher only since week 20. When butter was stored at +5 °C, the peroxide values increased until week 6, after which a statistically significant decrease (Fig. 2) was observed. The reasons of that phenomenon are not clear. The peroxide values of USB and SB samples stored at +20 °C were highest on week 6. There was a statistically significant difference only between peroxide values of USB and SB on week 24 (stored at -20 °C) and week 8 (stored at +20 °C). No significant differences were found between the peroxide values at different storage temperatures. Similarly, no significant differences were observed between USB and SB, and no definite temporal trends in the dynamics of peroxide values. The peroxide values of three batches of unsalted and salted butter stored for six months at +5 °C were 0.033 and 0.047 meq kg<sup>-1</sup> fat, respectively.

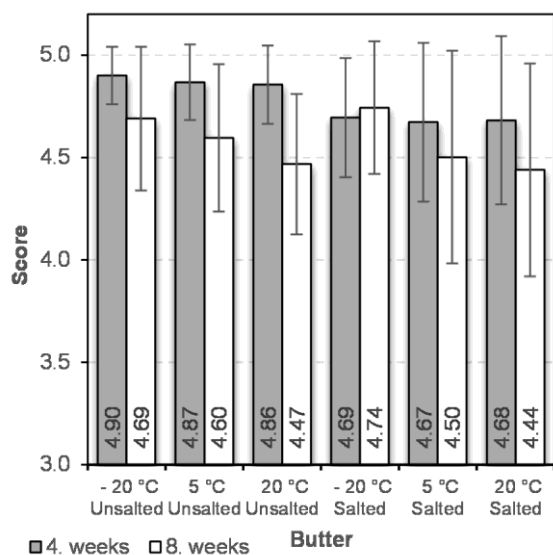


**Figure 2.** Peroxide values of unsalted and salted butter stored at -20; +5; +20 °C. The mean values with different letters (a, b, c, d, e) within unsalted butter and letters (a', b', c', d', e', f, g', h', i', j') within salted butter are significantly different (P < 0.05) (Teder, 2016)

The storage for the same period at +20 °C resulted in the peroxide value of 0.048 meq kg<sup>-1</sup> fat for USB and of 0.109 meq kg<sup>-1</sup> fat for SB. These levels were also lower than the permitted limit established for intervention buying-in.

As the content free fatty acids was low and only free fatty acids can be oxidized, the peroxide value of butter samples remained low. All butter samples (n = 430) that were analysed during national buying-in at a period of 2005 to 2009 met the requirements for peroxide value (Raie, 2016).

Generation of distinguished taste and aroma problems was not observed after storage of USB at three different temperatures for 4 weeks (score of 4.9 points; Fig. 3). Some assessors found unclean and slightly rancid taste in SB after a 4-week storage period, but the highest organoleptic quality, *i.e.* fresh aroma and taste, was attributed to USB and SB samples stored at -20 °C. After 4 weeks of storage, the scores for aroma of USB and SB did not depend statistically significantly ( $P > 0.05$ ) on storage temperature.

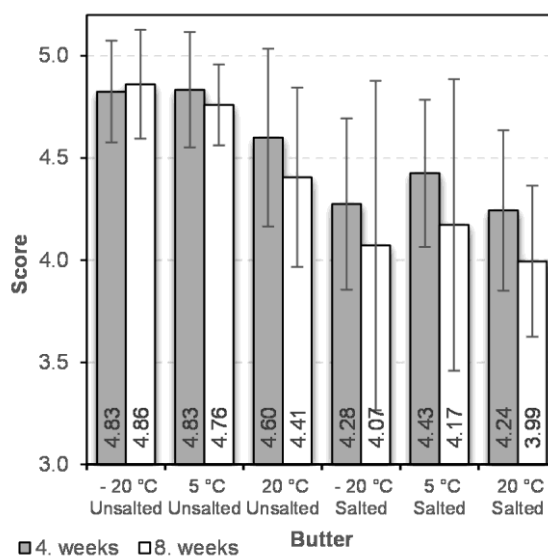


**Figure 3.** Mean scores for taste and aroma of unsalted butter (USB) and salted butter (SB) stored at -20 °C; +5 °C; +20 °C for four weeks and eight weeks

Sensory analysis of USB after the 8-week period of storage resulted in lower scores for taste and aroma compared to evaluation result after week 4 (Fig. 3) and statistically significant ( $P > 0.05$ ) differences were between samples stored at -20 °C and +20 °C. USB stored at room temperature gained 4.5 points as assessors described slightly rancid, metallic and bitter taste. After 8-week storage SB kept at +5 °C and +20 °C had lower taste and aroma scores compared to week 4 scores, difference was statistically significant ( $P > 0.05$ ) at +20 °C stored samples. The scores for taste and aroma of SB stored at -20 °C for 8 weeks were statistically significantly higher than stored at 5 and +20 °C for 8 weeks. Assessors found pronounced mistakes in samples stored in refrigerator and room temperature but not in butter stored in deep freezer. The defects were described as impure, rancid, metallic and bitter tastes.

Assessors found no defects of appearance of USB stored at -20 °C and +5 °C for 4 weeks and 8 weeks (Fig. 4). In warmer storage conditions (+20 °C) some released fat was noticed on the surface of USB after 4 weeks of storage, amount of released fat increased with prolongation of storage. This was a clearly expressed defect but was not reflected in scores as every assessor evaluated small sample of product and could not recognize the defect.

The main defect of SB was non-uniform colour. The main reason of appearance defects is perhaps the uneven distribution of salt in mass. Since during preparation the distribution of salt was assessed visually, it was not possible to fully assure that the salt was uniformly dissolved.



**Figure 4.** Mean scores for appearance of unsalted butter (USB) and salted butter (SB) stored at -20 °C; +5 °C; +20 °C for four weeks and eight weeks

Good organoleptic properties were confirmed by chemical analyses; both the acid value and the peroxide value were lower than the established maximum limits. Rancid and impure taste can be perceived by a trained expert if free fatty acid content is 1.2 to 1.5 mmol per 100 g fat and by regular consumer at a concentration of 2.0 to 2.2 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat (Henno, 2005). As free fatty acid content was lower than 1.2 mmol per 100 grams of fat, assessors did not perceive unclean and rancid taste caused by excess of free fatty acids. That was reflected in scores higher than 4 points.

## Conclusions

The purpose of this work was to evaluate the quality of USB and SB during different storage regimes. For this, three batches of unsalted and salted butter were prepared and stored at 3 different temperatures: -20 °C for 24 weeks, +5 °C for 12 weeks and +20 °C for 8 weeks. Quality of butter was evaluated by determination of acid value, peroxide value and organoleptic parameters.

Based on results and analysis of data collected, the following conclusions can be drawn:

- storage temperature and salt content did not affect significantly the content of free fatty acids or the level of oxidation of sweet cream butter produced in continuous butter machine;
- no certain temporal trends were observed in acid and peroxide values;
- acid value (maximum value 0.81 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat) remained below the established limit for high-quality butter (1.2 mmol 100 g<sup>-1</sup> fat) during whole observation period at all storage temperatures and salt contents;
- peroxide value (maximum value 0.050 meq kg<sup>-1</sup> fat) remained below the limit for a high-quality butter (0.3 meq kg<sup>-1</sup> fat) during whole period of storage at all temperatures and salt contents;
- all butter samples received at least 4 points or higher score for appearance, taste and aroma. This was confirmed by chemical analyses: both the acid value and peroxide value, which remained significantly lower than the limits established in the regulation, proved good organoleptic properties of butter samples;
- butter producers have no need to add salt for achieving better quality during storage. Chemical parameters of salted butter did not differ significantly from the parameters of unsalted butter, but too high salt content may be not favourable or healthy for consumers;
- storage temperature did not have significant impact on chemical characteristics of butter. The storage at room temperature resulted in fat separation.

#### Conflict of interests

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

#### Author contributions

Study conception and design: IJ, LT, KL.  
Acquisition, analysis and interpretation of data: LT, IJ, KL.  
Drafting, editing and critical revision of the manuscript: KL, IJ, LT

#### References

- Chandan, R.C., Kilara, A., Shah, N.P. 2008. Dairy Processing and Quality Assurance. – USA: Wiley-Blackwell. 586 pp.
- EU regulation No 1272/2009. Commission Regulation EU No 1272/2009 of 11 December 2009 laying down common detailed rules for the implementation of Council Regulation EC No 1234/2007 as regards buying-in and selling of agricultural products under public intervention. L349, 68 pages 27.11.2017 <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:349:0001:0068:EN:PDF>
- EVS-EN ISO 5943 V2:2006. Cheese and processed cheese products – Determination of chloride content – Potentiometric titration method.
- EVS-EN ISO 660:2009. Animal and vegetable fats and oils – Determination of acid value and acidity.
- Fearon, A.M. 2011. Butter and butter products. In: Dairy ingredients for food processing (Eds. R.C. Chandan, A. Kilara). – Iowa: Blackwell Publishing Ltd., pp. 199–223.
- Fox, P.F., Kelly, A.L. 2012. Chemistry and biochemistry of milk constituents. In: Food biochemistry and food processing (Eds. B.K. Simpson, L.M.L. Nollet, F. Toldra, S. Benjakul, G. Paliyath, Y.H. Hui). – Sine loco: Wiley&Sons, pp. 442–463.
- Henno, M. 2005. Piima kvaliteet ja seda mõjutavad tegurid. – Doktoritöö. Eesti Põllumajandusülikool, Tartu, 143 lk.
- ISO 3976:2006. Milk fat – Determination of peroxide value.
- Kern DBS. 2013. Operating instructions Electronic Moisture Analyser. – KERN&Sohn GmbH. 91 pp.
- Koczon, P., Gruczynska, E., Kowalski, B. 2008. Changes in the Acid Value of Butter During Storage at Different Temperatures as Assessed by Standard Methods or by FT-IR Spectroscopy. – American Journal of Food Technology, 3(3):154–163.
- Krause, A.J, Miracle, R.E., Sanders, T.H., Dean, L.L., Drake, M.A. 2008. The Effect of Refrigerated and Frozen Storage on Butter Flavor and Texture. – Journal of Dairy Science, 99:455–465.
- Lozano, P.R., Miracle, E.R., Krause, A.J., Drake, M.A., Cadwallader, K.R. 2007. Effect of Cold Storage and Packaging Material on the Major Aroma Components of Sweet Cream Butter. – Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55:7840–7846.
- Mariutti, L.R.B., Bragagnolo, N. 2017. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products. – Food Research International, 94:90–100.
- Patel, A.A., Sharma, A., Patel, H. 2016. Butter and fat spreads: manufacture and quality assurance. In: Dairy processing and quality assurance (Second Edition) (Eds. R.C. Chandan, A. Kilara, N.P. Shah). – Sine loco: Wiley&Sons, 266–285 pp.
- Raie, A. (22.03.2016). Sekkumiskokkuost. I. Jõudu e- kirjavahetus Veterinaar- ja toiduameti Turukorralduse büroo peaspetsialisti Ave Raiega, Tartu.
- Shahidi, F., Zhong, Y. 2005. Lipid oxidation: measurement methods. In: Bailey's industrial oil and fat products (Ed. F. Shahidi). – Canada: Wiley&Sons, pp. 257–282.
- Teder, L. 2016. Soolatud ja soolamata röösaakoorevõi kvaliteedi hindamine erinevate säilitusrežiimide korral. – Magistritöö. Eesti Maaülikool, Tartu, 53 lk, [http://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/2744/Liis\\_Teder\\_2016MA\\_PT\\_t%C3%A4istekst.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/2744/Liis_Teder_2016MA_PT_t%C3%A4istekst.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Walstra, P., Wouters, J.T.M., Geurts T.J. 2006. Dairy science and technology (Second Edition). – UK: Taylor and France. 763 pp.



## THE EFFECT OF SILICON ON THE ORGANICALLY GROWN ICEBERG LETTUCE GROWTH AND QUALITY

Margit Olle

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

Saabunud: 10.06.17  
Received:  
Aktsepteeritud: 11.08.17  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 14.08.17  
Published online:  
Vastutav autor: Margit Olle  
Corresponding author:  
e-mail: margit.olle@gmail.com

**Keywords:** growth, iceberg lettuce, nutrients, Silicon.

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2017\\_1\\_olle.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2017_1_olle.pdf)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15159/jas.17.06>

**ABSTRACT.** Si helps plants to mitigate with abiotic and biotic stresses because of Si-treated plants become stronger, sturdier and naturally more tolerant. The purpose of the investigations was to look the effect of Silicon on the iceberg lettuce growth and quality. There were two treatments: 1. stabilized silicic acid treatment; 2. control. The first spray, when 1 real leaf was present; the second spray was 2 weeks after spray 1; the third spray was 2 weeks after spray 2. First spray: 1 ml silicic acid was solved in 0.5 litre distilled water; second spray: 2 ml silicic acid was solved in 1 litre distilled water; third spray: 2 ml silicic acid was solved in 1 litre distilled water. pH of spray solution was 5,5. Control plants were untreated. Iceberg lettuce plants were taller and more bread in Si treatment compared to control. The content of NO<sub>3</sub>, N, P, Ca was higher in Si-treated plants.

© 2017 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitsitud. 2017 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Introduction

Silicon is present in soils in large amounts, for example, Silicon dioxide is composing 50–70% of the soil mass. All plants tissues contain some Si (Olle, 2014). At the same time if Si is largely present in soils the amount of plant-available Si in soils for plant growth and development may be insufficient. Therefore plant-available Si fertilization might help to feed plants with this nutrient also. Many investigations have clearly demonstrated that supplying crops with adequate plant-available Si can suppress diseases and insects attacks on plants, improve environmental stress tolerance, and increase crop yield (Olle, 2014; Olle, Narits, 2015; Olle, Schnug, 2016).

At a glance: Silicon fertilisers with high plant available Silicon content have many potential benefits and sufficient Si supply aids healthy growth and productive development. Applied silicon fertilisers interact positively with applied major and trace elements improving their agronomic performance and efficiency. Silicon fertilisers also enhance the plant's ability to resist or tolerate biotic stress such as the attack of insect pests and fungal attacks (Bent, 2014; Smith, 2011; Zhu, Gong, 2014; Vasanthi *et al.*, 2014). Silicon fertilisers can help alleviate abiotic stresses due to acidity, salinity

and toxicities. Silicon fertilisers can help reduce water loss and transpiration (Smith, 2011).

Plant available silicon increases the translocation (movement) of nutrients within the plant and increases water efficiency by reducing transpiration. The benefit of a high plant available silicon content fertiliser product is that it delivers organic amorphous Si (as opposed to crystalline Si) in an easily accessible form to the crop root zone. Improved resistance to disease and pathogenic fungal attack due to Si applications has been reported for a number of crops (Smith, 2011). As most parasitic fungi penetrate the host by boring through the epidermal cell wall, Si in these walls may act as a mechanical barrier.

In addition to decreased susceptibility to fungal pathogens (and insects), the beneficial effects of adequate Si include reduced manganese and iron toxicity, reduced salinity and water stress, protection of leaves from ultraviolet radiation damage and increased growth in some plants (Smith, 2011).

Si-treated plants become stronger, sturdier and tolerant to dryness and drought, mineral imbalance and extremes of temperature (Bent, 2014). Silicon application could, therefore, improve crop production under extreme climatic conditions (Shakoor, 2014; Shakoor,



Bhat 2014). Bent (2014) describes, that bioactive silicon helps to take up more nutrients and utilize water and minerals more efficiently, reducing their requirements for water, fertilizers and plant protection chemicals during cultivation.

The application of stabilized silicic acid is called the silicic acid agro-technology (SAAT). This technology was developed by Dr Henk-Maarten Laane (Bent, 2014). SAAT has been shown to be very effective on almost every crop with increases of the root system, longer stem/tillers, leaf area and chlorophyll content and nutrient uptake resulting in 15–50% more yield and higher quality (Bent, 2014). SAAT also decreases biotic and abiotic stresses. Due to a (much) lower infection rate, pesticide use can be reduced by (at least) 50%. The product is safe (for the plant, the soil, the farmer and the consumer) and ecologically friendly.

The purpose of the investigations was to look the effect of Silicon on the iceberg lettuce growth and quality.

### Materials and methods

The experiments in the greenhouse were carried out in spring 2014 at the Estonian Crop Research Institute. In experiment iceberg lettuce Regina de Ghiacci variety was grown. There were two treatments: 1. stabilized silicic acid treatment; 2. control.

Each treatment consisted of 24 plants, within that one plot consisted of 6 plants in four replications. The experiment was repeated at the same time, *i.e.* in the first and second experiment seeds were sown on 21 of March 2014 and results were gathered on 15 of May 2014. The design of experiments was randomised block design.

Iceberg lettuce seeds were sown in plastic trays and seedlings were grown in a heated glass greenhouse. Seedlings were transplanted once into the individual pot (9 cm diameter), (4 of April 2014). Plants were grown in Novarbo B2 Organic Biolan substrate (lime content  $6 \text{ kg m}^{-3}$ , fertilizer content  $1.0 \text{ kg m}^{-3}$ , fertilizer N-P-K 12-6-22, pH neutral) for organic cultivation.

Silicic acid treatment was carried through as followed: First spray, when plants were growing and when 1 real leaf was present (14.04.14); the second spray was 2 weeks after spray 1 (28.04.14); the third spray was 2 weeks after spray 2 (12.05.14). Sprays were followed: First spray: 1 ml silicic acid was solved in 0.5 litre clean (distilled water, pH 5.8) water; second spray: 2 ml silicic acid was solved in 1 litres clean (distilled water, pH 5.8) water; third spray: 2 ml silicic acid was solved in 1 litre (distilled water, pH 5.8) water. pH of spray solution was 5.5. Control plants were untreated.

The greenhouse lighting at a plant level was approximately  $150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  from high-pressure sodium lamps. The plants were additionally lighted in the period of 18 hours (23.00–16.00). All plants were grown with a minimum day and night temperature of  $+20 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $+18 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectively.

On 15.05.2014 the height and stem diameter were recorded. The plants were measured before harvest. The contents of Nitrates, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium were determined. Dry matter was determined according to standardised method by drying the biomass at  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  for overnight. The content of nitrogen was determined according to Copper Catalyst Kjeldahl Method (984.13). Nitrate contents were determined extracts by Fiastar 5000. The determination of Phosphorus was carried through in Kjeldahl Digest by Fiastar 5000 (AN 5242; Stannous Chloride method, ISO/FDIS 15681). The determination of Potassium was carried through by Flame Photometric Method (956.01). Determination of calcium was carried through by the o-Cresolphthalein Complexone method (ISO 3696, in Kjeldahl Digest by Fiastar 5000). The determination of Magnesium was carried through by Fiastar 5000 (ASTN90/92; Titan Yellow method). Analyses of variance were carried out on the data obtained using programme MS Excel 2010. Level of the significance was expressed conventionally: \*\*\*  $P < 0.001$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*  $P < 0.05$ ; NS not significant,  $P > 0.05$ . The error bars on the figures are presented as standard deviations (SD).

### Results

The iceberg lettuce in Si variant was 31% higher than plants in control variant (Figure 1, a).

The breadth of iceberg lettuce was 17% larger in Si variant compared to control variant (Figure 1, b).

The content of nitrates in iceberg lettuce was 97% higher in Si variant compared to control (Figure 2, a).

The content of Nitrogen was 40% higher in Si variant compared to control (Figure 2, b).

In iceberg lettuce transplants the Phosphorus content was 25% higher in Si variant than in control (Figure 3, a).

The content of Potassium in iceberg lettuce was not statistically different (Figure 3, b).

The content of Calcium was 30% higher in Si variant compared to control (Figure 4, a).

The content of Magnesium in iceberg lettuce was not statistically different (Figure 4, b).

### Discussion

In the present study, the iceberg lettuce crop growth was enhanced. In a similar way, several authors have reviewed the benefits of silicon application on crop growth (Olle, 2014; Zhu, Gong, 2014). In accordance, Heckman (2013) and Smith (2011) concluded that Si one of most important effects is a direct stimulation of plant growth and yield through more upright growth and plant rigidity.

In addition, silicon nutrition reverses the succulence induced by high nitrogen and enhances crop growth and yield (Vasanthi *et al.*, 2014). Greger *et al.* (2011) found accordingly that biomass in lettuce increased by Si with the unchanged proportion of root:shoot ratio.

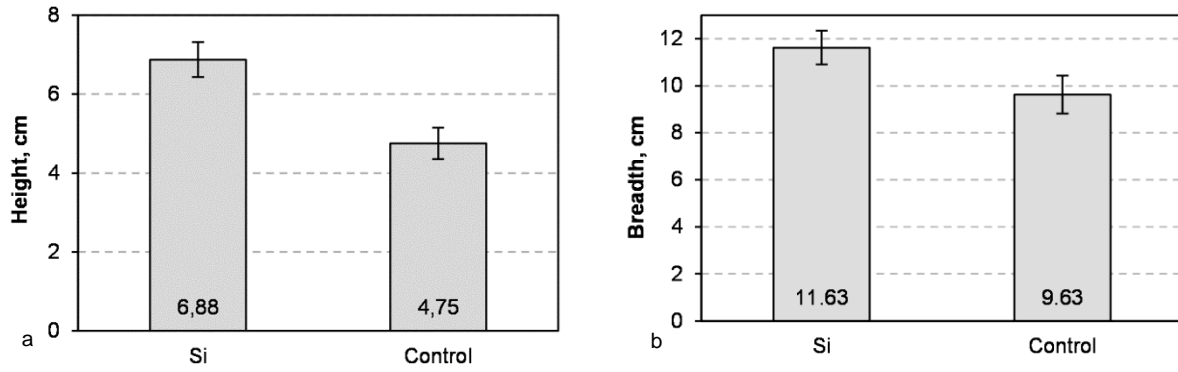


Figure 1. Iceberg lettuce transplant mean ( $\pm$  SD) height (a, \*\*\*) and breadth (b, \*\*\*)

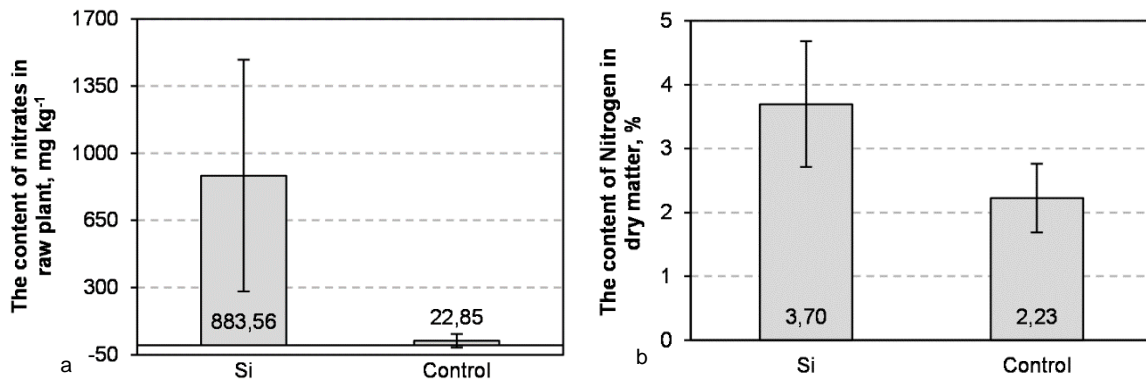


Figure 2. The mean ( $\pm$  SD) content of nitrates (a, \*) in raw iceberg lettuce transplant and the content of nitrogen (b, \*) in iceberg lettuce dry matter

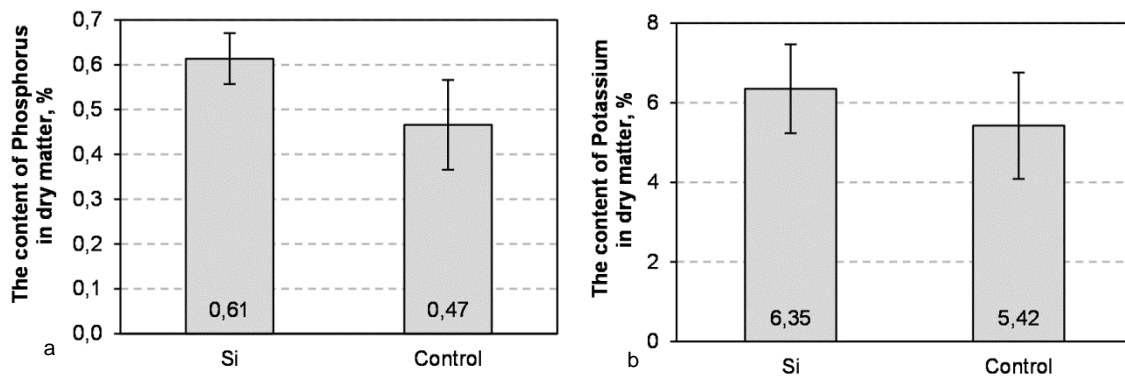


Figure 3. The mean ( $\pm$  SD) content of Phosphorus (a, \*) and Potassium (b, NS) in iceberg lettuce dry matter

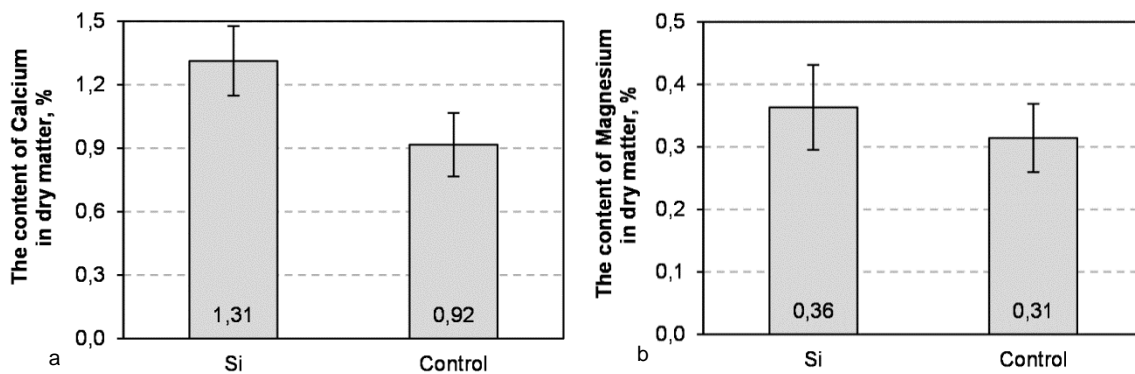


Figure 4. The mean ( $\pm$  SD) content of Calcium (a, \*) and Magnesium (b, NS) in iceberg lettuce dry matter

In the present study, the content of NO<sub>3</sub>, N, P, Ca were higher in Si-treated plants. Similarly, Smith (2011) found that applied silicon fertilisers interact positively with applied major and trace elements improving their agronomic performance and efficiency. Bent (2014) in the same way stated that silicic acid agro-technology (SAAT) is increasing nutrient uptake by plants. Greger *et al.* (2011) presented that for some nutrients Silicon in lettuce crop affected the uptake and distribution while others nutrients uptake and distribution were unaffected. While this situation was also in present investigation: Si treatment increased some nutrients uptake and did not affect others nutrients uptake.

Increased nutrients uptake could also influence plants negatively, because of: A high nitrate accumulation, which was present in our investigation, in plants might be undesirable, because it results in nitrite production, which is converted to nitric oxide by nitrate reductase and converted into the extremely toxic compound peroxynitrite under aerobic conditions, which is harmful to plant growth (Reddy, Menary, 1990). More seriously, the accumulation of peroxynitrite in humans may result in conditions such as chronic heart failure, diabetes, chronic inflammatory diseases, cancer, and neurodegenerative disorders (Pacher *et al.*, 2007).

In the present investigation, it was shown that Phosphorus contents were increased by treating plants with silicic acid solution compared to the untreated control. In contrast, Greger *et al.* (2011) found that Phosphorous decreased with Si in lettuce. The decrease of Phosphorus is mainly a dilution effect; in fact, the amount of P was unchanged or increased because of the Si-induced increase of biomass (Greger *et al.*, 2011). Phosphorus is needed especially for good root growth (Durner, 2013).

Present investigation also showed the increased Calcium contents in iceberg lettuce plants. A higher Ca content is beneficial, suppressing insect and disease attack and increasing transportability and storage quality (Olle, 2013; Olle 2015).

### Conclusion

Iceberg lettuce was taller and more breadth in silicic acid treatment compared to control. The content of NO<sub>3</sub>, N, P, Ca was higher in Si-treated plants. Silicon could be used in iceberg lettuce production. One solution how to decrease the content of nitrates should be found in future. Maybe different growth substrate with lower or totally absent N content could be used.

### Acknowledgements

The present research was carried through with financial support from Estonian Agricultural Registers and Information Board and with the help of the Jaagu-mäe Agro Ltd. and Estonian Crop Research Institute.

### Conflict of interest

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

### Author contributions

MO designed and carried out trial and analyzed all data, made writing, editing and approved the final manuscript.

### References

- Bent, E. 2014. Silicons Solutions. – Helping plants to help themselves. – Sestante Edizioni, Bergamo. 183 pp.
- Durner, E.F. 2013. Principles of Horticultural Physiology. – Gutenberg Press Ltd., Tarxien, Malta. 405 pp.
- Greger, M., Landberg, T., Vaculik, M., Lux, A. 2011. Silicon influences nutrient status in plants. – Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Silicon in Agriculture, September 13–18 2011 Beijing, China. Book of Abstracts, pp. 57–58.
- Heckman J. 2013. Silicon: A Beneficial Substance. – Better crops, 97(4):14–16.
- Olle, M. 2013. The Effect of Effective Microorganisms (Em) on the Yield, Storability and Calcium Content in Swede. – XVII International Plant Nutrition Colloquium and Boron Satellite Meeting Proceedings Book, Istanbul/Turkey, pp. 714–715.
- Olle, M. 2014. The effect of Silicon on the organically grown cucumber transplants growth and quality. – Proceedings of 16<sup>th</sup> World Fertilizer Congress of CIEC, Rio de Janeiro: CIEC, pp. 90–92.
- Olle, M. 2015. Methods to avoid Calcium deficiency on greenhouse grown leafy crops. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 118 pp.
- Olle, M., Narits, L. 2015. The effect of Silicon on the field peas quality. – 2<sup>nd</sup> International Conference on Food and Biosystems Engineering, 28–31 May 2015, Mykonos island, FaBE 043, pp. 98–102.
- Olle, M., Schnug, E. 2016. The influence of foliar applied silicic acid on N, P, K, Ca and Mg concentrations in field peas. Einfluss von blattapplizierter Kieselsäure auf die N, P, K, Ca und Mg Gehalte von Felderbsen. – Journal für Kulturpflanzen, pp. 7–10.
- Pacher, P., Beckman, J.S., Liaudet, L. 2007. Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. – Physiological Reviews, 87(1):315–424.
- Reddy, K.S., Menary, R.C. 1990. Nitrate reductase and nitrate accumulation in relation to nitrate toxicity in *Boronia megastigma*. – Physiologia Plantarum, 78(3):430–434.
- Shakoor, S.A. 2014. Review article; Silicon Biomineralisation in Plants: A Tool to Adapt Global Climate Change. – Journal of Research in Biological Sciences, 1:1–3.
- Shakoor, S.A., Bhat, M.A. 2014. Biomineralisation of silicon and calcium in plants and its control: An overview. – Plant, 2(1):6–13.

Smith, A. 2011. Silicons key role in plant growth. – Australian Grain, March-April, pp. 35.

Vasanthi, N., Saleena Lilly, M., Raj, S.A. 2014. Silicon in crop production and crop protection – A review. Agricultural Reviews, 35(1):14–23.

Zhu, Y, Gong, H. 2014. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. – Agronomy for Sustainable Development, 34(2):455–472.

Agraarteadus  
2 \* XXVIII \* 2017 87–93



Journal of Agricultural Science  
2 \* XXVIII \* 2017 87–93

## Ülevaade: TOIDULISANDID – KASULIKUD, KASUTUD VÕI OHTLIKUD?

*Review: FOOD SUPPLEMENTS – USEFUL, USELESS OR HAZARDOUS?*

Tõnu Püssa

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool,

Fr. R. Kreutzwaldi 56/3, Tartu 51014

<sup>2</sup>Bio CC OÜ, Kreutzwaldi 1, Tartu 51014

Saabunud: 17.11.17  
Received:  
Aktsepteeritud: 19.12.17  
Accepted:

Avaldatud veebis: 20.12.17  
Published online:

Vastutav autor: Tõnu Püssa  
Corresponding author:  
e-mail: tonu.pyssa@emu.ee

**Keywords:** food supplements, vitamins, health hazards.

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2017\\_2\\_pussa.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2017_2_pussa.pdf)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15159/jas.17.10>

**ABSTRACT.** The world market of food (dietary) supplements is very broad and diverse, orientating in which is quite difficult even for experts. One part of the supplements are useful, another part potentially dangerous, and third part simply useless. In case of versatile diet a healthy human generally doesn't need to consume food additives, their use as concentrates of physiologically active substances must be careful and only according to recommendations of a physician.

This paper is not an ordinary literature review. Due to very high number of different food supplements and respective literature, it is very difficult to write such an article. Our task was to provide, with the help of more pronounced examples, a review of the basic health hazards connected with consumption of food supplements.

© 2017 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2017 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Sissejuhatus

Toidulisand on toit, mis on mõeldud tavatoidu täiendamiseks, olles toitainete või muude füsioloogiliste toimetega ainete kontsentreeritud allikaks. Nimetatud ained võivad lisandis sisalduda kas üksikult või kombineeritult ning nad on müügiks pakendatud kindlate annustena nagu kapslid, pastillid, tabletid jms. Toidulisandi ohutuse, nõuetekohasuse ning kvaliteedi eest vastutab lisandi tootja või turustaja. Lisandi esmakordsel turuletoomisel peab turustaja sellest teavitama Veterinaar- ja Toiduametit (VTA). Teavitamine ei tähenda aga selle toidulisandi heakskiitmist VTA poolt (Toiduseadus ptk. 3, § 14).

Toidulisand ei ole ravim, tema mürgistus ei tohi viidata haigusi ennetavatele, tõkestavatele, ravivatele või leevendavatele omadustele nagu ravimite korral ega eksitada tarbijat, andes ebaõiget teavet toidulisandi iseloomulike tunnuste, eelkõige tema olemuse, määratluse, koostise, omaduste, koguse, säilivuse, päritolu,

valmistamis- või tootmismeetodi kohta; omistada toidulisandile omadusi või toimet, mida sellel ei ole; omistada lisandile eriomadusi, kui sellised omadused on kõigil sarnastel toodetel. Nii ei tohi toidulisandite märgistamisel ja muul viisil tema kohta teabe edastamisel üldjuhul kasutada väiteid nagu "ravib, parandab, hoiab ära, väldib, kaitseb, taastab, leevendab jne".

Toidulisand võib osutada ravimiks, kui ta sisaldab taimi, mis on Ravimiameti kodulehel ravimina määratletud taimede nimekirjas või sisaldab aineid, mida kasutatakse ravimites (koensüüm Q10, glükoosamiin, melatoniin, jpt). Kui toode sisaldab eelnimetatud komponente, siis ja vaid siis tuleb see enne turule viimist Ravimiametis määratleda.

Toidulisandeid ei tohiks segi ajada toidu lisainetega. Viimased on ained või ainete segud, mida lisatakse toidule viimase töötlemisel selleks, et pidurdada valmi-va toidu riknemist ja pikendada säilivusaega, surudes alla ohtlike mikroobide arengu ja/või aeglustades küllastamata rasvhapete ja teiste ainete oksüdatsiooni

ehk rääsumist või muid kahjulikke protsesse, parandada välimust, struktuuri, maitset, aroomi jt omadusi ning suurendada toidukauba külgetõmbavust. Eestis juhitudakse Euroopa Liidus kehtestatud nõuetest toidu lisainete kohta ning loa lisainete kasutamiseks annab Riigi Terviseamet (Toiduseadus ptk. 3, § 16).

Käesolev artikkel ei ole tavaline kirjanduse ülevaade. Toidulisandite ja nende kohta käiva erineval tasemel kirjanduse hulk on niivõrd suur, et sellist artiklit pole võimalik kirjutada. Artikli eesmärgiks on olulisemate näidete abil anda ülevaade põhiprobleemidest, millega võib kokku puutuda toidulisandite kasutamisel.

### Toidulisandite tarbimine

Maailmaturul on üle 50 000 toidulisandi, millest umbes 6000 on viimase kuue aasta jooksul jõudnud ka Eestisse (Postimees, 2017). Teatud osaga neist pole tõsiseid toksikoloogilisi probleeme, sageli küll vaid sellepärast, et neil polegi mingeid olulisi füsioloogilisi toimeid, aga nende hulgas on ka üsna kahtlustärataavaid (Consumerreports, 2012).

USA-s tarbib veidi üle poole täiskasvanutest toidulisandeid, enamasti multivitamiine (Park, 2011). Euroopas tarvitatakse täiskasvanutest kõige enam toidulisandeid Taanis (59%) ja Saksamaal (43%), aga Iirimaa 23% ja Hispaanias vaid 9%. Naised tarbivad lisandeid rohkem kui mehed (EUFIC, 2013). Eestis tarbib umbes 30% inimestest toidulisandeid (Terviseuudised, 2017). USA Rahvuslik Terviseinstituut (*National Institutes of Health; US NIH*), mööndes, et osa neist võib olla koguni tervisele kahjulikud, soovib siiski enamust toidulisanditest vältida ja kui üldse kasutada, siis vaid arsti soovitusel põhjal. Erandiks on vitamiin D (mida soovitatakse manustada põhjapoolsetes maades eriti talvel päikesevalguse defitsiidi tõttu) ja mõned teised toidulisandid.

Ülisuure hulga erinevate toidulisandite seast võib välja tuua sellised rühmad nagu

- vitamiinid, vajalikud teatud terviseprobleemide lahendamisel, seni on aga vähe andmeid nende kasulikkusest tervetele inimestele;
- mineraalained;
- taimsed lisandid, sageli reklaamitud antioksidantidena. Taimed on olnud toidulisandiks juba kaua, nendel baseeruv herbalism kui alternatiivmeditsiini vorm ei põhine aga alati teadusuuringute tulemustel. Samas pärinevad sellest rühmast paljud ravimid;
- atleetvõimlemises ehk kulturismis kasutatavad toidulisandid, mis soodustavad kaalu lisandumist või vastupidi, lihaste kasvu jne. Koostisosadeks vitamiinid, valgud, hargnenud ahelaga aminohapped, glutamiin, kreatiin. Neid manustavad mitte ainult kulturistid;
- energiatootmise võimendid;
- toidulisandid kiireks kaalukaotuseks jt.

Viimati mainitud rühma kohta tuleb lisada, et kiire kaalukaotus on juba olemuselt ohtlik. Paljud mürgid,

mis on aja jooksul ladestunud näiteks rasvkoes (poli- aromaatsed süsivesinikud, dioksiinid, kloororgaanilised pestitsiidid jt), kus nad on n.ö varjusurmas, võivad koe massi kiirel alanemisel vabaneda ja muutuda aktiivseks. Rasvkude, mis moodustab keha massist 50 ja 20–30% vastavalt kogukatel ja kõhnadel inimestel, on erinevate rasvlahustuvate mürkide reservuaar.

Kindlasti on olukordi, kui toidulisandi kasutamine on näidustatud, tavaliselt on see seotud mingi olulise toitainete defitsiidiga või ka inimese teatud eluperioodiga. Lisanditega ravi vajavad näiteks diagnoositud raua defitsiit, taimetoitlastel ja eakatel esinev vitamiin B<sub>12</sub> puudulikkus, fluori defitsiit alaealistel, kelle joogivesi sisaldab liiga vähe fluori (norm 0,7–1,2 mg/L). Samuti on õigustatud omega-3 rasvhappeid sisaldavad toidulisandid neil südamehaiguste riskiga inimestel kes ei söö kala, milles sisaldub rohkesti seda tüüpi rasvhappeid; kaltsiumi ja vitamiin D-d sisaldavad toidulisandid diagnoositud osteoporoosi korral või foolhappe vanematel kui 50 aastat või rasedatel (EUFIC, 2013). See nimekiri ei ole ammendav.

### Toidulisandite kasutamise ohud

Toidulisandid võivad omada samaaegselt kasulikke ja väga erinevaid kahjulikke toimeid. Palju sõltub lisandi keemilisest koostisest, kvaliteedist, sh toimeaine kogusest, võimalikust saastusest mürgiste ainetega ning kindlasti vales (liigest) kasutamisest. On andmeid, et näiteks maksa kahjustuste juhtumid toidulisanditega, enamikel juhtudel kulturismilistega, on viimase kümnendi jooksul oluliselt kasvanud. Mõned ohvrid on vajanud isegi maksa siirdamist, on olnud ka surmajuhtumeid. Osa nendest lisanditest sisaldasid koostisosade nimekirja mittekantud steroide (García-Cortés jt, 2016).

Rasked juhtumid on esinenud ka siis kui aktiivseteks aineteks olid sellised olulised toitained nagu vitamiinid, mineraalid või aminohapped. Põhjuseks võib olla ka toote võltsimine, kui toode sisaldab deklareerimata füsioloogiliselt aktiivseid koostisosi või siis kasutaja kuulumine mingisse riskirühma. Rida selliseid lisandeid sisaldab psühhoaktiivseid kas loodusliku päritoluga või sünteetilisi ravimaineid.

Toidulisandi turulolek ei tähenda kaugeltki veel tema ohutust. Näiteks vaid 0,3 protsendil USA turul oleval toidulisandil on põhjalikumalt uuritud nende kõrvaltoimeid (O'Connor jt, 2013).

Näiteid ohtlike toidulisandite kohta rühmast "taimsed toidulisandid" (Ekor, 2014):

- Tobiväät (*Aristolochia*), mida USA-s, Hiinas, Jaapanis, ka Euroopas on seostatud neerupuudulikkuse ja -vähi tekkega. Sisaldab genotoksilisi ja mutageenseid aristoloonhappeid (*aristolochic acids*), mille poolt tekitatud DNA mutatsioonid on raku poolt raskesti parandatavad ning püsivad aastaid. Samu aineid sisaldavad ka paljud teised Aasia päritoluga ravimtaimed ning mitmed saalenemispreparaadid. Belgias, Suurbritannias, Saksamaal, Kanadas ja Austraalias on tobivääd kasutamine lisainetes keelatud.

- Kiima-johimbepuu (*Pausinystalia johimbe*), mille koor sisaldab indoolalkaloid johimbiini (afrodissiaakum, seostatakse südame- ja hingamisprobleemidega).
- Pomerantsipuu (*Citrus aurantium*) viljas sisalduva alkaloidi sinefriini toimed on analoogilised eefedra alkaloidse stimulandi efedriini omadega, mille kasutamine toidulisandina on tänaseks paljudes maades keelatud.
- Paiselehes (*Tussilago farfara*), mida kasutatakse akuutse ja kroonilise kõha korral sisalduvad alkaloidid võivad põhjustada veenioklusioonitõbe ja maksa tsirroosi.

USA Toidu- ja Raviamet hoiatab väga mitmesuguste toidulisandite kasutamisel esinevate ohtude eest. Näiteks kulturismilistandites sisalduvad anaboolse steroidid võivad põhjustada juuksekadu, ärrituvust, suurenenud agressiivsust ja depressiooni, aga ka tõeliselt eluohtlikke toimeid nagu maksa ja neerude kahjustused, infarkt, kopsuemboolia ja süvaveenide tromboos. Samuti hoiatatakse selgete pettuste eest vähkkasvajast justkui vabastavate toidulisandite, diabeeti ravivate, müstiliselt kiiret kaalukaotust lubavate lisandite jt kasutamisel (US FDA, 2017). Strühniini, tujuoni ja kampveri või eukalüpti eeterlikke õlised sisaldavad toidulisandid võivad esile kutsuda tõsiseid närvisüsteemi häireid, palderjan (*Valeriana officinalis*) ja kava (*Piper methysticum*) aga sedatsiooni. Varemehus (*Symphytum officinale*), ristirohus (*Senecio*) ja harilikus heliotroobis (*Heliotropium arborescens*) sisalduvad pürrolisidiinalkaloidid võivad põhjustada maksa veenioklusioonitõbe, mis maksa veenide sulgumise tõttu võib omakorda tekitada astsiiti e kõhuvesitõbe ja ödeemi e turset, ka tsirroosi (Phua jt, 2009). Mõningad pürrolisidiinalkaloidid tekitavad analoogilisi kopsuarterioolide sulge, mille tulemusteks on kopsuülerõhk, parempoolne ventrikulaarne hüpertroofia ja viimaks *cor pulmonale* (Edgar jt, 2011).

Kuna vitamiinid on bioaktiivsed ained, mida organism vajab (üli)väikestes kogustes, siis pole kaugeltki ohutu nende liigtarvitamine põhiliselt vitamiinipreparaatide, viimasel ajal aga ka vitamiinidega rikastatud toiduainete kaudu. Järjest rohkem on hakatud tühiste tervisehäädade korral manustama vitamiinipreparaate hiigeldosides. Vitamiinimürgistused ehk hüpervitamiinosisid on küll harvad, kuid arenenud maades siiski sagenemas (The Free Dictionary, 2017). Vitamiinid A ja D võivad ülikergesti põhjustada hüpervitamiinosisi, teiste korral on see haruldane. Kuna vitamiin D olulised vitameerid D<sub>2</sub> ja D<sub>3</sub> on hormoonid, siis on eriti ohtlik vitamiini D liigtarvitamine. Vitamiin D hüpervitamiinosisi sümptomiteks on kasvupidurdus, luude demineraliseerumine, kaltsiumi pöördumatu ladestumine pehmetes kudedes, mis võib kahjustada südant, kopse ning neerusid, hüperkaltsemia, hüpertoonia ja akuutne pankreatiit. Vitamiin D on ka teratogeen. Vitamiin D<sub>3</sub> ehk kolekaltsiferool tekib nahas 7-dehüdrokolesteroolist (eelvitamiin D<sub>3</sub>) UV-kiirguse toimel. On hinnatud, et meie laiuskraadil looduslikust UV-kiirgusest ei piisa ja on tõesti vaja D<sub>3</sub> täiendavalt manustada (Kull, 2010).

Enamikes toitutes, välja arvatud kalad nagu heeringas või eriti tursamaksast valmistatud kalamaksaõli, on D<sub>3</sub> sisaldus madal.

Viimasel ajal on uuritud ka vitamiinide C ja E nn megadooside mõju tervisele. Rikkalikult on andmeid nende vitamiinide vähi ning südamehaiguste riski alandava ja vananemist aeglustava toime kohta (The Free Dictionary, 2017). Samas on andmeid, mis viitavad hoopis vitamiin C megadooside kantserogeensusele (Lee jt, 2001). Igal juhul on soovitatav multivitamiinide asemel manustada just seda vitamiini, mida vastavalt arsti soovitusel konkreetne organism vajab.

Energiatootmise võimendite hulka kuulub hulk taimseid ja muu päritoluga toidulisandeid, mille akuutseid ega ka kroonilisi kõrvalmõjusid pole enamasti põhjalikult uuritud. Eranditeks on näiteks hõlmikpuu (*Gingko biloba*) või ženšenni (*Panax ginseng*) suhteliselt ohutud tooted, mida on kasutatud juba aastasadu ja mille toimeid on üsna põhjalikult uuritud. Hõlmikpuul on leitud positiivseid toimeid tervete inimeste meeolule, tähelepanelikkusele, mälu, rahulikkusele jne, samas on aga tuvastatud ohtlikke koostoimeid vere hüübimise ravimitega (Diamond, Bailey, 2013). Ženšenni uuringute tulemused on olnud vasturääkivad – mõnedel andmetel tõstab see taim tuju, energiat, füüsilist ja intellektuaalset võimekust, teiste järgi aga ei paranda hapnikutarvitust ega mõju ka taastumise kiirusele pärast füüsilist harjutust, lisaks on täheldatud ka negatiivseid toimeid (Ekor, 2014).

Varem toidulisandites laialt levinud eefedra (*Ephedra sinica*) kasutamine on aga nüüdseks keelustatud, sest tema koostises olevad efedriini-tüüpi alkaloidid põhjustasid fataalse lõpuga südameinfarkti ja ajuinsulti ning teisi tõsiseid patoloogiaid. Eefedra asendajaks toidulisandites said mõru apelsinipuu ehk pomerantsipuu (*Citrus aurantium*) viljad, mis sisaldavad keemiliselt lähedast ainet sinefriini, mille toimeid pole tegelikult ka piisavalt hästi uuritud. Nii efedriini kui ka sinefriini molekulid sarnanevad adrenaliini molekuliga (Rietjens jt, 2005).

Lihasmassi suurendamiseks ja organismi füüsilise võimekuse tõstmiseks kasutatava toidulisandi kreatiini kahjulikke kõrvalmõjusid on samuti vähe uuritud. Vitamiini B<sub>12</sub> süstitakse mõnikord arsti soovitusel "energiatootmise võimendamiseks". Siiski on tema kasutamise efektiivsuse kohta seni vähevõitu tõendusmaterjali, välja arvatud aneemiajuhud, kui tegemist on just selle vitamiini tõelise puudulikkusega. Kokkuvõttes võib öelda, et mõni neist lisanditest võib tõesti võimendada energiatootmist, kuid lühiajaliselt nagu kofeiingi (Food Supplements Europe, 2014).

Toidulisandites võib leiduda ka ebaselge tervise mõjuga lisaaineid nagu sünteetilised värvained, hüdroomid, rasvad, mis sisaldavad trans-rasvhappeid, titaanoksiidid. Kalaõlil põhinevad toidulisandid võivad sisaldada pliidi, elavhõbedat, polüklooritud bifenuüle (PCB), dioksiine ja muid veekogudest pärinevaid mürgaineid, mis on sinna sattunud inimtegevuse tulemusena (ACHS, 2017).

Kindlasti peab meeles pidama, et rohkem pole alati parem, näiteks:

- Rohelise tee joomine annab antioksidante ja nn rasvapõletusaineid, samas võivad aga rohelise tee kontsentratsioonid olla kahjulikud maksale (Patel jt, 2013; Stickel jt, 2011). Siin on ohtu seostatud just *in vitro* suhteliselt võimekate flavonoidsete antioksidantide katehiinide, eriti epigallokatehiini gal-laadi pro-oksüdantse toimega. Ka mitmed teised toidulisandid võivad kahjustada maksa, kus sageli toimub võõrainete ainevahetuse e metabolismi väga aktiivsete toksiliste vaheühendite süntees.
- Seeleni ja vitamiin E kõrged doosid võivad suurendada eesnäärme vähi ohtu vastavalt kõrge ja madala seleeni staatusega meeste korral (Kristal jt, 2014) ning liigne seleen põhjustada selenoosi, mille tunnusteks on kiire väsimine, käte tuimus ja jahe-dus, lihasvärinad, seedehäired, oksendamise, ham-maste kahjustused, juuste ja küünte väljalangemine, naha pigmentatsiooni häired ja maksa kahjustused. Samas on ka seleeni vähesus toidus organismile kahjulik.
- Beeta-karoteeni suuremad doosid kui multivita-miini päevanormis võivad vastava metaanalüüsi tulemuste järgi suurendada kopsuvähi ohtu suitseta-jatel, aga mitte endistel suitsetajatel (Tanvetyanon, Bepler, 2008).

Toidulisanditega ei tohi mingil juhul asendada arsti poolt määratud ravimeid, samas tuleb kindlasti arves-tada ka toidulisandite võimalike koostoimetega ravimi-tega nagu (Anderson, 2017):

- kaltsium ja südameravimid, teatud diureetikud ning alumiiniumi ja magneesiumi sisaldavad antatsiidid, mille manustamine ei pruugi omakorda olla ohutu;
- magneesium ja teatud diureetikud, mõned vähi-ravimid ja magneesiumi sisaldavad antatsiidid ehk happelisuse alandajad;
- vitamiin K ja verevedeldajad nagu varfariin;
- lihtnaistepuna (*Hypericum perforatum*) ja selektiiv-sed serotoniini tagasihaarde inhibiitorid (antidep-ressandid), vererõhurohud, antibeebi pillid, mitmed HIV rohud;
- koensüüm Q-10 ja antikoagulandid ning vererõhu- ja kemoterapiaravimid;
- hõlmikpuu ekstrakt ja vitamiin E võivad manusta-misel koos aspiriini või varfariiniga suurendada veritsusriski;
- ka ženšenn võib suurendada veritsusriski koos anti-koagulantide ja mittesteroidsete põletikuravimitega (NSAID). On täheldatud ka kõrvaltoimeid koos monoamiini oksüdaasi inhibiitoritel (MAOI) põhi-nevate antidepressantidega;
- siilkübarad (*Echinacea*) võivad muuta paljude (48) ravimite toimeaine metabolismi maksas, sellega ka nende ravitoimet ja toksilisust.

Viimasel ajal on väga populaarsed taimseid antioksi-dante sisaldavad toidulisandid. Turule on toodud lisan-deid nn superviljadega nagu assai, mangostan, maqui jt (wholefoodsmarket.com). Antioksidandid on mole-kulid, mis pidurdavad oksüdantide, eelkõige kõrge

reaktsioonivõimega vabade radikaalide kahjulikke toi-meid organismis. Radikaale peetakse üha enam orga-nismi erinevate haiguslike seisundite üheks põhjus-tajaks. Nii arvatakse, et paljude hormoonsüsteemi häiri-jate poolt käivituvad teratogeensed, mutageensed ja kantserogeensed muutused on seotud just vabade radi-kaalidega (Choi, Lee, 2004). Antioksidandid aitavad kas radikaale sidudes või siis nende teket pidurdades kindlasti aeglustada polüküllastamata rasvhapete, eeskätt linoolhappe oksüdatsiooni eriti lihatoitudes, kuid nende nii nagu ka teiste toidulisandite toime orga-nismis ja selle igas rakus sõltub nende omastatavusest ehk biosaadavusest. Kaugeltki mitte kõik *in vitro* anti-oksüdandid ei ole seda samavõrd *in vivo*. Antioksi-dantset toimet omavad teiste hulgas mitmed vitamiinid, millest toidu kaudu omastatakse A, D, E ja C vitamiine, taimsed polüfenoolid, eriti marjade ja viljade pigmen-did antotsüaniinid, glutatioon, jt. Epidemioloogilised uuringud on näidanud, et antioksidantiderikkad rohkelt puu- ja aedvilju sisaldavad dieetid alandavad tõe-pooldest vähi, südame-veresoonkonna haiguste, dia-beedi, Parkinsoni ja Alzheimeri tõbede ja artriidi riski (Li jt, 2014).

Kas ja kui palju tuleks tarbida antioksidantse toimega toidulisandeid? Uuringud vabatahtlikega on andnud vasturääkivaid tulemusi, samas on andmeid selle kohta, et antioksidandid võivad suurtes doosides olla hoopis pro-oksüdandid, st oksüdatiivset stressi tekitavateks või soodustavateks faktoriteks (Halliwell, 2012). Vaevalt on võimalik taimedega selliseid koguseid antioksi-dante tarbida, küll aga vastavate toidulisanditega.

Suureks probleemiks on toidulisandite võltsimine. Ajakirjas BMC Medicine ilmus artikkel taimsete toidu-lisandite kvaliteedi kohta (Newmaster jt, 2013), mille järgi enamik uuritud lisanditest osutusid madalakvali-teedilisteks, kolmandik ei sisaldanud väidetud aktiiv-seid aineid ning samas sisaldas deklareerimata aineid. Saja kuuekümmne "100-protsendiliselt loodusliku" kaa-lukaotuse lisandi tuumamagnetresonants-<sup>1</sup>H NMR)-analüüs koos mass-spektroskoopiaga näitas, et 56% lisanditest sisaldas kuut farmatseutiliselt aktiivset sün-teetilist ainet, enamasti sibutramiini või fenoolftaleiini või mõlemaid. Tootjad muudavad aja jooksul pre-paraatide keemilist koostist ning sageli ei jälgi heade tootmistavade põhimõtteid (Hachem jt, 2016).

Üks drastilisemaid võltsimise näiteid on toidulisand CELLFOOD® (NuScience Corporation Lancaster California, USA), mida reklaamitakse organismi puhastajana mürgistest ainetest nn biosaadava hapniku abil. Juba mõiste biosaadav hapnik on siinkohal vale, kõige paremini omastab organism hapnikku ikka hinga-mise teel õhust. Lisaks reklaamitakse lisandit kui erine-vate vetikast pärit toitainete ja mineraalide suurepäras-t allikat, samas on nende ainete kogused etiketi järgi nii väikesed, et ei saaks omada mingit toimet. Ühest küljest ligitõmbavat salapärasust, aga teisest küljest teatud hirmu põhjustab väide, et CELLFOOD sisaldab deu-teriumsulfaati, mis on vesiniku rasket isotoopi sisaldav väävelhape. Viimane on aga tugevasti korro-



deeriv mürgine aine. Arvestades deklareeritud koguseid, on tema ohtlikkus selles preparaadis siiski olematu, pealegi on väävelhappe tunnustatud happesuse regulaator toitutes (E 513). Veterinaar- ja Toiduameti ülesandel ühes Saksamaa ja kahes Eesti akrediteeritud laboris tehtud analüüside tulemused näitasid, et CELLFOOD on puhas pettus, analüüsitud imeravimi preparaat oli tegelikult tavalise väävelhappe ja ilmselt kraanivee segu (Leinus, 2016). CELLFOODi reklaamitakse ka kui sportliku võimekuse suurendajat, kaalu-kaotuse soodustajat ning fibromüalgia ja vähi vastast vahendit, mida ta kindlasti olla ei saa.

### Kokkuvõte

Toidulisandite turg on väga lai ja mitmekesine, selles orienteerumine on ka spetsialistile üsna keerukas. Osa turul olevaid toidulisandeid on kasulikud, osa potentsiaalselt ohtlikud, osa aga lihtsalt kasutatud. Mitmekülgse dieedi korral ei vaja terve inimene üldjuhul toidulisandeid ning nende kui füsioloogiliselt aktiivsete ainete kontsentratsioonide tarvitamine peab olema arsti soovitusel järgi vajaduspõhine ja ettevaatlik. Üldisi õpetusi toidulisandite kasutamiseks leiab usaldusväärsetelt internetilehekülgedelt (nt Maaeluministeerium).

#### Huvid konflikt / Conflict of interest

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

### Kasutatud kirjandus

- ACHS, 2017. American College of Health Sciences. – <http://info.achs.edu/blog/5-dangerous-ingredients-in-your-vitamins-and-dietary-supplements>.
- Anderson, L.A. (Editorial pharmacist). 2017. 18 herbal supplements with risky drug interactions. – <https://www.drugs.com/slideshow/herb-drug-interactions-1069#slide-14>
- Choi, S.M., Lee, B.M. 2004. An alternative mode of action of endocrine-disrupting chemicals and chemoprevention. – *Journal of Toxicology and Environmental Health, B. Critical Reviews*, 7:451–63.
- Consumerreports, 2012 – <http://www.consumerreports.org/cro/2012/05/dangerous-supplements/index.htm>.
- Diamond, B.J., Bailey, M.A. 2013. *Ginkgo biloba*: Indications, Mechanisms, and Safety. – *Psychiatric Clinics of North America*, 36(1):73–83.
- Edgar, J.A., Colegate, S.M., Boppré, M., Molyneux, R.J. 2011. Pyrrolizidine alkaloids in food: A spectrum of potential health consequences. – *Food Additives & Contaminants. Part A*, 28:308–324.
- Ekor, M. 2014. The growing use of herbal medicine: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety – *Frontiers in Pharmacology*, 4, Article 177.
- EUFIC, 2013, The European Food Information Council – Food supplements: Who needs them and when? – <http://www.eufic.org/en/healthy-living/article/food-supplements-who-needs-them-and-when>.
- García-Cortés, M., Robles-Díaz, M., Ortega-Alonso, A., Medina-Caliz, I., Andrade, R.J. 2016. Hepatotoxicity by dietary supplements: A tabular listing and clinical characteristics. – *International Journal of Molecular Science*, 17, 537.
- Hachem, R., Assemet, G., Martins, N., Balayssac, S., Gilard, V., Martino, R., Malet-Martino, M. 2016. Proton NMR for detection, identification and quantification of adulterants in 160 herbal food supplements marketed for weight loss. – *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 124:34–47.
- Halliwell, B. 2012. The antioxidant paradox: less paradox now – *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75:637–644.
- Kristal, A.R., Darke, A.K., Morris, J.S., Tangen, C.M., Goodman, P.J., Thompson, I.M., Meyskens, F.L. Jr, Goodman, G.E., Minasian, L.M., Parnes, H.L., Lippman, S.M., Klein, E.A. 2014. Baseline selenium status and effects of selenium and Vitamin E supplementation on prostate cancer risk. – *Journal of the National Cancer Institute*, 106(3):1.
- Kull, M. 2010. Impact of vitamin D and hypolactasia on bone mineral density: a population-based study in Estonia. – PhD thesis, Tartu University, Estonia.
- Lee, S.H., Oe, T., Blair, I.A. 2001. Vitamin C-induced decomposition of lipid hydroperoxides to endogenous genotoxins. – *Science*, 292:2083–2086.
- Leinus, H. 2016. Veterinaar- ja toiduamet avaldas hinnangu cellfoodi toidulisandile. – Postimees, Tervis, 13.10.2016 – <https://tervis.postimees.ee/3871567/veterinaar-ja-toiduamet-avaldas-hinnangu-cellfoodi-toidulisandile>
- Li, S., Chen, G., Zhang, C., Wu, M., Wu, S., Liu, Q. 2014. Research progress of natural antioxidants in foods for the treatment of diseases. – *Food Science and Human Wellness*, 3:110–116.
- Maaeluministeerium, 2017. Mida tasub teada enne toidulisandi ostmist. – <http://www.agri.ee/et/mida-tasub-teada-enne-toidulisandi-ostmist>
- Newmaster, S.G., Grguric, M., Shanmughanandhan, D., Ramalingam, S., Ragupathy, S. 2013. DNA barcoding detects contamination and substitution in North American herbal products – *BMC Medicine*, 11: 222.
- O'Connor, A. 2013. Spike in harm to liver is tied to dietary aids. – [http://www.nytimes.com/2013/12/22/us/spike-in-harm-to-liver-is-tied-to-dietary-aids.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2013/12/22/us/spike-in-harm-to-liver-is-tied-to-dietary-aids.html?_r=0)
- Patel, S.S., Beer, S., Kearney, D.L., Phillips, G., Carter, B.A. 2013. Green tea extract: A potential cause of acute liver failure – *World Journal of Gastroenterology*, 21:5174–5177.
- Park, M. 2011. Half of Americans use supplements, – <http://edition.cnn.com/2011/HEALTH/04/13/supplements.dietary/index.html>

- Phua, D.H., Zosel, A., Heard, K. 2009. Dietary supplements and herbal medicine toxicities. – *International Journal of Emerging Medicine*, 2:69–76.
- Postimees, 2017, <https://tarbija24.postimees.ee/4329157/mida-peaks-teadma-toidulisandite-kohta>.
- Rietjens, I.M., Martena, M.J., Boersma M.G., Spiegelberg, W., Alink G.M. 2005. Molecular mechanisms of toxicity of important food-borne phyto-toxins. – *Molecular Nutrition and Food Research*, 49, 131–58.
- Stickel, F., Kessebohm, K., Weimann, R., Seitz, H.K. 2011. Review of liver injury associated with dietary supplements. – *Liver International*, 31:595–605.
- Tanvetyanon, T., Bepler, G. 2008. Beta-carotene in multivitamins and the possible risk of lung cancer among smokers versus former smokers: a meta-analysis and evaluation of national brands – *Cancer*, 113, 150–157.
- Terviseuudised, 2017 – <http://www.terviseuudised.ee/uudised/2017/10/18/d-vitamiinide-kontroll-avastaseksimusi>
- The Free Dictionary, 2017. Vitamin toxicity, <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Vitamin+Toxicity>
- Toiduseadus ptk. 3, § 14 – <https://www.riigiteataja.ee/akt/115032014057>
- Toiduseadus ptk. 3, § 16 – <https://www.riigiteataja.ee/akt/115032014057>
- US FDA, 2017. Dietary supplements <https://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm153239.htm>
- Wholefoodsmarket.com – <http://www.wholefoodsmarket.com/blog/whole-story/supplementing-superfruits>

### Review: Food supplements – useful, useless or hazardous?

Tõnu Püssa

<sup>1</sup>Estonian University of Life Sciences, Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Chair of Food Hygiene and Veterinary Public Health, Fr. R. Kreutzvaldi 56/3, Tartu 51014, Estonia

<sup>2</sup>Bio CC OÜ, Fr. R. Kreutzvaldi 1, Tartu 51014, Estonia

#### Summary

Food or dietary supplements are concentrated sources of nutrients or other substances with a nutritional or physiological effect. They are usually marketed in "dose" form, such as pills, tablets, capsules, liquids in measured doses, etc. Food supplement is not a medicine, it is prohibited to use claims of properties of the supplement in its marking, such as disease preventing, impeding, curing, alleviating, etc. as well as give incorrect information about the chemical consistence, production methods, origin etc of a supplement. Food supplement may turn out to be a drug, if it contains plants, which are defined as a drug on the homepage of Estonian Agency of Medicines or contains substances that are used in drugs. If a

supplement contains aforementioned components, it is obligatory to define it prior launching in the Agency of Medicines (Toiduseadus, ptk. 3, § 14, in Estonian).

There are over 50 000 different food supplements on global market. A definite part of these supplements have not raised any serious toxicity issues, often due to absence of any remarkable physiological effect, but the long list contains also suspicious supplements (Consumerreports, 2012).

Consumption rate of food supplements considerably depends on the country. In the US, about two thirds of the adult population consumes food supplements (Park, 2011), mainly multivitamins, in Europe the highest consumption is in Denmark (59%) and the lowest in Spain (9% of the adult population) (EUFIC, 2013, and references 2–6 therein). US National Institutes of Health recommends to avoid use of most food supplements, and if ever use, then according to the recommendation of a medical doctor. Exceptions are vitamin D that is recommended for use in the northern countries where people are suffering from shortage of sunlight, and some other supplements.

This huge set of commercial food supplements can be divided into several groups such as vitamins, dietary minerals, herbal supplements that are often advertised as antioxidants, proteins and peptides, supplements for bodybuilding, energy boosters, various supplements for fast weight loss, and others.

Food supplements may exert beneficial but also adverse effects on human health. The incidence of liver injuries caused by food supplements has significantly increased during last decade, even fatalities have occurred (García-Cortés *et al.*, 2016). Severe intoxications have happened with vitamins, minerals, amino acids. Dangerous are herbal supplements prepared from aristolochia, yohimbe, bitter orange, coltsfoot and so forth (Ekor, 2014).

Anabolic steroids, containing in bodybuilding supplements may cause hair loss, irritability, depression, and real life-threatening effects such as hepatic and renal injuries, heart infarction, pulmonary embolism, deep vein thrombosis. Consumers are warned about obvious fraud cases connected with use of anticarcinogenic, diabetes curing supplements and supplements, pledging ultrafast weight loss. Food supplements containing pyrrolizidine alkaloids are dangerous causing veno-occlusive disease, edema and liver cirrhosis (Phua *et al.*, 2009; Edgar *et al.*, 2011). Incidence of hypervitaminoses, connected with increasing use of vitamins, particularly of A and D, is tremendously growing in the developed countries, although use of certain vitamin preparations, but not multivitamins is sometimes recommendable.

Food supplements may contain suspicious additives like synthetic colorants, hydrogenized fats containing trans-fatty acids, titanate oxide; supplements based on fish oil may be contaminated with lead, mercury, polychlorinated biphenyls (PCB) and other anthropogenic water contaminants.

One must remember that more is not always better. For example, drinking of green tea provides us polyphenolic antioxidants, but the green tea concentrates with high content of polyphenols, particularly of epigallocatechin gallate, are harmful for liver (Consumer-reports, 2012). How much we should consume very popular antioxidants? Studies with volunteers have given contradictory results, but there are data showing pro-oxidative properties of high doses of antioxidants that can be achieved only with respective food supplements (Halliwell, 2012).

Drugs, prescribed by doctor cannot be replaced by food supplements, at the same time numerous possible co-effects of supplements and drugs should be taken into account.

A big problem is adulteration of food supplements. According to an article published in BMC Medicine concerning quality of food supplements, most of the supplements were of low quality, one third did not contain claimed active components and contained non-claimed substances (Newmaster *et al.*, 2013). <sup>1</sup>H NMR analysis together with mass spectroscopy of 160 "100% natural" weight loss food supplements revealed that

56% were tainted with 6 active pharmaceutical ingredients, mostly with sibutramine, phenolphthalein or a mixture of the two compounds. It was also established that manufacturers change the chemical composition of formulations over time and often ignore the principles of good manufacturing practices (Hachem *et al.*, 2016).

A drastic recent example of adulteration is CELLFOOD® (NuScience Corporation Lancaster California, USA) that was advertised as an organism cleaner from toxic substances by so-called bioavailable oxygen and as an excellent source of algal nutritives and minerals that also contains deuterium sulphate. Analyses, carried out at one accredited laboratory in Germany and two laboratories in Estonia, showed that CELLFOOD is actually highly diluted sulphuric acid and, consequently, is not able to enhance athletic performance, facilitate weight loss, have anticarcinogenic properties that are claimed for CELLFOOD by the producer. Estonian Veterinary and Food Board has sent a warning about incorrect marking of this supplement to the EU Member States (Leinus, 2016, in Estonian).



## LIHTSA KROHMSEENE INOKULAADI KASVATAMINE NING VÕRDLUS KAUBANDUSLIKE TOODETEGA TAIMEKASVU SUURENDAMISEKS

### COMPARING A SIMPLE ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGAL INOCULUM WITH COMMERCIAL PRODUCTS FOR ENHANCING PLANT GROWTH

Tanel Vahter<sup>1</sup>, Märt Nõges<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, botaanika osakond, Lai tn 40, 51008, Tartu  
<sup>2</sup>Põllumajandusuuringute Keskus, Teaduse 4/6, 75001, Saku

Saabunud: 27.09.17  
Received:  
Aktsepteeritud: 08.12.17  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 29.11.17  
Published online:  
Vastutav autor: Tanel Vahter  
Corresponding author:  
e-mail: [tanel.vahter@ut.ee](mailto:tanel.vahter@ut.ee)

**Keywords:** arbuscular mycorrhizal fungi, agriculture, inoculation, ecological restoration, plant growth.

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2017\\_2\\_vahter.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2017_2_vahter.pdf)

DOI: <https://dx.doi.org/10.15159/jas.17.07>

**ABSTRACT.** Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are obligate symbionts forming mutualistic relationships with most land-plants. In AM symbiosis, the plant supplies the fungal partner with products of photosynthesis and in return receives various mineral nutrients from the soil. Because of complex interactions with both soil and plants, disturbance can dramatically decrease AMF activity in soils and in these circumstances, it could be useful to restore AMF communities using inoculations. The use of AMF inoculants has so far been minimal due to the high cost and low availability of these products. In this study, the production of simple crude inocula was tested in trap cultures and the most suitable growth substrate nutrient content determined. The effectiveness of the produced inocula was compared with two commercially available inoculants. The results of this study indicate that the best substrate for inocula production in pot-cultures is pure sand with 5% natural soil. When using roots of plants grown in this manner as inoculants, the largest biomass and root-colonisation was achieved. As one of the commercial inoculants did not contain any mycorrhizal propagules at all, the need for quality control and establishment of industry standards is paramount. This study highlights the basics of using AM inoculations in home gardens and small-scale agriculture. The inoculation of large areas is still problematic because of low-yielding inoculant production, but could become highly perspective as methodology improves.

© 2017 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2017 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Sissejuhatus

Intensiivse maaharimise tõttu on muld maailmas läbi aegade suurima surve all. Toiduohutuse ning kõrge tootlikkuse tagamiseks on vaja saagikust kasvatada või vähemalt säilitada, kuid samal ajal minimeerida maaharimise keskkonnamõju, hoidmaks mullaviljakust ka tulevikus (Foley jt, 2011). Selle eesmärgi saavutamise vahendiks on saanud jätkusuutliku intensiivistamise põhimõte (Garnett jt, 2013), milles üha enam pööratakse tähelepanu ka mullaelustikule ning selle bioloogilisele modifitseerimisele (Bender jt, 2016). Kuigi mullaelustiku harmooniline koostöö taimedega on üks põllumajandusliku saagikuse alustaladid, siis intensiivsel maaharimisel mullaelustiku erinevad

funktsionaalsed grupid vaesuvad (Brennan jt, 2006; Verbruggen jt, 2010; McDaniel jt, 2013). Seetõttu nähakse just nende elustikurühmade soodustamises potentsiaali saagikuse kasvuks ning kunstlike sisendite vähendamiseks (Wagg jt, 2014).

Üheks olulisemaks osaks mullaelustikus on arbuskulaarne mükoriisa. Arbuskulaarne mükoriisa, mida kutsutakse ka endomükoriisaks, on kõige laialdasemalt levinud juur-seen assotsiatsoon, mille moodustavad krohmseened ehk Glomeromycotina alam-hõimkonna esindajad taimedega (Spathofora jt, 2016). Teada on, et umbes 80–90% maismaataimi on võimelised mükoriisat looma. Krohmseened on oma olemuselt obligaat-sümbiondid, mis tähendab, et nad ei ole võimelised oma elutsükli läbi viima ilma premeesorganismi ehk

taimeta. Üldise arusaama kohaselt toimub mükoriisa kaudu süsinikühendite transport taimelt seenele ja vastutasuks saab taim seenelt mitmesuguseid mineraalseid toiteaineid (eelkõige fosfor ja lämmastik) ning kaitset mitmekülgse biotilise- ja abiootilise stressi suhtes (Smith, Read, 2008). Lisaks otsesele toiteainete ülekandest tingitud kasule on krohmseened võimelised taime kasvu panustama ka läbi mulla struktuuri parandamise (Leifheit jt, 2014). Selle peamiseks vahendiks on seenehüüfide koostises olev glükoproteiin glomaliin, mis pärast hüüfide lagunemist mulda jääb ning peenosakesi suuremateks agregaatideks seob (Wright, Upadhyaya, 1997). Seeläbi suureneb mulla õhustatus ja veemahutavus ning väheneb mullaerosioon.

Krohmseente ja taime vahelise sümbioosi ökoloogia on uute teadmiste lisandudes pärinud palju tähelepanu mitte ainult teadlaskonnalt, vaid järjest enam ka taimekasvatajatelt. Fundamentaaluuringud on loonud võimekuse krohmseeni kasutada praktilistes probleem-olukordades, kus inimõjust tingitud häiringute tõttu on kahanenud mulla viljakus ja bioloogiline aktiivsus, pärsitud on taimekasv ning põllumajanduslikes süsteemides vähenenud saagikus (Berruti jt, 2015; Siddiqui jt, 2008).

Kuna krohmseened sõltuvad täielikult taimedest, on nad ka majandamisõrnad ning häiringute järgselt aeglaselt taastuvad. Seepärast on otsitud võimalusi krohmseente arvukuse tõstmiseks ja nende poolt osutatavate ökosüsteemiteenuste taastamiseks nii maaharimisvõttega kui ka inokulatsiooniga ehk seeneleviste mulda lisamisega (Vosatka jt, 2012). Inokulatsioon kui kiiretoimeline ja otsene meede on lootustäratav viis krohmseente arvukuse tõstmiseks, kuid tootmise keerukuse tõttu on inokulaadid endiselt kallid. Samuti ei soosi inokulaatide tootmismahud, hind ja regulatsioonide puudumisest tingitud ebahühtlane kvaliteet nende suuremahulist kasutamist. Seetõttu sooviti käesoleva uuringu raames uurida krohmseente kasvatamise meetodikat, laiema eesmärgiga muuta nende kasutamine kättesaadavamaks. Uuringu põhieesmärgid olid seega järgmised: (1) selgitada välja sobivaim kasvu-substraadi koostis looduslikust mullast pärit krohmseente paljundamiseks potikultuurides (2) võrrelda potikultuurides toodetud lihtsa inokulaadi efektiivsust kommerts-inokulaatidega.

## Materjal ja meetodika

### Inokulatsioonimaterjali kogumine ja ettevalmistus

Krohmseente paljundamiseks (edaspidi paljunduskatse) oli esmalt tarvis koguda looduslikku mulda, millel oleksid head inokulaadi omadused, nagu krohmseente liigirikkus ja leviste arvukus. Tuginedes varasemalt Põllumajandusuuringute Keskuses tehtud glomaliini sisalduse mõõtmistele, eeldati et parimat potentsiaali eoste kogumiseks omab alvarite niidukooslus. Inokulatsioonimaterjal koguti 17. jaanuaril 2015. aastal Rabivere maastikukaitsealal Kõnnu tamme lähiselt (59°07'01.7" N; 24°45'031.5" E) niidult, umbes kümne ruutmeetri suuruselt alalt.

Proovikohas oli mullaliigiks õhuke paepealne muld (Kh<sup>m</sup>) liivsavi lõimisel. Taimkatte klassifikatsioonilt kuulub proovikoht looniitide ehk alvarite tüübiriühma (Paal, 1999). Mulla pinnalt eemaldati lumekiht ja selle all olev mõne sentimeetri paksune rohukamar. Muld koguti kuni 20 cm sügavuseni. Kogutud muld kuivatati toatemperatuuril laiali laotatult, vahepeal mulda segades. Kuivatatud muld purustati ja sõeluti mullaproovide ettevalmistamise standardi järgi (ISO 11464, 2006). Purustamine ja sõelumine aitab inokulaati homogeniseerida ning võimaldab ühtlasemat doseerimist. Saadud inokulaati nimetatakse edaspidi KT (Kõnnu Tammed järgi). Kuna jaanuarikuus ei ole Eestis aktiivne vegetatsiooniperiood, oli enamik krohmseeni mulla kogumise ajal eostena säilitusfaasis, mis tegi võimalikuks ka nende kvantifitseerimise. Eoste ekstraheerimiseks kasutati märga sõelumist ja sahharoosi gradiendil tsentrifuugimist (Furlan jt, 1980). Eoste kogus proovis arvutati eoste loendamisega mikroskoobi vaateväljades ning ekstrapoleerides tulemust kogu proovi peale (Read jt, 1976; Bierman, Linderman, 1981). Kogutud mullas oli loendamise tulemusena umbes 12 eost g<sup>-1</sup>. Vaatamata teatavale ebatäpsusele, võib kogutud mulla leviste sisaldust lugeda kõrgeks. Alvarite arbuskulaarse mükorrisatsiooni kõrget taset Eestis on varasemalt esile tõstnud ka Gerz jt. (2015).

### Potikultuurid

Potikatse taimeks valiti magus mais (*Zea mays* var. *saccharata*). Maisi on kasutatud üle maailma paljudes krohmseentega tehtud uuringutes, kuna ta loob toiteainete omastamiseks mükoriisat ning on lihtsasti kättesaadav ja kasvatatav tehnilikes tingimustes. Potikatse viidi läbi Põllumajandusuuringute Keskuse fütotronis. Fütotronis kasutati vastavalt pottide hulga 8 (12 potti) ja 12 (32 potti) 400 W luminofooriga kõrgrõhuelavhõbelampi. Keskmiseks valgustugevuseks pottide kõrgusel mõõdeti 22 500 lux-i (~275 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Päeva pikkuseks seati 16 tundi vastavalt maisikasvatuse soovitudele tehistingimustes (Eddy, Hahn, 2010). Ruum oli varustatud temperatuur-reguleeritava õhu sisse- ja väljatõmbega vajaliku temperatuuri tagamiseks. Temperatuuri jälgiti logiva *iButton* (Maxim Integrated) abil kogu katseperioodi vältel. Keskmiseks temperatuuri käiguks mõõdeti ööpäevase tsükli jooksul 21–30 °C.

Kasvustraadina kasutati kõikides katsetes Kekkilä AS madala fosforisisaldusega (NPK 5-1-5, pH 6,2) mahetootmisesse sobivat kasvumulda, mida lahjendati Silikaat AS < 0,8 mm terasuurega kuivliivaga. Mahe kasvumuld soosib krohmseente kasvu kuna sinna pole lisatud mineraalseid väetisi ning muid agrokemikaale (Verbruggen jt, 2010). Samuti võimaldab see vajadusel inokulaati kasutada maheviljeluses. Kõik katsed viidi läbi kahe liitristes plastpottides.

### Paljunduskatse

Krohmseente paljundamise katses oli kokku 12 potti, milles kolm erinevat töötlust neljas korduses. Töötlustena kasutati 1/3 ja 1/4 mahusuhtes komposti ja liiva

segu ning ainult liiva. Kõik potid inokuleeriti 100 ml homogeniseeritud KT mullaga. Maisitaimed eelidandati nelja ööpäeva jooksul idandamiskambris. Seejärel valiti välja edukamad idandid ning istutati šablooni abil 20 tükki igasse potti 2 cm sügavusele. Viie päeva möödudes harvendati taimede arv pottides 14-ni. Lõplik taimede hulk kujunes vähima edukalt kasvama läinud taimede arvu järgi ühes potis. Taimi kasteti kraaniveega vastavalt vajadusele, enamasti iga 4 päeva tagant. 12 nädala möödumisel lülitati välja valgustus ning lõpetati kastmine. Seejärel koguti pottidest juureproovid kolonisatsiooni määramiseks ning pakendati muld kilekottidesse. Kilekotid mullaga säilitati temperatuuril +4 °C kuni edasise töötlemiseni. Juureproovid selgitati ja värviti kogumise päeval (Koske, Gemma, 1989).

### Võrdluskatse

Katsetatud inokulaatideks olid Tšehhi (edaspidi Toode 1) ja Suurbritannia (edaspidi Toode 2) päritolu kommertstooted ning paljunduskatses kogutud juured erinevates doosides (tabel 1). Katsesse kaasati ka inokuleerimata kontrollpotid. Kõik töötused olid neljas korduses (kokku 32 potti) ning kõikides pottides kasutati substraadina kasvumuld ja liiva mahusuhetes 1/3-le. Katse kestvust lühendati võrreldes paljunduskatsega 6 nädalani, juhaks kui kasutatavad inokulaadid osutuvad väga infektiivseteks ning kõrge juurekolonisatsioon peaks erinevusi töötluste vahel tasandama. Seemnete idandamine ja istutamine toimus sarnaselt paljunduskatsele, kuid istutatud idandite hulka vähendati üheksani, mis seejärel harvendati viie taimeni poti kohta, eesmärgiga tekitada taimedele optimaalsem kasvukeskkond ning vähendada liigest istutustihestusest tingitud stressi.

**Tabel 1.** Võrdluskatse ülesehitus. Katse kestvus: 6 nädalat. Kasvustraadiks oli mahusuhetes 1/3-le kasvumuld ja liiv. Kõik töötused olid neljas korduses.

**Table 1.** Structure of the comparative experiment. Duration of experiment: 6 weeks. Growth substrate used was 1/3 compost and sand. All treatments were replicated 4 times.

Inokulaat / Inoculant	Lisatud kogus / Quantity added
Inokuleerimata / Un-inoculated	–
Toode / Product 1	½ doosi / dose, 10 g
Toode / Product 1	1 doosi / dose, 20 g
Toode / Product 2	½ doosi / dose, 3,75 g
Toode / Product 2	1 doosi / dose, 7 g
Juured / Root inoculum	0,5 g
Juured / Root inoculum	1 g
Juured / Root inoculum	1,3 g

Inokulaadina kasutati kolme erinevat materjali:

- Paljunduskatses pärit suurima inokulaadi potentsiaaliga (vt statistiline andmete analüüs) õhkkuivad juured. Juuri külmtoodeldi enne kasutamist krohmseente võimaliku puhkeperioodi läbimiseks +4 °C juures kuu aja vältel. Erinevate töötlustena kasutati 0,5 g, 1,0 g ja 1,3 grammi juuri kahe liitri 1/3 mahusuhetega substraadi kohta.

- Tšehhi päritolu Toode 1. Toode sisaldab etiketi järgi 6 liiki krohmseeni, kuid tootja ise kinnitas järelepärimisel vaid 4 liigi olemasolu (*Rhizoglo-*

*intraradices*, *Glomus mosseae*, *Claroideoglo-*  
*roideum*, *C. etunicatum*). Levisteks on tootes nii juuretüki kui ka eosed. Eoste ekstraheerimisel õnnestus tootest eraldada 8 eost 50 cm<sup>3</sup> toote kohta. Juuretüki olid paraku värvimiseks liialt väikesed ja peened, mistõttu polnud nende mükoriisuse taset võimalik välja selgitada. Lisaks krohmseente levistele sisaldab toode veel humaaate, peenestatud mineraale, mereorganismide ekstrakte ja biolagunevat vett-siduvat geeli. Kvaliteedikontrolli viiakse tootja kinnitusele läbi MPN (most probable number) (Adelman, Morton 1986) meetodil. Leviste arvu pole tootel tähistatud. Erinevate töötlustena kasutati pool- ja täisannust – vastavalt 10 ja 20 grammi 2 liitri kasvustraadiga kohta. Annuste arvutamisel lähtuti tootjapoolsetest juhistest.

- Suurbritannia päritolu Toode 2 (75 g) sisaldab etiketi järgi kaheksa liiki krohmseeni ja seitse liiki ektomükoriisat moodustavaid seeni (krohmseened: *G. clarum*, *R. intraradices*, *G. mosseae*, *G. deserticola*, *G. monosporus*, *G. brasilianum*, *G. aggregatum*, *Gigaspora margarita*; ektomükoriisat moodustavad seened: *Rhizopogon amylopogon*, *R. fulvigleba*, *R. rubescens*, *R. villosuli*, *Laccaria laccata*, *Pisolithus tinctorius*, *Scleroderma sp*). Lisaks sellele märgiti koostises veel liigilise täpsustuse teisi seeni, mullabaktereid, tseoliiti ja jälgelemente. Eoste ekstraheerimisel ei õnnestunud eraldada tootest ühtegi eost. Kuna toode oli väga peeneks jahvatatud, siis ei olnud võimalik ka juuri eraldada ega värvida. Vestluses ettevõtte esindajatega ei selgunud kvaliteedikontrolli olemasolu ja meetoodika. Leviste kogust tootes ei olnud välja toodud. Erinevate töötlustena kasutati pool- ja täisannust – vastavalt 3,75 ja 7,5 grammi kahe liitri kasvustraadiga kohta. Annuste arvutamisel lähtuti tootjapoolsetest juhistest.

Kõik inokulaadid külvati pottidesse ühtlase kihina 3 cm sügavusele ning kaeti substraadiga. Katsesse lisati ka kontrollpotid, mida ei inokuleeritud. Pärast idanenud seemnete istutamist lülitati sisse valgustus. Taimi kasteti vastavalt vajadusele, enamasti iga nelja päeva järel. Kasvuperioodiks seatud kuue nädala möödudes kustutati valgustus ning lõpetati kastmine. Taimed lõigati mulla pinna lähedalt ning pakendati kilekottidesse maapealse biomassi määramiseks. Pottidest koguti juureproovid, mis värviti samal päeval ning neist määrati kolonisatsiooni aste.

### Maisjuurte värvimine ja kolonisatsiooni määramine

Selleks, et määrata protsentuaalne juurte mükoriisise kolonisatsiooni aste oli vaja need eelnevalt selgitada ja värvida. Selleks kasutati Koske ja Gemma (1989) protokoll. Kolonisatsiooni aste määrati mikroskoobil 400× suurendusega. Kvalitatiivselt hinnati sajas mikroskoobi vaateväljas niitristiga lõikuvate krohmseente struktuuride olemasolu juurtes. Märgiti ära ka esinev struktuur: hüüfid, arbuskulid või vesikulid (joonis 1). Esineda võis ka mitu struktuuri korraga, mis sel juhul ka üles märgiti. Kuna loeti sada vaatevälja, oli võimalik jah/ei tulemuste põhjal määrata protsentuaalse kolonisatsiooni aste tervikuna ning erinevate esinenud struktuuride kaupa (McGonigle jt, 1990).



**Joonis 1.** Erinevad krohmseene struktuurid selgitatud ja trüpaansinisega värvitud maisjuurtes. Vasakult paremale: krohmseene hüüfi taimejuurde tungimise paik ehk apressorium; krohmseente hüüfid ja vesiikulid; harunenud puutaoline hüüfistruktuur toiteainete ülekandeks ehk arbuskul. (Autori fotod)

**Figure 1.** Different arbuscular mycorrhizal structures in cleared and stained maize roots. From left to right: the place where arbuscular mycorrhizal fungal hyphae intrude the plant root, known as an apressorium; hyphae and vesicles, heavily branched hyphal structure where Exchange of nutrients takes place, known as an arbuscule. (Photos by author)

### Laboratoorsed analüüsid

Mikroskopeerimisel saadud tulemuste tõlgendamiseks tehti paljunduskatse pottide mullast pärast kasvatamist ka erinevad keemilised analüüsid. Valitud analüüsideks olid pH, toiteainete N (üld), P ja K (kättesaadav) ning orgaanilise süsiniku sisaldus. Analüüsid teostati Eesti Põllumajandusuuringute Keskuse agrokeemia laboratooriumis (akrediteeritud EVS-EN ISO/IEC 17025 standardile). Mulla pH määrati 1M KCl lahusest mahusuhtes 1/5 (ISO 10390, 2005). pH määrati lahuste valmistamisele järgnenud päeval *Automated pH GILKnick 100* pH-meetri abil. Mulla kogulämmastiku sisaldus määrati Kjeldahli meetodil (ISO 11261, 1995). Analüüs viidi läbi *Foss 2300 Kjeltex Analyser Unit* automaat-destillatsiooniseadmel. Mulla fosfori ja kaaliumisisaldus määrati Mehlich-3 väljatõmbelahusest seadmel *iCAP 6000 ICP-OES Thermo Scientific* (Ziadi, Sen Tran, 1993). Mulla orgaanilise süsiniku sisaldus määrati sulfokroom-oksüdatsiooni meetodil (ISO 14235, 1998).

### Statistiline andmete analüüs

Paljunduskatses võrreldi erinevaid töötusi omavahel läbi keskmiste kolonisatsioonide, arvestades ka erinevate seenstruktuuride esinemist. Kuna vesiikulite esinemist ja kogukolonisatsiooni peeti edasise inokulatsiooni eesmärki silmas pidades olulisemaks muudest struktuuridest (Bierman, Linderman, 1983), väljendati saadud juurte inokulaadi potentsiaal väärtusena maksimaalsest võimalikust vesiikulite esinemisest ja kolonisatsioonist ehk

$$IP = \frac{V+K}{200},$$

kus IP – inokulaadi potentsiaal; V – vesiikulite esinemine protsentides; K – kogukolonisatsioon protsentides, järgi. Loodud indeksi väärtus 1 tähistab absoluutset kolonisatsiooni ja vesiikulite esinemist kogu juure

ulatuses, väärtus 0 tähistab kolonisatsiooni ja vesiikulite puudumist. Leidmaks olulisi seoseid erinevate mullaparameetrite, taimede biomassi ja krohmseente esinemise vahel, kasutati Pearsoni korrelatsiooni olulisusnivooga 0,05.

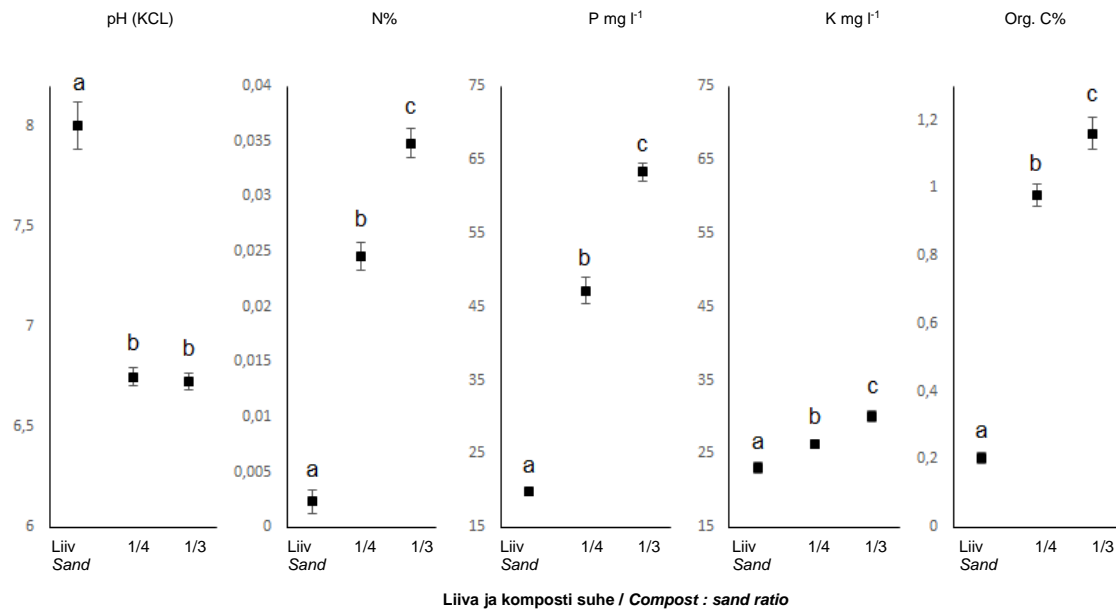
### Tulemused

#### Paljunduskatse tulemused

Mulla keemilised analüüsid (joonis 2) kinnitasid ootuspäraselt olulisemate toiteainete sisalduse seotust orgaanilise süsiniku kogusega, mis omakorda peegeldab lisatud kasvumulla kogust. Mulla pH oli 1/3 ja 1/4 kompost/liiv mahusuhtega pottides neutraalse lähedane (6,7–6,9). Erandiks olid puhta liivaga potid, mille pH oli keskmiselt 8,2. pH korreleerus negatiivselt ( $r = -0,92$ ) orgaanilise aine sisaldusega, viidates komposti ja liiva suhte peamisele rollile pH kujunemisel.

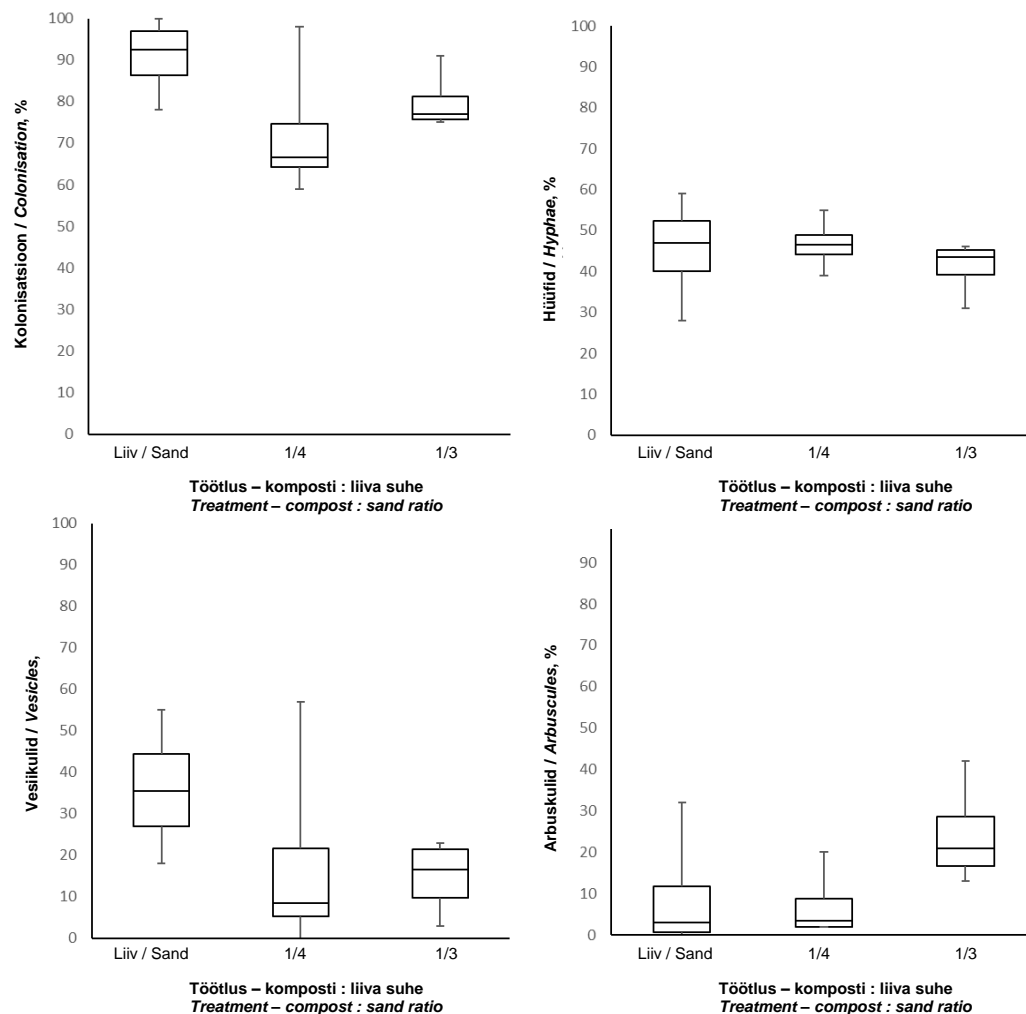
12 nädalase kasvuperioodi lõpul mullast eoseid ei leitud, mistõttu ei saanud neid ka kvantifitseerida ning kasutada sisendina tulemuste tõlgendamisel. Samas esines ulatuslik juurte kolonisatsioon krohmseentega, mis võimaldas katsetega jätkata (joonis 3).

Juurte kogu kolonisatsioon oli erinevates substraatides keskmiste väärtustena 72–91%. Kõige kõrgem keskmine kolonisatsioon oli puhtal liival kasvanud taimejuurtes, kuid statistiliselt olulisi erinevusi teiste töötlustega ei esinenud. Keskmine kolonisatsioon korreleerus negatiivselt substraadi lämmastiku ja fosforisisaldusega ( $r$  vastavalt  $-0,76$  ja  $-0,72$ ). Samuti esines positiivne korrelatsioon substraadi pH ja kogukolonisatsiooni vahel ( $r = 0,91$ ). Arbuskulite esinemine oli positiivses korrelatsioonis substraadi peamiste toiteelementide (N:  $r = 0,730$ ; P:  $r = 0,746$ ; K:  $r = 0,903$ ) ja orgaanilise süsiniku sisaldusega (joonis 4).



**Joonis 2.** Pajunduskatse substraatide lämmastiku, fosfori, kaaliumi ja orgaanilise süsiniku keskmised sisaldused  $\pm$ SEM. Erinevate tähtedega on tähistatud statistiliselt oluliselt erinevad tulemused ( $p < 0,05$ )

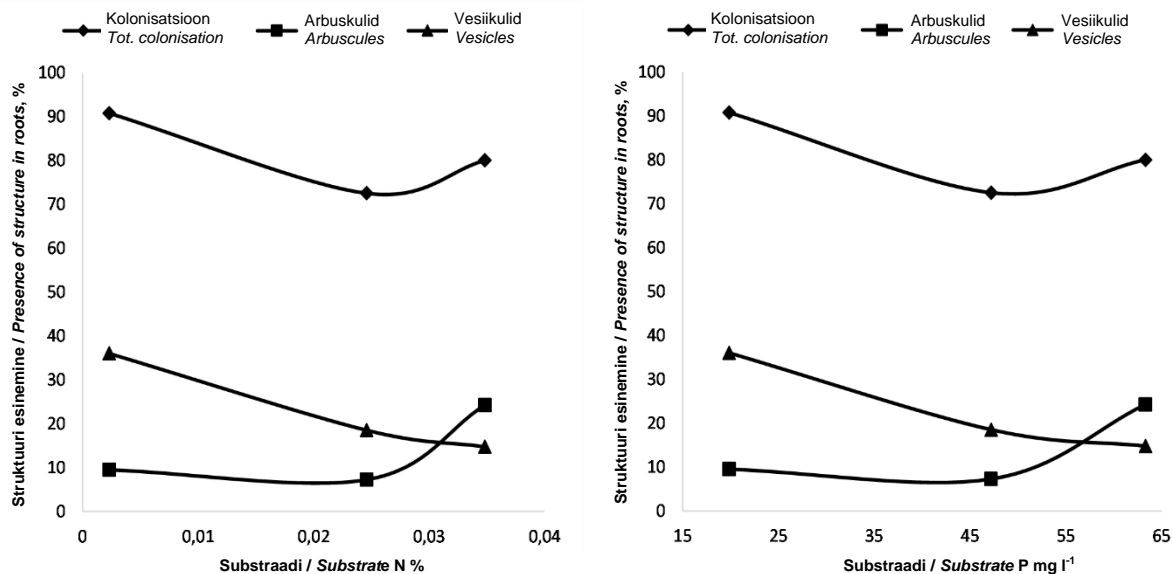
**Figure 2.** Average nitrogen, phosphorous, potassium and organic carbon content of the substrates used in production experiment  $\pm$ SEM. With different letters, statistically significant differences are shown



**Joonis 3.** Pajunduskatse taimede kogukolonisatsioon, arbuskulite, vesiikulite ja hüüfide esinemine maisijuurtes. Keskjoon tähistab mediaani, karbi piirid 25% ja 75% kvartiile, vurrud tulemuste amplituudi

**Figure 3.** Total colonisation, content of arbuscules, vesicles and hyphae in maize roots in production experiment. Whiskers indicate amplitude, box halves 25% and 75% quartiles, center line the median value



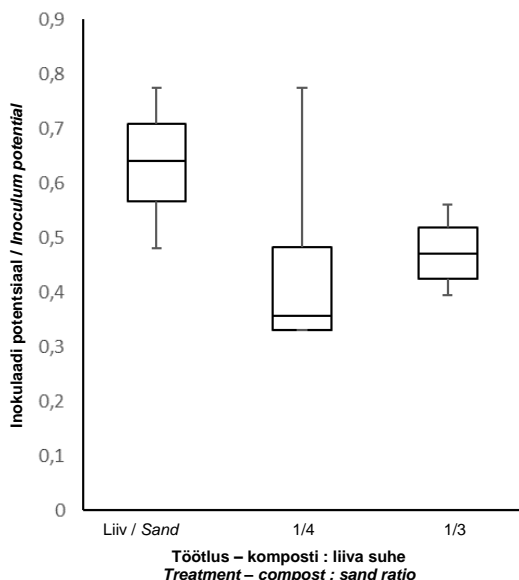


**Joonis 4.** Maisijuurtes esinevate kroomseene struktuuride sageduse seos substraadi kogulämmastiku ja kättesaadava fosfori sisaldusega paljunduskatses

**Figure 4.** Total colonisation, content of arbuscules, vesicles and hyphae in maize roots from production experiment

Hüüfide esinemises oli protsentuaalselt suurim osakaal 1/4 substraadiga pottides, kus see oli 47%, kuid ainult hüüfidega koloniseeritud juuri oli kõikides pottides siiski sarnasel määral. Vesiikulite esinemine oli hinnatud struktuuridest kõige varieeruvam. Keskmine vesiikulite sisaldus oli suurim liivaga pottides, kuid see ei erine statistiliselt oluliselt 1/4 substraadiga pottidest.

Vesiikulite sisaldus korreleerus siiski negatiivselt peamiste toiteelementide (N:  $r = -0,980$ ; P:  $r = -0,970$ ; K:  $r = -0,744$ ) ja orgaanilise süsiniku ( $r = -0,988$ ) sisaldusega substraadis. Inokulaadi potentsiaali indeks, mille kujunemisel mängivad suuremat rolli inokulandina paremate omadustega vesiikulid, oli keskmiselt suurim liivaga täidetud pottides (joonis 5). Antud katsetes valiti sellest tulenevalt edukaimaks paljundajaks liival kasvanud taimed ning nende juuri kasutati ka edasistes eksperimentides.



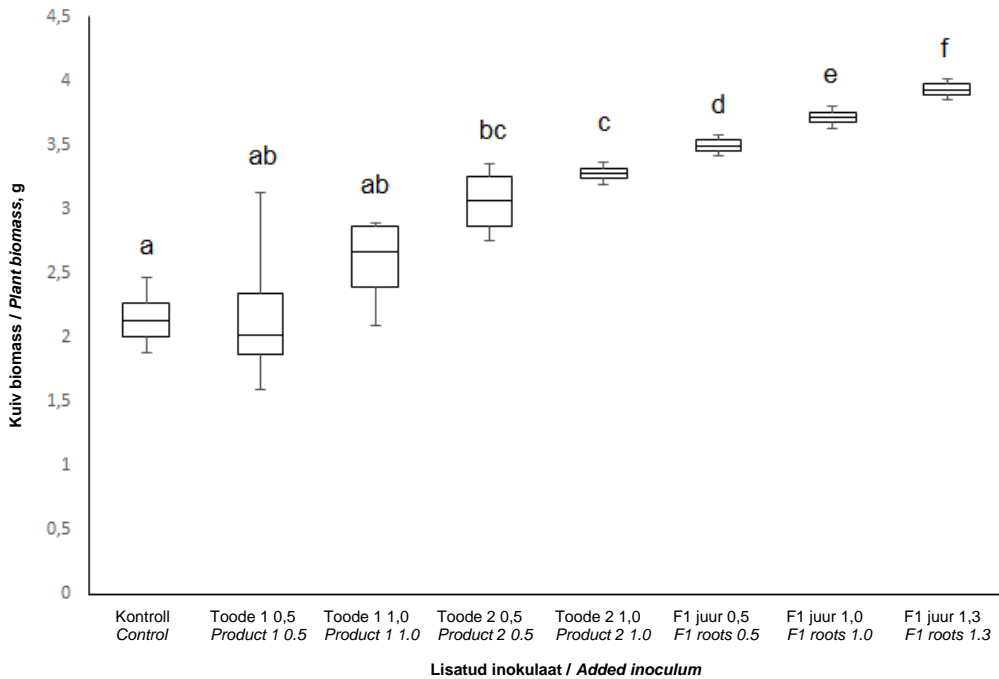
**Joonis 5.** Kogukolonisatsiooni ja vesiikulite sisaldust arvestav inokulaadi potentsiaali indeks paljunduskatses. Keskjoon tähistab mediaani, karbi piirid 25% ja 75% kvartiile, vurrud amplituudi

**Figure 5.** Inoculant potential indexes of production experiment, which takes into consideration total colonisation and vesicle content of roots. Whiskers indicate amplitude, box halves 25% and 75% quartiles, center line the median value

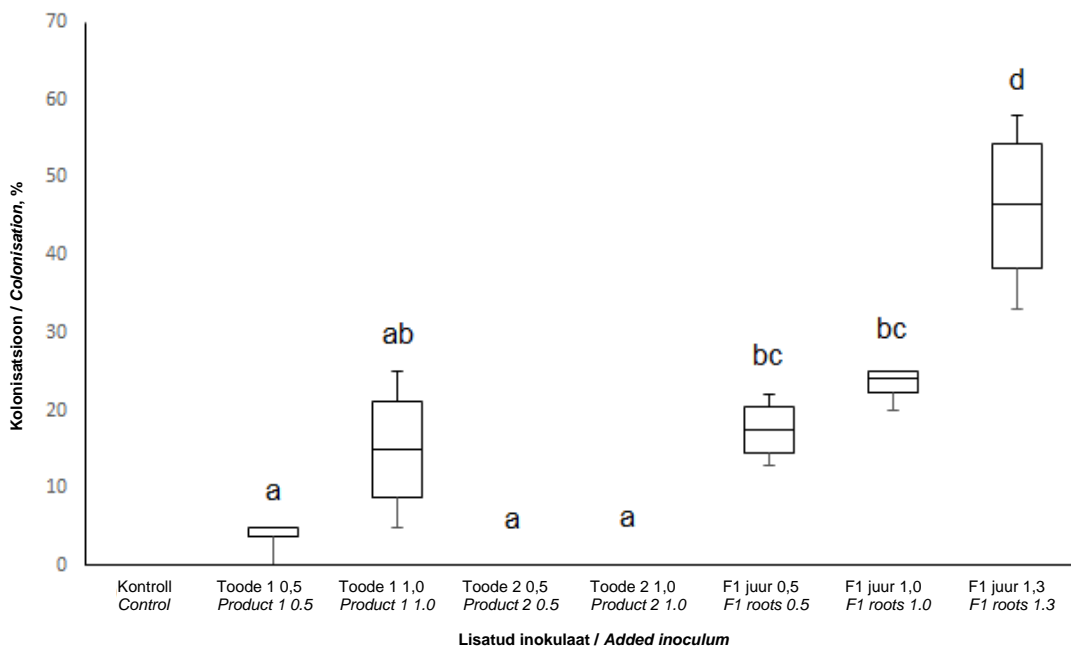
### Võrdluskatse tulemused

Võrdluskatse tulemusena tuvastati mitmeid erinevusi kasutatud inokulaatide ning taimede biomassi ja juurte kolonisatsiooni vahel. Suurima kuivaine biomassiga, olid 1,3 grammi paljunduskatse juurtega inokuleeritud pottide maisitaimed, mis edestasid kontrollpotte koguni 45 protsendiga (joonis 6). Ka teised paljunduskatse juurtega inokuleeritud pottide maisitaimed olid ülejäänutest suurema biomassiga, kuid 0,5 või 1,3 grammi juurte kasutamise vahe oli taimede biomassis küllalt väike. Edukuselt järgmised olid Tootega 2 inokuleeritud potid, mille täisannusega töötuse biomass ületas kontrollpotte keskmiselt 34% võrra, kuid jäi parimale juuretöötusele siiski ligikaudu 17% võrra alla. Kasutatud inokulaatidest andis kõige kehva kasvuvastuse Toode 1, kuid millega töödeldud taimede biomass ületas siiski täisannuse puhul kontrolltöötlust veel 20 protsendi võrra.

Juurte kogukolonisatsiooni määramise tulemusel (joonis 7) kontrollpottides kroomseeni ei esinenud. Suurimat kolonisatsiooni näitas paljunduskatse juuretöötus 1,3 g juurtega ning seal ulatus kolonisatsioon keskmiselt 49%-ni. Teistel doosidel olid kolonisatsiooni väärtused oluliselt madalamad, jäädes 20% piirimaile.



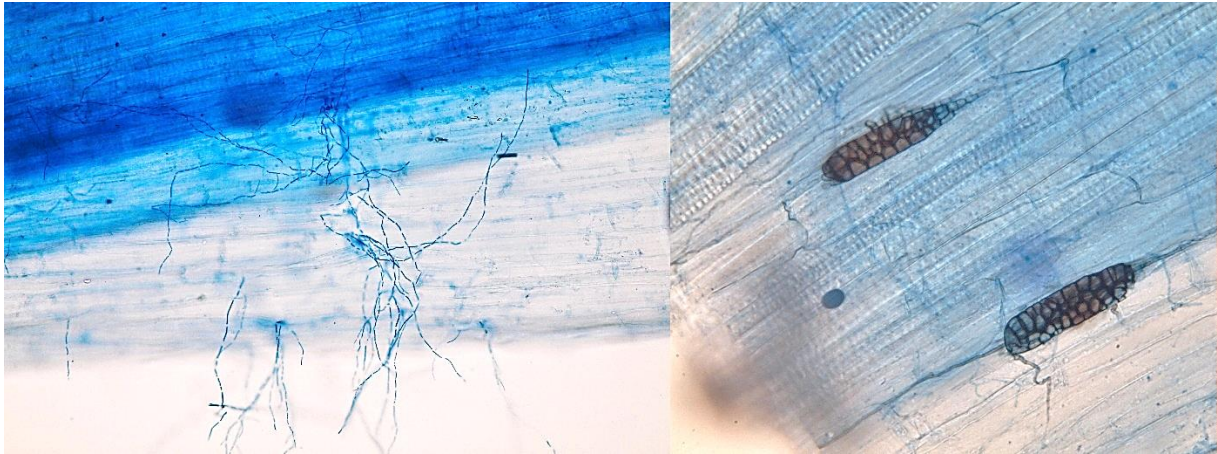
**Joonis 6.** Võrdluskatse taimede maapealne kuiv biomass vastavalt lisatud inokulaadile. Keskjoon tähistab mediaani, karbi piirid 25% ja 75% kvartiile, vurrud tulemuste amplituudi. Erinevate tähtedega on tähistatud statistiliselt olulised erinevused ( $p < 0,05$ )  
**Figure 6.** Dry biomass of plants from the comparison test according to added inoculant. Whiskers indicate amplitude, box halves 25% and 75% quartiles, center line the median value. With different letters, statistically significant differences are shown ( $p < 0,05$ )



**Joonis 7.** Võrdluskatse taimede juurte kolonisatsioon erinevate inokulaatide kasutamise järgselt. Keskjoon tähistab mediaani, karbi piirid 25% ja 75% kvartiile, vurrud tulemuste amplituudi. Erinevate tähtedega on tähistatud statistiliselt olulised erinevused ( $p < 0,05$ )  
**Figure 7.** Root colonisation with arbuscular mycorrhizal fungi from comparative experiment. Whiskers indicate amplitude, box halves 25% and 75% quartiles, center line the median value. With different letters, statistically significant differences are shown ( $p < 0,05$ )

Ka Toode 1 töödeldud pottide keskmine kolonisatsioon oli suhteliselt madal, jäädes täisannuse puhul 16% ja poolannuse puhul 4% lähedale. Täielikult puudusid krohmseened Toode 2 töödeldud pottides, kuid seevastu esines ulatuslik kolonisatsioon teiste seen-organismidega (joonis 8). Kuigi juuresiseste struktuuride põhjal on nende visuaalne määramine

äärmiselt keeruline või isegi võimatu, sarnanevad mitmed neist nn *Dark Septate Endophyte* (DSE) rühma kuuluvate seentega, kelle seas samuti mutualistlikku eluviisi on täheldatud. Lisaks esineb hüüfistruktuure, mida võib kohata *Trichoderma* seeneperekonnas, kelle olemasolu tootjad ka personaalses kirjavahetuses tunnistasid.



**Joonis 8.** Juurekolonisatsioon arbuskulaarset mükoriisat mittemoodustavate seentega (Autori fotod)  
**Figure 8.** Root colonisation with non-arbuscular mycorrhizal fungi (Photos by author)

## Arutelu

### Paljunduskatse

Mulla tähtsamate taimetoiteainete võrdluses mikroskoopiliselt määratud krohmseente juurekolonisatsiooniga paistab silma nende omavaheline negatiivne suhe. See järgib üldist taimede mükoriisse toitumise alustõde, kus toiteainete kättesaadavuse suurenedes väheneb taimedepoolne panus mükoriisasse – mida rohkem on toiteaineid võimalik kätte saada juurtoitumise teel, seda vähem on põhjust üleval pidada küllaltki kulukat seenpartnerit (van der Heijden jt, 2015). Toiteainete sisalduse vähenedes suureneb panus ka mükoriisasse, kuna valgusenergia asemel saab taimekasvu piiravaks teguriks toiteainete kättesaadavus (Koorem jt, 2014). Seega on taime seisukohast ökonoomsem investeerida laiemalt kättesaadavaid valgusenergiaga toodetavaidprodukte läbi mükoriisa toiteainete omastamisse. Kuigi mulla happesuse ja krohmseente kolonisatsiooni vahel esines tugev korrelatsioon, on kõikumine substraatide pH-s siiski küllalt marginaalne, teatud erinevusega liivaga täidetud pottides. Ehkki mullaseente arvukus on mulla happesusega tugevalt seotud (Rousk jt, 2010), ei ole käesolevas uuringus võimalik selle mõjusid orgaanilise aine omadest eristada.

Parimate inokulaadi omadustega töötlus selgitati välja kasutades inokulaadi potentsiaali indeksit. Läbi viidud katses see end õigustas ning väärks ka edaspidist kasutamist juhul, kui tegemist on juurteil põhineva inokulaadiga. Inokulaadi potentsiaali indeks eelistab vesiikuleid arbuskulite ees, kuna need on edasist inokulatsiooni silmas pidades paremini säilivad ning suurema regeneratsioonivõimega (Bellgard, 1992).

Asjaolu, et 12 nädalase kasvuperioodi lõpuks ei olnud veel seened jõudnud sporuleerumiseni võib tõenäoliselt seletada liialt lühikese kasvuperioodiga (Oehl jt, 2009). Võib arvata, et seened olid katse lõpetamisel veel aktiivses ainevahetuslikus eluperioodis kuna lõppenud ei olnud ka taimede kasv. Kuna ka ainult juuri inokulaadina kasutades saadi head tulemused, on lühem kasvuperiood aja kokkuhoiu huvides siiski arvestatav alternatiiv terve vegetatsiooniperioodi vältava paljunduse asemel.

### Võrdluskatse

Võrdluskatse tulemused näitavad, et iseseisvalt kasvatatud inokulaat ei jää oma omadustelt alla kaubanduslikele toodetele. Isekasvatatud inokulaadiga töödeldud pottide taimede biomass ja juurte kolonisatsioon olid kõrgemad kui kaubanduslike inokulaatidega töödeldud taimedel. Arvatavasti on eeliseks sel juhul eelkõige inokulaadi värskus, kuid nagu käesolevast uuringust välja tuleb, siis ka see, et inokulaat üldse krohmseeni sisaldab. Asjaolu, et Toode 2 kasutamine andis krohmseente puudumisel arvestatava kasvuvastuse, mis kajastus ka maisitaimede biomassis, võib hüpoteetiliselt seletada teiste mutualistlike seente esinemisega. Võib oletada, et need seened andsid taimedele kasvueelise, ent kuna katse disain neid eraldi ei käsitletud, ei ole ka nende mõju võimalik täpselt hinnata. Laiemas perspektiivis viitab see mulla mikroorganismide sünergistilisele mõjule ka väljaspool krohmseente hõimkonda, millele oleks samuti mõistlik tulevikus tähelepanu pöörata.

### Lihtsa inokulaadi tootmise võimalustest

Krohmseente inokulaatide kasvatamine potikultuuris ei ole sugugi uus meetod ning seda on kasutatud aastakümnete vältel suures hulgas teadusuuringutes nii otsese katseplatvormina kui ka inokulaadi tootmiseks (Berruti jt, 2015). Sagenenud on ka viited potikultuuride kasutamise kohta majanduslikul eesmärgil, kus sarnastes süsteemides toodetakse inokulaati näiteks köögiviljakasvatuseks (nt Doude jt, 2005). Potikultuuridel on oma lihtsuses mitmeid eeliseid muudel meetoditel kasvatatud inokulaatide ees. Potikultuuride ülesseadmiseks ei ole vaja spetsiaalseid tingimusi ning laboratoorset baasi, samuti on kulumaterjalid lihtsasti kättesaadavad ning potikultuuride alustamine ei nõua spetsiifilist väljaõpet.

Uuringu katsetulemustele toetudes tuleks kasutatav kasvustraat hoida võimalikult toiteainevaene, kuid siiski piisav katsetaime elutsükli läbimiseks. Katsetaimena on kasutatud paljusid erinevaid liike, kuid valiku eelduseks on mükoriisse toitumise esinemine, suhteliselt kiire ja tugev kasv, sobivus kasvutingimustega ning kättesaadavus. Maailmas kasutatakse palju C4 tüüpi taimi, millel on kiire elutsükkel ning mis hukkuvad esimeste külmadega – näiteks mais, erinevad sorgoliigid (*Sorghum sp*) ja bahiarohi (*Paspalum notatum*). Eestis võib nende kättesaadavus olla aga piiratud, mistõttu võib alternatiivina kasutada näiteks sibulat (*Allium cepa*) või teelehti (*Plantago sp*). Potikultuuri ülesseadmiseks võib kindlasti kasutada ka teisi taimi, kuid siis tuleks kontrollida, kas valitud taim on mükoriisne (nt MycoFlor andmebaasist <http://www.esapubs.org/archive/ecol/E094/123/> Hempel jt, 2013). Potikultuurides võib kasutada ka taimi millel hiljem inokulaati plaanis tarvitata. Vegetatsiooni- ja elutsükli läbinud potikultuurid võiks jätta üle talve õue, läbimaks mõnele krohmseene liikidele vajalikku puhkeperioodi. Inokulaadina sobivad kasutamiseks nii taimede juured kui ka kasvustraat (Klironomos, Hart, 2002) – viimane eeldusel, et kasvuperiood on piisavalt pikk seente elutsükli läbimiseks ja sporulatsiooniks.

Potikultuurides krohmseente paljundamisel on siiski ka omad puudujäägid. Taimed vajavad kasvuperioodil teataval hulgal hooldust ning järelvalvet. Potikultuurid sõltuvad paratamatult saadavast valgusest õues või kasvuhoones, kus nad võivad ka arvestataval määral ruumi hõivata. Kuna kasvusüsteem ei ole iseenesest steriilne, on oht inokulaadiga süsteemi tuua ka taimekahjustajaid või umbrohuseemneid.

### Krohmseened kaubanduses

Eestis on krohmseeni sisaldavate inokulaatide valik veel väike ning ühtki toodet, mille esmaotstarve oleks krohmseente arvukuse suurendamine turul ei ole. Imporditakse vaid tooteid, mille koostises on välja toodud lisandina ka krohmseente levised (korrespondents Põllumajandusametiga 2017. a). Välisriikidest leiame nii Euroopast kui ka kaugemalt suurel hulgal erinevaid krohmseeni sisaldavaid inokulaate ja nende tootjaid. Euroopas on tooted turustatud peamiselt

väiksematele aiasaaduste kasvatajatele. Toodete liigiline koostis varieerub ühest-kahest liigist kümnete liikideni. Leviste sisaldust ei ole sageli välja toodud või on see kujutatud kõikide liikide leviste üldarvuna, ulatudes sadade tuhandeteni grammi kohta. Lähemal uurimisel selgub tihti, et krohmseente leviste arvukus ei ületa enamasti kümnet osakest grammi kohta. Suur osakeste arv saavutatakse saprotroofsete ehk lagundavate seente leviste lisamisega tootesse. Seetõttu võib esmapilgul paista, et tegemist on äärmiselt kontsentreeritud toodetega, mida nad krohmseente poolest tegelikkuses ei ole. Tõsiasi on, et regulatsioon või tööstuse standard krohmseente kui küllalt uute taimekasvatustehnikate preparaatide puhul veel puudub. Samuti puuduvad instantsid, kes oleksid võimelised või motiveeritud neid kontrollima. Tekkinud olukord on veelgi kohatum, arvestades, et näiteks väetised ja taimekaitsevahendid (taimekaitse omadusi tuuakse krohmseente puhul sageli välja) peavad läbima põhjaliku analüüsi akrediteeritud laboratooriumides.

Regulatsioonide puudumine krohmseente tootmise, turustamise ja sildistamise osas on kaasa toonud suure varieeruvuse toodete kvaliteedis. Ka käesolevas uuringus katsetatud kaubanduslike inokulaatide puhul oli näha lubatud ja tegeliku koostise ning efektiivsuse lahknevusi. Nii ei sisaldanud üks kasutatud toodetest üldse krohmseeni ning teises oli leviste arvukus madalam kui looduslikus mullas. Samas võib Toode 2 näitel tekkida võimalus, et lisaks krohmseentele sisaldavad inokulaadid ka teisi organisme kes võivad olla juhtumisi kahjutud või mutualistlikud (Mandyam, Jumpponen, 2014), aga võivad olla ka kahjulikud.

Kuna mikroorganismide kasutamine on ka mahepõllumajanduse määruse kohaselt lubatud ja nende tootmine ei ole reguleeritud, siis selliste toodete kasutamisele ja turustamisele Euroopa Liidus piiranguid ei seata, välja arvatud juhul kui mükoriisaseened on toodetud geneetiliselt muundatud organismidest (GMO), sest GMOde kasutamine ei ole mahepõllumajanduses lubatud (RT I 2004, 6, 31). Inokulaatide kasutamise seadusele vastavus mahepõllumajanduses sõltub seega toote lisandite päritolust ja olemusest, teoreetiliselt ka seente paljundusmeetodikast, lõpuks aga paraku siiski sellest, mis tootja on pakendile kirjutanud.

### Perspektiivid

Kaasajal lisandub teaduskirjandusse pidevalt uusi artikleid krohmseente kasutamise kohta. Kui seni on see informatsioon jäänud kitsa ringi teadlaste huviorbiiti, siis nüüdseks on huvi krohmseente vastu tärnandunud ka põllumeeste ja muude huvigruppide seas. Eriti võiksid uutest võimalustest puudust tunda maheviljelejad, kel tavatootjatega võrreldes on saagikuse tõstmiseks kasutada väga piiratud hulgal kalleid vahendeid. Seejuures on aga puudulik asjakohase juhendmaterjali olemasolu. Kuna teadusartiklid ei ole enamasti lihtsasti loetavad ning veel vähem kättesaadavad, saadakse teadmised populaarteaduslikest või sisuturundusele suunatud kirjutistest. Eksitava informatsiooni

leviku ohjeldamiseks lasub seega arusaadavas keeles info- ja juhendamise kirjutamise vastutus teadlaskonnal, kes seni on sellega vähem tegeleenud kui võiks. Eestis on selles osas paras aeg tegutsemiseks, kuna maailmas levima hakanud krohmseentega inokuleerimise populaarsus ei ole veel päriselt kohale jõudnud, nagu ka sellega kaasas käiv informatsioonilaine. Arvestades üldisi trende, siis see aga kindlasti juhtub ning see, kas meie huvigrupid on varustatud objektiivse informatsiooniga inokulatsiooni põhimõtetest, vajaduspõhisusest, meetodikast ja alternatiividest, võib saada määravaks kogu valdkonna edasises arengus.

### Järeldused

Krohmseente paljundamise katses olid maisijuured tugevalt koloniseeritud ning sobisid kasutamiseks inokulaadina. Paljundamiseks sobivaim kasvusubstraat oli inokulandi potentsiaali indeksi põhjal puhas liiv, millele lisatud 5% looduslikku mulda. Võrdluskatses selgus, et kõige efektiivsemaks inokulaadiks olid paljunduskatse maisijuured, mille mõjul suurenes maisitaimede maapealne biomass kuuendaks nädalaks 45% võrreldes inokuleerimata taimedega. Ka kaubanduslike inokulaatidega saavutati suurem maisitaimede biomass, kuid nende efektiivsus oli oluliselt madalam. Katse tulemused väljendasid puudujääke kaubanduslike toodete kvaliteedis, mille üheks põhjuseks võib olla ebapiisav kvaliteedikontroll ning puuduvad regulatsioonid ja standardid. Võib arvata, et lihtsasti toodetavatel krohmseene-inokulaatidel on potentsiaali jõuda suurema hulga kasutajateni ning nendega saavutatavad tulemused on vähemasti sama head, kui kaubanduslike toodete puhul.

### Tänuavaldused

Käesolevat uuringut on rahastanud Põllumajandus-uuringute Keskus, Tallinna Ülikooli Uuringufond ja Tallinna Ülikooli Loodus- ja Terviseteaduste Instituut.

### Huvide konflikt / Conflict of interests

Autoritel puudub huvide konflikt kõikide osapooltega. *The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

### Autorite panus / Author contributions

Katse korraldamine, proovide kogumine ja analüüs, käsikirja kirjutamine, toimetamine: TV.  
Katse korraldamine, käsikirja toimetamine: MN.  
*Experiment design, sample collection and analysis, writing of manuscript, editing of manuscript: TV.*  
*Experiment design, editing of manuscript: MN.*

### Kasutatud kirjandus

Adelman, M.J., Morton, J.B. 1986. Infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: Influence of host-soil diluent combinations on MPN estimates and

percentage colonization. – *Soil Biology and Biochemistry*, 18:7–13.

Bellgard, S.E. 1992. The propagules of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi capable of initiating VAM infection after topsoil disturbance. – *Mycorrhiza*, 1:147–152.

Bender, F.S., Wagg, C., van der Heijden, M.G.A. 2016. An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. – *Trends in Ecology & Evolution*, 31:440–452.

Berruti, A., Lumini, E., Balestrini, R., Bianciotto, V. 2015. Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Natural Biofertilizers: Let's Benefit from Past Successes. – *Frontiers in Microbiology*, 6:1559.

Bierman, B., Linderman, R.G. 1983. Use of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots, intraradical vesicles and extraradical vesicles as inoculum. – *New Phytologist*, 95:97–105.

Bierman, B., Linderman, R.G. 1981. Quantifying vesicular-arbuscular mycorrhizae: a proposed method towards standardization. – *New Phytologist*, 59:171–180.

Brennan, A., Fortuneb, T., Bolger, T. 2006. Collembola abundances and assemblage structures in conventionally tilled and conservation tillage arable systems. – *Pedobiologia*, 50:135–145

Douds, D.D., Nagahashi, G., Pfeffer, P.E., Kayser, W.M., Reider, C. 2005. On-farm production and utilization of mycorrhizal fungus inoculum. – *Canadian Journal of Plant Science*, 85:15–21.

Eddy, R., Hahn, D. T. 2010. Optimizing Greenhouse Corn Production: What Is the Best Lighting and Plant Density? – *Purdue Methods for Corn Growth*, 13.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M. *et al.* 2011. Solutions for a cultivated planet. – *Nature*, 478:337–342.

Furlan V., Bartschii H., Fortin J.A. 1980. Media for density gradient extraction of endomycorrhizal spores. – *Transactions of the British Mycological Society*, 75:336–338.

Garnett, T., Appleby, M. C., Balmford, A., Bateman, I. J., Benton, T. G., Bloomer, P. *et al.* 2013. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. – *Science*, 341:33–34.

Gerz, M., Bueno, C.G., Zobel, M., Moora, M. 2015. Plant community mycorrhization in temperate forests and grasslands: relations with edaphic properties and plant diversity. – *Journal of Vegetation Science*, 27:89–99.

Hempel, S., Götzenberger, L., Kühn, I., Michalski, S.G., Rillig, M.C., Zobel, M., Moora, M. 2013. Mycorrhizas in the Central European flora: relationships with plant life history traits and ecology. – *Ecology*, 94:1389–1399.

ISO 10390 2005. Soil quality – Determination of pH. – [www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=40879](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=40879) (17.09.16)

ISO 11261 1995. Soil quality – Determination of total nitrogen – Modified Kjeldahl method. – [www.iso.org](http://www.iso.org)

- org/iso/iso\_catalogue/catalogue\_tc/catalogue\_detail.htm?csnumber=19239 (17.09.16)
- ISO 11464 2006. Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analyses. – www.iso.org/iso/iso\_catalogue/catalogue\_tc/catalogue\_detail.htm?csnumber=37718 (17.09.16)
- ISO 14235 1998. Soil quality – Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation – www.iso.org/iso/iso\_catalogue/catalogue\_tc/catalogue\_detail.htm?csnumber=23140 (17.09.16)
- Klironomos, J.N., Hart, M.M. 2002. Colonization of roots by arbuscular mycorrhizal fungi using different sources of inoculum. – *Mycorrhiza*, 12:181.
- Koorem, K., Gazol, A., Öpik, M., Moora, M., Saks, Ü., Uibopuu, A., Söber, V., Zobel, M. 2014. Soil Nutrient Content Influences the Abundance of Soil Microbes but Not Plant Biomass at the Small-Scale. – *PLoS ONE*, 9 (3).
- Koske, R.E., Gemma, J.N. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. – *Mycological Research*, 92:486–505.
- Leifheit, E.F., Veresoglou, S.D., Lehmann, A., Morris, E.K., Rillig, M.C. 2014. Multiple factors influence the role of arbuscular mycorrhizal fungi in soil aggregation – a meta-analysis. – *Plant Soil*, 374:523–537.
- Mahepõllumajanduse seadus. 2004. Riigi Teataja I, 6, 31.
- Mandyam, K.G., Jumpponen, A. 2014. Mutualism-parasitism paradigm synthesized from results of root-endophyte models. – *Frontiers in Microbiology*, 5:776.
- McDaniel, M., Tiemann, L., Grandy, A. 2013. Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? a meta-analysis. – *Ecology Applied*, 24:560–570.
- McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, G.L., Swan, J.A. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. – *New Phytologist*, 115:95–501.
- Oehl, F., Sieverding, E., Ineichen, K., Mäder, P., Wiemken, A., Boller, T. 2009. Distinct sporulation dynamics of arbuscular mycorrhizal fungal communities from different agroecosystems in long-term microcosms. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134:57–268.
- Paal, J. 1999. Eesti Taimkatte Kasvukohatüüpide Klassifikatsioon. – Tartu.
- Read, D.J., Koucheki, H.K., Hodgson, J. 1976. Vesicular-arbuscular mycorrhizas in natural vegetation systems. – *New Phytologist*, 77:641–653.
- Rousk, J., Bååth, E., Brookes, P.C., Lauber, C.L., Lozupone, C., Caporaso, J.G., Knight, R., Fierer, N. 2010. Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. – *The ISME Journal*, 4:1340–1351.
- Siddiqui, Z.A., Akhtar, M.S., Futai, K. 2008. *Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry*, Springer verlag.
- Smith, S.E., Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal symbiosis* 2nd ed. – Academic Press, San Diego.
- Spatafora, J.W., Chang, Y., Benny, G.L., Lazarus, K., Smith, M.E., Berbee, M.L., Bonito, G., Corradi, N., Grigoriev, I., Gryganskyi, A., James, T.Y., O'Donnell, K., Roberson, R.W., Taylor, T.N., Uehling, J., Vilgalys, R., White, M.M., Stajich, J.E. 2016. A Phylum-Level Phylogenetic Classification of Zygomycete Fungi Based on Genome-Scale Data. – *Mycologia*, 108:1028–1046.
- Ziadi, N., Sen Tran, T. 1993. Mehlich-3 extractable elements. In: *Soil Sampling and Methods of Analysis* (Eds. M.R. Carter, E.G. Gregorich). – CRC Press, Boca Raton.
- van der Heijden, M.G.A., Martin, F.M., Selosse, M.-A., Sanders, I.R., 2015. Mycorrhizal ecology and evolution: the past the present, and the future. – *New Phytologist*, 205:1406–1423.
- Verbruggen, E., Rölting, W.F.M., Gamper, H., Kowalchuk, G., Verhoef, H., van der Heijden, M.G.A. 2010. Positive effects of organic farming on below-ground mutualists: of mycorrhizal fungal comparison in agricultural communities soils. – *New Phytologist*, 186:968–979.
- Vosatka, M., Latr, A., Gianinazzi, S., Albrechtova, J. 2012. Development of arbuscular mycorrhizal biotechnology and industry: current achievements and bottlenecks. – *Symbiosis* 58:29–37.
- Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F., van der Heijden, M.G.A. 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. – *Proceedings of the National Academy of Science of U.S.A.* 111:5266–5270.
- Wright, S.A., Upadhyaya, A. 1997. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. – *Plant and Soil*, 198:97–107.

### Comparing a simple arbuscular mycorrhizal fungal inoculum with commercial products for enhancing plant growth

Tanel Vahter<sup>1</sup>, Märt Nõges<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Tartu, Institute of Ecology and Earth Sciences, department of botany, Lai tn 40, 51008, Tartu, Estonia

<sup>2</sup>Estonian Agricultural Research Center, Teaduse 4/6, 75001, Saku, Estonia

#### Summary

Glomeromycota is a group of soil fungi that form arbuscular mycorrhizas. They are obligate symbionts, who form mutualistic relationships with most terrestrial plants. In an arbuscular mycorrhizal relationship, the plant supplies the fungal partner with all the necessary products of photosynthesis, while in return receiving various nutrients from the soil. With reduced mycorrhizal activity following anthropogenic disturbances, inoculation could be a useful means to restore the numbers and variety of these fungi and increase plant biomass. Thus far, because of its high cost and poor

availability, inoculation is yet to be used on a substantial scale. The aims of this study were in essence to optimise the methodology for inoculum production and therefore reduce costs and increase availability to the wider audience. The possibilities of trap-cultures to produce crude inocula were tested and the most suitable substrate mixture determined. The inoculum obtained was compared with commercial inoculants in potting experiments. The results of this study indicate that the best substrate media for multiplication of Glomeromycota fungi to produce crude inocula, is sand with only 100 ml of added natural alvar (Mollihumi-Rendzic Leptosol, WRB) soil. Root inocula obtained from

plants grown in this manner induced both higher biomass and root colonisation in test plants than the commercial inoculants. One of the used inoculants didn't contain any mycorrhizal fungi at all, stressing the need for quality control and industry standards. This study gives insights for the application of mycorrhizal fungi in a small-scale agricultural setting. The inoculation of bigger areas is still problematic but with methodological development, the field of mycorrhizal inoculations is highly promising in agricultural, horticultural and ecological restoration scenarios.



## MORPHOLOGICAL LODGE OF DESI COTTON (*GOSSYPIUM ARBOREUM* L.) GENOTYPES AND STAGE-MANAGE BY PLANTING LOG UNDER DRY TROPICAL PROSPECT

Karim Jan<sup>1</sup>, Muhammad Waseem<sup>1</sup>, Dost Mohammad Baloch<sup>1</sup>, Abdul Hameed Baloch<sup>1</sup>,  
Mustajab A. Khan<sup>2</sup>, Taimoor Khan<sup>1</sup>, Muhammad Rashid<sup>1</sup>, Qurban Ali<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Lasbela University of Agriculture, Water and Marine Science, Uthal, Lasbela, Pakistan

<sup>2</sup>Department of Soil Science, Balochistan Agriculture College, Quetta, Pakistan

<sup>3</sup>Centre of Excellence in Molecular Biology, University of the Punjab, Lahore, Pakistan

Saabunud: 11.05.17  
Received:  
Aktsepteeritud: 19.12.17  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 20.12.17  
Published online:  
Vastutav autor: Muhammad  
Corresponding author: Waseem  
e-mail: waseem\_1028@yahoo.com

**Keywords:** coastal climate; desi cotton (*Gossypium arboreum* L.); growth, yield components.

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2017\\_2\\_jan.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2017_2_jan.pdf)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15159/jas.17.11>

**ABSTRACT.** Planting log is the most considerable factor which directly manipulates the plant traits under naturally prevailing environment. The aim of the trial was to ensure the influence of planting hiatus on the morphological cabin of Desi cotton (*Gossypium arboreum* L.) varieties under dry tropical coast. The research was carried out during 2016 on three desi cotton genotypes C<sub>1</sub> (FDH-512), C<sub>2</sub> (FDH-502), C<sub>3</sub> (FDH-170) under three-fortnightsowing regimes (S<sub>1</sub> = 15. March, S<sub>2</sub> = 1. April and S<sub>3</sub> = 15. April) at agronomy research area in the Lasbela University of Agriculture, Water and Marine Science, Uthal, Lasbela, Pakistan. Momentous results were originated for different morphological traits according to the arid environments. Significant results were observed for traits *i.e.*; number of monopodial branches, number of sympodial branches, number of capsule per plant, number of seeds per capsule, number of locules per capsule, number of seeds per locules, weight of seed per capsule, seed colour, seed yield per plant, lint percentage, root shoot ratio (%), root depth (cm) for various sowing dates and desi cotton varieties. Results of the traits like *i.e.* the number of locules and per capsule, a number of seeds per locules was yielded completely non-significant outcomes both for the diverse sowing period and desi cotton genotypes. The interaction between the both factors was found to be non-significant in all traits. The correlation amongst cotton individual characteristics was observed, it was found that capsules per plant and lint percentage, monopodial branches per plant, root shoot ratio, root depth, seed weight per capsule and seed yield per plant were significantly and positively correlated. The seed yield and lint percentage was also significantly correlated, which showed that selection may be positive responsive in sense of lint percentage, monopodial branches, seed yield per plant, capsules per plant and seed weight per capsule to get a superior yield of cotton. Under the existing dry climatic condition, it was found that the finest planting window of 15. April for the desi cotton FDH-170 is most suitable for its cultivation.

© 2017 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2017 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Introduction

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is a significant fibre yielding crop of the world. It belongs to the family Malvaceae, grown in tropical and subtropical regions of more than 80 countries all over the world. (Balasubramniyan, Palaniappan, 2007). Cotton is an important source of earning and for foreign trade is very

significant. The cotton crop share in GDP is 7.1% and account used for 1.5% in the agriculture sector. The area under cotton crop increased nearly 2961 thousand hectares from 2014 to 2015. The cotton production raised at 13.98 million bales (GOP, 2014–15).

The cotton growth and yield also depend on sowing time, if sowing is late, then its potential yield is reduced. During early sowing of the crop, the



temperature is low and it will decrease plant metabolic process (Deho *et al.*, 2012).

One of the most significant agronomic considerations for growers is to maximize yield and superiority is to select a suitable sowing time for cotton crop. The best time of cotton sowing in a particular area can often be complicated, that must strike equilibrium as it is a decision between sowing too early and lasting problems related to cold weather or sowing too late and losing possible yield. The cold weather during sowing or too early sowing can mostly slow crop growth, frequently leading to the poor establishment and poor early growth. Moreover, the many seedlings of cotton expose to diseases (Ali *et al.*, 2004). Sowing time has very significant role in realizing greatest seed cotton yield in a country like Pakistan, where the climatic impression varies from region to the province. Cotton yield can be adequately improved if the most favourable time for sowing in the exacting zone is well known. Late sowing increases the period among sowing to seedling appearance, (first square, flower, and opening boll) and plant survival also decreases. Evaluated and observed the effects of time of sowing (May 1<sup>st</sup> and 29<sup>th</sup>) on the growth and yield of cotton (F846 and desi cotton LD327). Desi cotton recorded superior values for plant height, chlorophyll and stem dry matter content, followed by American cotton. Late sowing resulted in importantly lower yield than early and optimal sowing. Ali *et al.* (2009) showed that the maximum seed cotton yield of 2039 kg ha<sup>-1</sup> was obtained on May 15<sup>th</sup> sowing followed by 1669 kg ha<sup>-1</sup> and 1847 kg ha<sup>-1</sup> sown on May 1<sup>st</sup> and May 30<sup>th</sup>, correspondingly. For receiving high-quality seed cotton yield, cotton might plant in the month of May (Bhaskar *et al.*, 2005).

Maximum yield of cotton was not realized until that time due to many problems, such as, pest insects, weed infestation and diseases, water shortage, excessive salinity, short seed of germination, appropriate sowing methods, poor practices of soil management, premature flowers and boll shedding, too late or too early sowing on and offensive used of cultivars in special agro-ecological zones. Proper sowing instance play essential role in yield outcomes. Proposed first on trial on desi cotton was carried out below the dry tropical environmental condition of district Lasbela, Pakistan under irrigated conditions. A field experiment was conducted for the objective to assess the planting interval on the morphological features and yield of Desi cotton (*Gossypium arboreum* L.) under a dry coastal system of Lasbela, Pakistan.

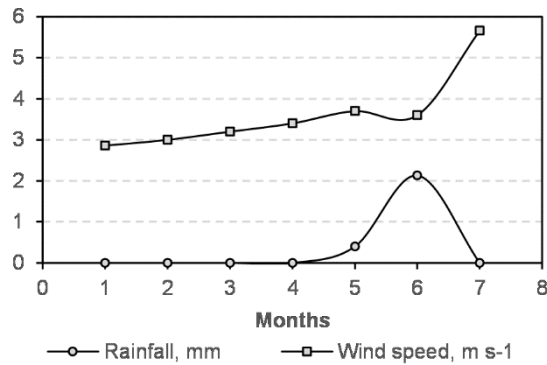
## Materials and Methods

Lasbela is a coastal district of Balochistan falls on the bank of Arabian Sea. It falls in the arid zones of southern Balochistan. The present field trial was conducted during 2016 at agronomy research area located near Faculty of Agriculture, Lasbela University of Agriculture, Water and Marine Science (LUAWMS) Uthal, Lasbela Pakistan. For determining soil fertility status composite soil samples were collected before sowing of the cotton and after harvesting of the cotton. The experimental soil was loamy in texture with slightly alkaline pH as given in Table 1. The experiments consisted of three genotypes of Desi Cotton (C<sub>1</sub> (FDH-512), C<sub>2</sub> (FDH-502), C<sub>3</sub> (FDH-170)) with a three planting pane (S<sub>1</sub> = 15. March, S<sub>2</sub> = 1. April and S<sub>3</sub> = 15. April). The crop was cultivated on well-prepared seed bed with dibbler methods at field capacity. The inter-row distance was 75 cm while interplant distance was 20 cm. Each of the three treatments has received a suggested and uniform dose of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) fertilizer; applied at the rate of 120:60:60 NPK ha<sup>-1</sup>. Before sowing, a uniform dose of all the amount of phosphate and potash fertilizer (source Diammonium Phosphate and Potassium Sulphate) was applied at the rate 60 kg ha<sup>-1</sup>, while half nitrogen fertilizer in the form of urea was applied with first irrigation in each treatment. The leftover dose of nitrogen fertilizer was applied in two different splits, first dose after 30 days and remaining at flowering.

After first irrigation, the crops were irrigated at an interval 8 to 24 days till maturity of crop depending upon the crop requisite and climatic conditions. Weeds were controlled manually by hoeing. All the other agronomic practices were carried out uniformly in all treatments. A local climatic data was collected from meteorology department of LUAWMS. The crop was harvested on the 1. Oct. 2016. The following growth parameters *i.e.* no. of monopodial branches, no. of sympodial branches, no. of capsule per plant, no. of seed per capsule, no. of locules per capsule, no. of seed per locules, weight of seed per capsule, seed yield per plant, lint percentage (%), root shoot ratio (%), root depth (cm) and correlation amongst cotton traits were recorded by using standard procedures and statistical analyses of variance (ANOVA) by applying F variance method Fisher's analysis and Least Significant Difference (LSD) test at 5% probability level (Steel *et al.*, 1997). Statistic duration of whole crop season different month's climatic data Figure 1 (a, b) were accessed from the meteorological department situated in the vicinity of Lasbela University.

**Table 1.** Chemical analysis of soil sample before and after cotton harvesting

Determination	pH	Electrical conductivity, dSm <sup>-1</sup>	Organic matter, %	Nitrogen, %	Phosphorus, ppm	Potassium, ppm
Sample 1 Before	7.46	1.8	0.21	0.79	2.4	0.23
After	7.02	1.01	0.17	0.54	1.98	0.19
Sample 2 Before	7.34	1.33	0.23	0.33	1.25	0.21
After	6.99	1.13	0.18	0.21	1.13	0.18
Sample 3 Before	7.51	1.40	0.17	0.21	1.10	0.25
After	7.23	1.26	0.09	0.19	1.01	0.17



**Figure 1a.** Rainfall and wind speed variations during cropping season in 2016

## Results

### Number of monopodial branches per plant

According to the statistical results, monopodial branch in desi cotton was found to be significant for different sowing dates as presented in Table 2. In  $S_3$  treatment, maximum number of monopodial branches per plant (23.0) was documented, compared to other planting dates, where less monopodial branches in  $S_1$  and  $S_2$  treatment was statistically at par with each other. Desi cotton influenced towards genotypes was also confirmed highly significant result as given in (Table 2). Desi cotton variety  $C_3 = \text{FDH-170}$  produced a higher number of monopodial branches per plant (22.10). Minimum monopodial branches tendency was determined in desi cotton  $C_2 = \text{FDH-502}$  and  $C_1 = \text{FDH-512}$  respectively and there was no significant difference among both varieties. Main climatic factor such as temperature and photoperiod enhanced the number of branches per plant for various sowing interval and for different cotton genotypes researcher was found similar results (Aslam *et al.*, 2013). The non-significant interaction between the sowing dates and desi cotton varieties was recorded (Table 2).

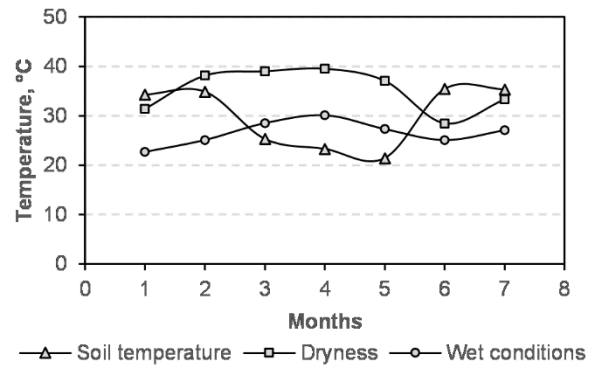
**Table 2.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the monopodial branches per plant

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15. \text{ March}$	$S_2 = 1. \text{ April}$	$S_3 = 15. \text{ April}$	
$C_1 = \text{FDH-512}$	13.66	14.66	20.66	<b>16.32<sup>B</sup></b>
$C_2 = \text{FDH-502}$	15.33	18.66	21.00	<b>18.33<sup>B</sup></b>
$C_3 = \text{FDH-170}$	18.66	20.33	27.33	<b>22.10<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>15.88<sup>b</sup></b>	<b>17.88<sup>b</sup></b>	<b>23.00<sup>a</sup></b>	

Different capital letters (A, B) in a column and lowercase letters (a, b) in a row implicate significant difference at least 0.05 level.

### Number of sympodial branches per plant

The results showed that the sowing dates impact on the number of sympodial branches in desi cotton significantly (Table 3). The highest number of sympodial branches per plant (2.67) was found in  $S_1$  treatment as compared to other corresponding sowing time such as  $S_2$  and  $S_3$  treatment which was statistically at par with each other. The non-significant result was recorded by different desi cotton genotypes  $C_1 = \text{FDH-512}$ ,  $C_2 = \text{FDH-502}$  and  $C_3 = \text{FDH-170}$  (Table 3). Vertically raised, the temperature and photoperiod enhanced the sympodial branches per plant for different



**Figure 1b.** Soil temperature, dryness and wet conditions variability during experimental season in 2016

sowing dates. These findings are closely related to the reports of Nehra *et al.* (1986), Aslam *et al.* (2013). The interaction between the sowing dates and desi cotton varieties was established to be non-significant (Table 3).

**Table 3.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the sympodial branches per plant

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15. \text{ March}$	$S_2 = 1. \text{ April}$	$S_3 = 15. \text{ April}$	
$C_1 = \text{FDH-512}$	2.33	2.66	1.66	<b>2.22<sup>A</sup></b>
$C_2 = \text{FDH-502}$	3.00	1.66	2.66	<b>2.44<sup>A</sup></b>
$C_3 = \text{FDH-170}$	2.66	1.66	1.33	<b>1.89<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>2.67<sup>a</sup></b>	<b>2.00<sup>b</sup></b>	<b>1.89<sup>b</sup></b>	

Similar capital letter A in the column indicate  $P > 0.05$  and lowercase letters (a, b) in row implicate significant difference at least 0.05 level.

### Number of capsule per plant

Results in Table 4 proved that sowing dates were highly significant for a number of capsules per plant in desi cotton. The treatment  $S_3$  was relented greatest number of capsule per plant (34.00) as compared to another sowing which was followed by  $S_2$  treatment. Least numbers of capsule per plant (23.33) were examined in  $S_1$  treatment. As for as desi cotton genotypes comparisons were also established very significant result as specified in Table 4. Desi cotton array  $C_3 = \text{FDH-170}$  generated a superior number of capsule per plant (33.56) and the second tendency was followed by cotton  $C_2 = \text{FDH-502}$  as contrasted to lowest (23.00) in cotton selection  $C_1 = \text{FDH-512}$ . Regularly increased temperature and daylength enhanced the additional numbers of capsules per plant in various sowing intervals and cotton genotypes. These results are comparable to another report of Awan *et al.* (2011). Interaction amongst the sowing dates and desi cotton assortments was instituted to be non-significant (Table 4).

**Table 4.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the number of capsule per plant

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15. \text{ March}$	$S_2 = 1. \text{ April}$	$S_3 = 15. \text{ April}$	
$C_1 = \text{FDH-512}$	18.00	19.33	31.66	<b>23.00<sup>C</sup></b>
$C_2 = \text{FDH-502}$	24.66	27.33	30.66	<b>27.22<sup>B</sup></b>
$C_3 = \text{FDH-170}$	28.33	32.66	39.66	<b>33.56<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>23.33<sup>c</sup></b>	<b>26.44<sup>b</sup></b>	<b>34.00<sup>a</sup></b>	

Different capital letters (A, B, C) in a column and lowercase letters (a, b, c) in a row implicate significant difference at least 0.05 level.

### Number of seeds per capsule

Number of seeds in each capsule in desi cotton was statistically significant for sowing dates (Table 5). The maximum number of seeds per capsule (28.67) was produced in  $S_1$  treatment compared to  $S_2$  and  $S_3$ . There was no significant dissimilarity for seed number in each capsule respectively, but lowest as compared to ( $S_1 = 15$ . March). Non-significant results were found in desi cotton genotypes for seed account in each capsule. It statistically resulted in similar findings. The pronounced effect of climatic factors was observed on different planting interval but in the case of cotton varieties there was no notable effect was noticed. These results are reported similar by (Aslam *et al.*, 2013). Data in (Table 5) showed that interaction with the sowing dates and desi cotton varieties was set up non-significant.

**Table 5.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the number of seeds per capsule

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15$ . March	$S_2 = 1$ . April	$S_3 = 15$ . April	
$C_1 =$ FDH-512	26.00	20.00	26.66	<b>24.22<sup>A</sup></b>
$C_2 =$ FDH-502	31.33	22.66	24.89	<b>26.11<sup>A</sup></b>
$C_3 =$ FDH-170	28.66	25.66	24.00	<b>26.11<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>28.67<sup>a</sup></b>	<b>22.78<sup>b</sup></b>	<b>25.00<sup>b</sup></b>	

Similar capital letter A in columns indicate  $P > 0.05$  and lowercase letters (a, b) in rows implicate significant difference at least 0.05 level.

### Number of locules per capsule

Quantities of locules per capsule were found to be non-significant for both various sowing dates and desi cotton genotypes (Table 6). A number of locules per capsule in desi cotton is fundamental for its genetic characters of each variety in which no alteration was concluded due to different sowing dates and variable climatic factors. The interaction among the sowing dates and desi cotton varieties was found to be non-significant for number of locules per capsule (Table 6).

**Table 6.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the number of locules per capsule

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15$ . March	$S_2 = 1$ . April	$S_3 = 15$ . April	
$C_1 =$ FDH-512	3.00	3.33	3.66	<b>3.33<sup>A</sup></b>
$C_2 =$ FDH-502	3.33	3.66	3.33	<b>3.56<sup>A</sup></b>
$C_3 =$ FDH-170	3.33	3.66	3.33	<b>3.44<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>3.33<sup>a</sup></b>	<b>3.44<sup>a</sup></b>	<b>3.56<sup>a</sup></b>	

Similar capital letter A in a column and lowercase letter a in a row implicate non-significant difference at least 0.05 level.

### Number of seeds per locule

Table 7 specifies the non-significant difference for the number of seeds per locule indifferent sowing dates ( $S_1$ ,  $S_2$  and  $S_3$  treatment) and desi cotton genotypes ( $C_1 =$  FDH-512,  $C_2 =$  FDH-502,  $C_3 =$  FDH-170). Genetic traits were strongly determined that there was no change in number of seeds per locule if they are planted at different times and under variable climatic conditions. Seilsepour *et al.* (2012) were reported similar findings. Relations between the sowing dates and desi cotton varieties were existed to be non-significant.

**Table 7.** Influence of planting interval and desi cotton varieties on the number of seeds per locules

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15$ . March	$S_2 = 1$ . April	$S_3 = 15$ . April	
$C_1 =$ FDH-512	7.66	7.66	8.00	<b>7.78<sup>A</sup></b>
$C_2 =$ FDH-502	8.66	8.00	7.33	<b>8.00<sup>A</sup></b>
$C_3 =$ FDH-170	6.66	8.66	9.00	<b>8.11<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>7.67<sup>a</sup></b>	<b>8.11<sup>a</sup></b>	<b>8.11<sup>a</sup></b>	

Similar capital letter A in a column and lowercase letter in a row implicate non-significant difference at least 0.05 level.

### Seeds weight per capsule

The results according to planting dates demonstrated that the weight of the seeds per capsule was statistically significant (Table 8). The treatment  $S_3$  showed highest weight of seeds per capsule (2.07 g) which was followed by  $S_2$  and  $S_1$  treatment. Desi cotton varieties effect was yielded non-significant outcomes.

**Table 8.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the weight (g) of seeds per capsule

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15$ . March	$S_2 = 1$ . April	$S_3 = 15$ . April	
$C_1 =$ FDH-512	1.79	1.86	2.03	<b>1.90<sup>A</sup></b>
$C_2 =$ FDH-502	1.87	1.92	2.05	<b>1.94<sup>A</sup></b>
$C_3 =$ FDH-170	1.78	1.96	2.12	<b>1.95<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>1.81<sup>b</sup></b>	<b>1.91<sup>b</sup></b>	<b>2.07<sup>a</sup></b>	

Similar capital letter A in a column indicate  $P > 0.05$  and lowercase letters (a, b) in a row implicate significant difference at least 0.05 level.

Steady increasing temperature and other climatic factors enhanced the weight of seeds per capsule. Seilsepour *et al.* (2012) were accounted corresponding findings. Interaction among the sowing dates and desi cotton varieties was found to be non-significant.

### Seed yield per plant

A significant effect of sowing dates was observed for the seed yield per plant in desi cotton (Table 9). The treatment  $S_3$  was fabricated highest seed yield per plant (154.56 g) which was followed by second sowing date ( $S_2 = 1$ . April). Lowest seed yield per plant (143.83 g) were screened in treatment  $S_1$  as compared to another sowing interval. Effect of desi cotton genotypes on seed yield per plant was non-significant. Seed yield per plant was greatly influenced by climatic factors, especially temperature in various cultivation times. Similar outcomes are publicized in report of Ali *et al.* (2003). Interaction among the sowing dates and desi cotton varieties was found to be non-significant.

**Table 9.** Influence of planting interval and desi cotton varieties on the seed yield per plant (g)

Varieties	Sowing date			Mean
	$S_1 = 15$ . March	$S_2 = 1$ . April	$S_3 = 15$ . April	
$C_1 =$ FDH-512	142.58	150.63	154.78	<b>149.33<sup>A</sup></b>
$C_2 =$ FDH-502	144.02	146.67	154.43	<b>148.37<sup>A</sup></b>
$C_3 =$ FDH-170	144.90	150.80	154.46	<b>150.05<sup>A</sup></b>
<b>Mean</b>	<b>143.83<sup>c</sup></b>	<b>149.36<sup>b</sup></b>	<b>154.56<sup>a</sup></b>	

Similar capital letter A in a columns indicate  $P > 0.05$  and lowercase letters (a, b, c) in a row implicate significant difference at least 0.05 level.

### Lint percentage

Sowing dates results showed that lint percentage in desi cotton was statistically significant (Table 10). Maximum lint percentage (40.41%) was yielded per plant in treatment S<sub>3</sub> which was followed by S<sub>2</sub> sowing. Lowest lint percentage (32.29%) was noted in S<sub>1</sub> treatment. Lint percentage was showed non-significant results for desi cotton varieties C<sub>1</sub> = FDH-512, C<sub>2</sub> = FDH-502 and C<sub>3</sub> = FDH-170. Increasing temperature and daylight enhanced the lint percentage per plant for different sowing times, but showed no influence over the cotton varieties. Interaction among the sowing dates and desi cotton varieties was found to be non-significant. Seilsepour *et al.* (2012) were reported corresponding findings.

**Table 10.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the lint percentage (%)

Varieties	Sowing date			Mean
	S <sub>1</sub> = 15. March	S <sub>2</sub> = 1. April	S <sub>3</sub> = 15. April	
C <sub>1</sub> = FDH-512	32.22	34.61	39.96	35.60 <sup>A</sup>
C <sub>2</sub> = FDH-502	30.71	35.43	40.48	35.54 <sup>A</sup>
C <sub>3</sub> = FDH-170	33.94	36.74	38.78	37.15 <sup>A</sup>
<b>Mean</b>	<b>32.29<sup>c</sup></b>	<b>35.59<sup>b</sup></b>	<b>40.41<sup>a</sup></b>	

Similar capital letter A in a column indicate  $P > 0.05$  and lowercase letters (a, b, c) in a row implicate significant difference at least 0.05 level.

### Root shoot ratio

Sowing times showed that the root shoot ratio in desi cotton was statistically highly significant (Table 11). Highest root shoot ratio (4.51%) was located in S<sub>3</sub> treatment sowing and similar trends were followed by S<sub>2</sub> treatment. Lowest root shoot ratio (2.79%) was found in S<sub>1</sub> treatment. Desi cotton genotypes effect was also confirmed significant end results as shown in Table 11. Desi cotton variety C<sub>3</sub> = FDH-170 turned out higher root shoot ratio (4.70%) and that propensity was recounted by cotton genotype C<sub>2</sub> = FDH-502. As distinguish to lowest (2.40%) root shoot ratio in cotton variety by C<sub>1</sub> = FDH-512. Gradual increasing temperature and photoperiod enhanced the number of branches per plant, so plants interval strongly influenced the cotton sowing. These conclusions are exposed by similar description of Seilsepour *et al.* (2012). The interaction between the sowing dates and desi cotton varieties was found to be non-significant.

**Table 11.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the root shoot ratio (%)

Varieties	Sowing date			Mean
	S <sub>1</sub> = 15. March	S <sub>2</sub> = 1. April	S <sub>3</sub> = 15. April	
C <sub>1</sub> = FDH-512	1.39	2.07	3.09	2.41 <sup>C</sup>
C <sub>2</sub> = FDH-502	2.70	4.09	4.36	3.72 <sup>B</sup>
C <sub>3</sub> = FDH-170	4.29	4.04	5.43	4.71 <sup>A</sup>
<b>Mean</b>	<b>2.79<sup>b</sup></b>	<b>3.52<sup>b</sup></b>	<b>4.51<sup>a</sup></b>	

Different capital letters (A, B, C) in a column and lowercase letters (a, b) in a row implicate significant difference at least 0.05 level.

### Root depth

Non-significant results were recorded for root depth (cm) in desi cotton for different sowings (Table 12). Influence of desi cotton varieties on root depth was significant as given in Table 12. Desi cotton variety C<sub>3</sub> = FDH-170 was provided higher root depth (23.27 cm) and this tendency was followed by cotton genotype C<sub>2</sub> = FDH-502. As contrasted to the lowest root depth (69.30 cm) noted in cotton variety C<sub>1</sub> = FDH-512. Generally, a non-significant influence of climatic factors was observed for three sowing dates (Table 12), while it is significant for cotton genotypes. Interaction among the sowing dates and desi cotton varieties was found to be non-significant. These conclusions are exposed similar description of Ali *et al.* (2011).

**Table 12.** Influence of planting date and desi cotton varieties on the root depth (cm)

Varieties	Sowing date			Mean
	S <sub>1</sub> = 15. March	S <sub>2</sub> = 1. April	S <sub>3</sub> = 15. April	
C <sub>1</sub> = FDH-512	73.48	66.23	68.23	69.31 <sup>B</sup>
C <sub>2</sub> = FDH-502	71.15	74.46	72.75	72.79 <sup>B</sup>
C <sub>3</sub> = FDH-170	82.16	82.16	85.05	83.27 <sup>A</sup>
<b>Mean</b>	<b>75.69<sup>a</sup></b>	<b>74.22<sup>a</sup></b>	<b>75.46<sup>a</sup></b>	

Different capital letters (A, B) in a column and lowercase letters (a, b) in a row implicate significant difference at least 0.05 level.

### Correlation among characteristics of desi cotton

The judgment of Table 13 confirmed the correlations amongst cotton traits. It was found that capsules per plant and lint percentage, monopodial branches per plant, root shoot ratio, root depth, seed weight per capsule and seed yield per plant were significantly and positively correlated with each other.

**Table 13.** Correlation of different yield and yield characteristics of desi cotton

Traits	CupPP	Lint	LuPCup	MBP	RSRatio	Rdepth	SPB	SPCup	SWPCup	SPLu
Lint	0.622*									
LuPCup	0.105	0.103								
MBP	0.923*	0.565*	0.043							
RSRatio	0.828*	0.489*	0.111	0.788*						
Rdepth	0.490*	0.147	-0.131	0.527*	0.568*					
SPB	-0.378*	-0.399*	0.320*	-0.343*	-0.332*	-0.355*				
SPCup	0.007	-0.252*	0.414*	-0.058	-0.012	-0.025	0.348*			
SWPCup	0.582*	0.400*	0.180	0.650*	0.469*	0.084	-0.114	0.213		
SPLu	0.241*	0.150	0.154	0.161	-0.129	0.030	-0.223	0.019	0.156	
SYP	0.514*	0.653*	0.074	0.448*	0.410*	-0.107	-0.251*	-0.252*	0.470*	0.206

\* = significant at 5% probability level; Lint = Lint Percentage, CupPP = Capsule per plant, LuPCup = Locules per capsule, MBP = Monopodial branches per plant, SPB = Sympodial branches per plant, SPCup = Seeds per capsule, RSRatio = Root shoot ratio, RDepth = root depth, SWPCup = Seed weight per capsule, SYP = seed yield per plant, SPLu = seeds per locule

The well-emerged correlation between capsules per plant and monopodial branches per plant showed that the cotton various traits may use to improve cotton yield. The seed yield and lint percentage were also significantly correlated, which showed that selection may give positive response in sense of lint percentage, monopodial branches, seed yield per plant, capsules per plant and seed weight per capsule to get a better yield of cotton.

### Discussion

Cotton is a fibre crop in Pakistan. Also more than 70% of edible oil requirements meet by cotton seed in Pakistan. Plant growths mostly rely on environmental factors, changes in weather condition, management, genotypes characteristics and planting pattern. Weather is the foremost feature of crop growth and yield in any particular area and it diverges from small scale to large agro-ecological zone (Manjunatha *et al.*, 2010). The weather features like rainfall, soil temperature, and wind speed, dry and wet conditions of the soil considerably change during the whole planting seasons as shown in different graph curve by Stepan *et al.* (2004). Rainfall and temperature during the whole planting season promote generally all the genotypes influenced by planting time under the dry coastal tropical environments (Saranga, 2001). However, the best cultivation time of desi cotton (*Gossypium arboreum* L.) is 15. April under existing environment conditions. Growth behaviour and yield components of desi cotton (FDH-170) were uppermost in the case of planting at 15. April. Remaining two planting dates of desi cotton, such as 15. March and 1. April, has showed no significant results as compared to the 15. April sowing which was closely related to (Munir *et al.*, 2015; Nadeem *et al.*, 2010). A significant result was observed for different traits, such as number of monopodial branches, number of sympodial branches, number of capsule per plant, number of seeds per capsule, number of locules per capsule, number of seeds per locules, Weight of seeds per capsule, seeds yield per plant, lint percentage, root shoot ratio, root depth for various sowing dates and desi cotton varieties (Saleem *et al.*, 2011; Jagtap *et al.*, 2010; Ghule *et al.*, 2013). Findings of the traits like a number of locules and seeds per capsule, the number of seeds per locules was yielded non-significant outcomes both of the diverse sowing periods (Usman *et al.*, 2016) and desi cotton genotypes (Savakumari and Mohan, 2009). The interaction between the both studied factors was found to non-significant in all traits. The correlation amongst cotton individual characteristics was observed, it was checked that capsules per plant and lint percentage, monopodial branches per plant, root shoot ratio, root depth, seed weight per capsule and seed yield per plant were significantly and positively correlated (Savakumari, Mohan, 2009). The strong correlation between capsules per plant and monopodial branches per plant showed that the within desi cotton an assortment of traits may be helpful to enhance the cotton yields

(Nadeem *et al.*, 2010; Brar *et al.*, 2015). The seed yield and lint percentage were also significantly correlated which showed that selection may give positive response in sense of lint percentage, monopodial branches, seed yield per plant, capsules per plant and seed weight per capsule (Jagtap *et al.*, 2010; Ghule *et al.*, 2013; Deho *et al.*, 2012; Brar *et al.*, 2015) to get superior yield of cotton.

### Conclusion

Generally, all the genotypes were influenced by planting time under the dry coastal tropical environments. However best sowing time for the cultivation of desi cotton (*Gossypium arboreum* L.) is 15. April. Growth traits and yield components of desi cotton (FDH-170) were boosted highly in a crate of planting at 15. April. Additional two planting dates of desi cotton such as 15. March and 1. April showed no significant results compared to the 15. April sowing.

### Conflict of interest

The research is focus on desi cotton cultivation under dry tropical environment in the vicinity of the coast of the Arabian Sea in contrast to the sub tropical environment generally.

### Author contributions

Involve in the proposal writing, conducting research, collection of data, interpretation of results and discussion and work as post graduate student. Approve the final manuscript: KJ.  
Planned research and provide guidelines throughout the study. Act as a supervisor and corresponding author: MW.  
Help in data arrangement and provide guideline during statistical analysis: DMB.  
Guide during proposal development and traits selection: TK.  
Contribute in application of statistical analysis: MAK  
Help in manuscript drafting: MR.  
Interpret the data and critical revision: QA

### References

- Ali, B., Iqbal, M.S., Shah, M.K.N., Shabbir G., Cheema, N.M. 2011. Genetic analysis for various traits in (*Gossypium hirsutum* L.). – Pakistan Journal of Agricultural Biology, 10:217–220.
- Ali, L., Ali, M., Din, Q.M.U. 2003. Assessment of optimum nitrogen requirement and economics of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) crop for seed yield. – International Journal of Agriculture and Biology, 3:493–495.
- Ali, M.A., Abbas, A., Younas, M., Khan, T.M., Hassan, H.M. 2009. Genetic basis of some quantitative traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). – Plant Omics. J., 2:91–97.
- Aslam, M., Sangh, A.H., Khalid, L., Javed, S. 2013. Effect of different levels of nitrogen and plant population on growth and yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). – Asian Journal of Agricultural Biology, 1:127–132.
- Awan, H., Inayatullah, A., Mansoor, Khan, M.E.A. Khan, M.A. 2011. Effect of sowing time and plant spacing on

- fiber quality and seed cotton yield. – *Sarhad Journal of Agriculture*, 27:1927–1931.
- Balasanbramaniyan, P., Palaniappan, S.P. 2007. Principles and practices of agronomy. – *Agrobios Jodhpur, India*, 4:48–49.
- Bange, R.M., Milory, S.R. 2004. Effect of methods of irrigation and levels of phosphorus on desi cotton (*Gossypium arboreum* L.) in shallow water-table condition. – *Journal of Cotton Research*, 2:184–86.
- Bhaskar, K., Rao, S., Khan, M.R., Mendhe, P.N., Suryavanshi, M.R. 2005. Micro irrigation management in cotton. – *Central Institute of Cotton Research, India. Technical Bulletin* 31:45–98.
- Brar, A.S., Sarlach, R.S., Rathore, P. 2015. Response of Desi cotton (*Gossypium arboreum*) hybrids to spacing and fertilizer levels under irrigated condition. – *Journal of Cotton Research Development*, 29:79–80.
- Deho, Z.A., Laghari, S., Abro, S., Khanzada, S.D. 2012. Effect of sowing dates and Picking intervals at boll opening percent, yield and fiber quality of cotton cultivars. – *International Technological and Development*, 31:288–293.
- Ghule, P.L., Palve, D.K., Jadhav, J.D., Dahiphale, V.V. 2013. Plant geometry and nutrient levels effect on productivity of Bt cotton. – *Journal of Agricultural Science*, 9(2):486–494.
- GOP, 2014–15. Economic Survey of Pakistan, Finance and Economic Affairs Division, Islamabad, Pakistan, 21–30.
- Jagtap, D.N., Bhale, V.M. 2010. Effect of different plant spacing and nitrogen levels of desi cotton hybrid. – *International Journal Cotton Improvement*, 1:77–79.
- Jones, M.A., Wells, R. 1998. Fiber yield and quality of cotton grown at two divergent population densities. – *Crop Science*, 38:1190–1195.
- Manjunatha, M.J., Shalephyati, A.S., Koppalkar, B.G., Pujari, B.T. 2010. Yield and yield components, uptake of nutrients, quality parameter and economics of Bt cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Genotypes as influenced by different plant densities. Karnataka. – *Journal of Agricultural Science*, 23:423–425.
- Munir, M.K., Tahir, M., Saleem, M.F., Yaseen, M. 2015. Growth and earliness response of cotton to row spacing and nitrogen management. – *Journal of Animal and Plant Science*, 25:729–738.
- Nadeem, M.A., Ali, A., Tahir, M., Naeem, M., Chaudhry, A.R., Ahmed, S. 2010. Effect on Nitrogen levels and plant spacing on growth and yield of cotton. – *Pakistan Journal of Social Science*, 8:121–124.
- Nehra, D.S., Singh, V., Kairon, M.S., Singh, K.P. 1986. Effect of plant population and nitrogen levels on desi cotton varieties. – *Journal of Research, Haryana Agriculture University*, 16(4):382–386.
- Saleem, M.F., Chema, M.A., Bilal, M.E., Anjum, S.E., Shahid, M.Q., Khurshid, I. 2011. Fiber quality of cotton (*Gossypium hirsutum*) Cultivars under different Phosphorus levels. – *Journal Annals Science*, 21(1):26–30.
- Saranga, F.V. 2001. Genomic dissection of genotype environment interactions conferring, adaptation of cotton to arid conditions. – *International Journal of Research*, 11(8), 1988–1995.
- Savakumari, B., Mohan, J. 2009. Physiologi studies performance of BT and non BT cotton (*Gossypium hirsutum*) hybrids under different levels of nitrogen fertilizer. – *Annual of Agriculture Research*, 29:111–115.
- Seilsepour, M., Mohammadi, S., Rashidi, M. 2012. Effect of different application rates of nitrogen on yield, yield components and quality of cotton in the arid land of Iran. – *World Engineering and Agriculture Science Journal*, 3:17–21.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., Dicky, D.A. 1997. Principles and procedures of Statistics. Biometrical Approach. – 3<sup>rd</sup> Ed. McGraw Hill Book Cooperation International, New York, pp. 400–428.
- Stepan, R.P., Prasad P.V., Sunita, K., Giri, S.N., Reddy, K.R. 2004. Influence of high temperature and breeding for heat tolerance in cotton. – *Agriculture Science International*, 93:313–323.
- Usman, K., Ayatullah, Khan, K., Khan, S.S. 2016. Genotype by sowing date interaction effects on cotton yield and quality in irrigated condition of Dera Ismail Khan, Pakistan. – *Pakistan Journal of Botany*, 48:1933–1944.

## AKADEEMILISE PÖLLUMAJANDUSE SELTSI 2016. AASTA TEGEVUSARUANNE

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

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

Seltsi ridades oli aruandeperioodi lõpul 225 liiget. Aktiivseid liikmeid on ligikaudu paarkümmend, mida võime järeltada nii tasutud liikmemaksude kui ka koosolekutel ning temaatilistel üritustel osalemise alusel. Seltsiliikmeid võeti vastu üks (Marge Malbe). Seltsi liikmeskonnast arvati välja üks liige isikliku sooviavalduse alusel. Seoses manalateele minekuga arvati seltsi liikmete hulgast välja kaks persooni.

2016. aastal toimus neli seltsi eestseisuse koosolekut ja üks üldkoosolek. Eestseisuse koosolekute peamiseks teemaks on jätkuvalt seltsi tegevuste ja ürituste planeerimine. Oluline teema mitmel koosolekul oli seltsi medali loomine (eestseisuse liige Ants Bender koostas statuudi). Seltsi president võttis ühendust krahv Bergi järeltulijatega Kanadas (Sylvia Alexa von Berg). Eestseisus tegi presidendile ülesande erinevate organisatsioonidega läbi rääkida antud küsimuses. Jätkuvalt pole lahenenud seltsi ruumi küsimus. Seltsi raamatukogu on ajutiselt deponeeritud EMÜ tehnikainstituudi ruumidesse. Samuti oli eestseisuse koosolekutel kõne all koostöö valdkonnas tegutsevate institutsioonidega (Eesti Põllumajandusmuuseum, Jaan Tõnissoni Selts, Eesti Maaülikool, jne). Alustamise koostööd Konstantin Pätsi Seltsiga, mida veab Elle Lees, kavas riigimeeste taludele pühendatud konverentsid. Eestseisusele teeb muret uute liikmete vähesus.

20. jaanuaril toimus Eesti Põllumajandusmuuseumi eestvedamisel teadusajaloo päev "Hõbekepp, kuld-nupp". Seltsiliikmetest osales Eesti Taimekasvatuse Instituudi vanemteadur Ants Bender. Teadusajaloo päeval osales üle 30 inimese, kaasa arvatud seltsiliikmed.

22. veebruaril toimus K. E. von Baeri maja saalis Eesti Vabariigi 98. aastapäevale pühendatud kontsert-aktus. Pidupäevakõne pidas ajaloodoktor Ago Pajur teemal "Eesti riigi sünd ja Tartu". Muusikalise etteastega esines Matti Orav kitarril. Osales 13 liiget.

30. märtsil toimus aasta esimene ettekandekoosolek EMÜ Tehnikamajas. Kõneles Eesti Kirjandusmuuseumi assistent ning maaülikooli doktorant Raivo Kalle teemal "Kuidas saarlased tajuvad looduskeskkonna muutust". Kalle tegi ülevaate kuidas inimesed tajuvad oma elueal looduskeskkonna muutust ja kuidas nad seda kirjeldavad. Osales 8 liiget.

4. mail toimus EMÜ Tehnikamajas aasta teine ettekandekoosolek teemal "Eesti fosforiidist: võimalused ja ohud", ettekandja Tartu Ülikooli geoloogia ja mineraloogia professor Kalle Kirsimäe. Osales 13 liiget.

11. mail toimus Eesti Põllumajandusmuuseumis foorum "Põllumajanduse ja maaelu arengud möödunud kümnenditel ning vaade tulevikku". Foorumist võtsid aktiivselt osa ka seltsiliikmed.

3. juunil toimus APS-i teaduskonverents "Toit ja toidu tootmine" ning aastakoosolek. Lisaks teadlastele esinesid sõnavõtuga riigikogu liige Artur Talvik ja Kehtna Mõis OÜ juhatuse esimees Märt Riisenberg. Konverentsile järgnes aastakoosolek, kus seltsi president dotsent Marko Kass ja asepresident dotsent Peep Piirsalu esitasid tegevusaruande. Agraarteaduse peatoimetaja tegi ülevaate toimetuse tööst. Revisjonikomisjoni aruande esitas pm-mag Avo Toomsoo. Üldkoosolek kinnitas revisjonikomisjoni aruande. Seltsi president teatas varem, et loobub seltsi juhtimast. Osales 40 liiget.

3. juulil osales seltsi president Tartu Raadi kalmistul Tõnissonide suguvõsa hauaplatsil mälestushetkel ning Jaan Tõnissonile ja 1941. aasta suve traagilistele sündmustele pühendatud ettekandekoosolekule Tartu Kirjanduse Majas (Vanemuise 19).

17. juunil toimus APS-i 95. aastapäevale pühendatud kogumiku esitlus EMÜ Tehnikamajas. Kogumikule kirjutas saatesõna president Arnold Rüütel. Koostajate sõnavõttud kogumiku koostamisest. Tegijad tänasid toetajaid ja annetajaid. Juubeli kogumik võtab kokku seltsi tegevuse asutamist kuni tänapäevani. Osalejaid oli 21.

17. augustil osales seltsi president seltsi asutaja liikme ja endise peaministri presidendi ülesannetes Tõnis Kinti mälestamisel Metsakalmistul ning temale pühendatud postmargi esitlusel Maaeluministeeriumi suures saalis.

31. augustil toimus APS-i väljasõit Pärnumaale. Kavast oli Toris tegutseva OÜ Matogardi külastus ning tutvumine ettevõtte toodanguga. Osaleti vaba Eesti päeva tähistamisel Eesti Sõjameeste mälestuskirikus ning toimus aupresident Heldur Petersoni juhtimisel ringkäik Tori Hobusekasvanduses. Piknik Lahmuse mõisa aias. Päeva lõpus külastati seltsi asutajaliikme Tõnis Kinti kodutalu Lahmuse külas, asetati sümbolne pärg ja süüdati küünal kunagise riigimehe mälestuseks.

5. oktoobril toimus aasta kolmas ettekandekoosolek "130 aastat kodumaist tõuaretust", ettekandja seltsi aupresident Olev Saveli. Osalejaid oli 16.

23. novembri toimus Eesti Põllumajandusmuuseumis kaunviljade päev "Maast aga tõuseb mannerpuu". Päevast võtsid osa ka seltsiliikmed.

23. novembril toimus Baeri majas aasta neljas ettekandekoosolek "Kliima, muld ja maaparandus". Ettekandega esines geograafiadoktor Lembit Int. Osales 14 seltsiliiget.

7. detsembril toimus APS-i aastalõpukoosviibimine EMÜ Polli Aiandusuuringute Keskuses. Ülevaate Polli Aiandusuuringute Keskusest tegi Piia Pääso. Teadusliku ettekandega kärntõvekindlate õunapuusortide aretamisest tegi seltsiliige ja vanemteadur Toivo Univer. Ringkäigu tutvumaks kompetentsikeskuse tehnoloogia ja analüüsiüksustega viisid läbi Uko Bleive ja Hedi Kaldmäe. Pidulik õhtueine presidendi aastalõputervituse ja seltsiliikmete sõnavõttudega toimus Karksi-Nuia kohvikus Heim. Osales 34 liiget.

2016. aastal andis seltsi teadusajakirja Agraarteadus / Journal of Agricultural Science toimetuse välja kaks numbrit. Toimetusse kuuluvad Maarika Alaru, Ants-Hannes Viira, Brian Lassen, Toomas Orro, Evelin Loit, Oliver Sada ja Marko Kass, peatoimetaja on Alo Tänavots. Tehniline toimetaja on Irje Nutt. Ajakiri on

lugejatele kättesaadav nii paberkandjal kui veebiajakirjana. Paberkandjal tellivad ajakirja suuremate ülikoolide raamatukogud, rahvusraamatukogu ja üksiktelijad. Tegevuse tutvustamiseks loodi lehekülj sotsiaalmeediavõrgustikus Facebook.

Jätkuvalt tegutseb seltsi loomakasvatusealane oskussõnade toimikond koosseisus seltsi aupresident prof Olev Saveli, seltsi asepresident dots Peep Piirsalu, prof Olav Kärt ja seltsi eestseisuse liige Alo Tänavots. Loomakasvatuse terminite andmebaas on kättesaadav <http://term.eki.ee/termbase/view/8243774/> ning toimikond täiendab seda jooksvalt. Lisaks tegutseb mesinduse töörühm, mida veab Antu Rohtla.

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

Presidendi aruanne seltsi aastakoosolekul 18. mail 2017.

Marko Kass  
president

Heli Kiiman  
sekretär



## 70 AASTAT TAGASI ASUTATI LOOMAKASVATUSINSTITUUT (ELVI)

Seitsekümmend aastat tagasi asutati meie loomakasvatuse ees seisvate küsimuste kompleksseks uurimiseks Eesti Teaduste Akadeemia süsteemis Loomakasvatuse ja Veterinaaria Instituut (1. jaanuar 1947), direktoriks veterinaariadoktor Ferdinand Laja.

Instituudi organiseerimist tuli direktoril alustada peaaegu tühjalt kohalt. Loomakasvatuse ja veterinaariaalased katseasutused olid sõja ajal hävinud või lakanud töötamast, nende kaader oli laiali läinud. Seepärast asusid enamiku instituudi allüksuste juhatajatena koha-kaasluse alusel tööle Tartu Riiklikus Ülikoolis põllumajandus ja loomakasvatusteaduskonnas töötavad teadlased ja õppejõud. Instituudi esimesteks katsebaasideks saadi Piistaoja (Vändra) katsejaam ja Tähtvere katsebaas.

Sõjad ja okupatsioonid olid põllumajanduse, sh loomakasvatuse, põhjalikult laostanud, seetõttu oli esmaülesandeks selgitada, mis on alles ja millises seisus on veise-, sea-, lamba- ja hobusekasvatuse tõuressursid, nende paiknemine, arvukus ja väärtus; milline on söödabaasi olukord. Sellel perioodil kujunesid peamisteks uurimistöö vormideks ekspeditsioonid. Tehtud töö tulemusena fikseeriti tõuaretuse olukord ja selle alusel töötati välja tõuaretussüsteemid kõigile loomaliikidele. Veisekasvatusalane materjal esitati monograafiates eesti punase ja eesti mustkirju veisetõu kohta.

1956. a viidi põllumajandusliku profiiliga instituudid põllumajandusministeeriumi alluvusse. Eesti NSV põllumajandusministri 27. aprilli 1956. a käskkirjaga moodustati TA Loomakasvatuse ja Veterinaaria ning Hobusekasvatuse Teadusliku Uurimise Instituudi ühendamisel Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituut (ELVI). ELVI direktoriks määrati põllumajanduskandidaat Adolf Mölder (Lenini-nim Üleliidulise Põllumajandusteaduste Akadeemia akadeemik, põllumajandusdoktor, professor), kes juhtis instituuti kuni oma surmani 1976. a. Sama aasta augustis kinnitati instituudi struktuur, mis nägi ette peale juhtkonna ja admin-majanduspersonali kuus teadusosakonda, ühe labori ja kaks katsemajandit. Teadusdirektoriks määrati põllumajanduskandidaat Artur Vask, teadussekretäriks Tiit Kristal ning osakondade ja laboratooriumide juhatajateks tõuaretusosakonnas Kristjan Jaama, söötmis ja söödatootmisosakonnas Heino Väljaots, mehhaniseerimisosakonnas Jaan Armolik, veterinaariaosakonnas Oskar Plaan, ökonoomikaosakonnas Hugo Polna, piimanduse, biokeemia ja füsioloogia laboris Paul Arandi. Vändra katsejaama ja majandi direktoriks nimetati Edgar Keevallik ning Tähtvere katsemajandi direktoriks Reino Ahven. Grupi juhtideks määrati vastavalt väikelooma-, veiste ja hobuste grupis Vambola Laanmäe, Leo Vaher ja Otto Nuut. Kunstliku seemenduse laborit hakkas juhatama Ando Vasari.

Instituut oli pidevalt arenev teadusasutus, kus tegevuse põhisuunad seati küll vastavalt partei ja valitsuse otsustega, kuid nende piires oli siiski instituudil

võimalus oma teematikat formuleerida ja teha vajalikke struktuurimuutusi.

Omaette etapi instituudi ajaloos ja uurimistemaatika kujunemises moodustas periood, mil direktor A. Mölder rakendas oma ideid veiste aretuses ja veisekasvatuses üldse. Instituudi 25. aastapäeva puhul kirjutatud artiklis ta märgib, et 25 aasta jooksul on instituudis uuritud kõiki loomakasvatustarvitusi: veise-, sea-, linnu-, lamba- ja hobusekasvatust. Kesksel kohal on aga alati olnud meie peamise loomakasvatustarvitus – veisekasvatuse arendamise probleemid.

1956. a tehti ka ELVI-le ülesandeks kunstliku seemenduse rakendamine vabariigis. Loodi kunstliku seemenduse laboratoorium, millest kujunes 1980. a sigimisbioloogia osakond. Laboratooriumi või osakonda on juhatanud Ando Vasari, Olev Saveli, Ilmar Müürsepp ja Ülle Jaakma. Organiseeriti kunstliku seemenduse jaamad: Tartu 1956, Viljandi ja Rakvere 1957, Tallinna ja Väimela 1958, Tori ja Märjamaa 1959, Kõljala ja Putkaste 1960. Osakonna töö tulemusena (arendaja Georg Frorip) mindi üle täielikult sügavkülmutatud sperma kasutamisele, mis märgatavalt suurendas meetodi aretuslikku efekti. Osakonnas arendati välja uus biotehnoloogiline meetod – embrüosiirdamine ja selle juurutamine Eestis (Ilmar Müürsepp, Ülle Jaakma, Avo Kallas, Jevgeni Kurökin jt).

Tähtsaks probleemiks tõusis kunstliku seemenduse jaamade komplekteerimine väärtuslike sugupullidega, st järglaste järgi hinnatud pullidega. Toetudes Skandinaaviamaade, eeskätt Taani kogemustele töötas direktor A. Mölder koos oma kaastöötajatega välja Eestile sobiva pullide järglaste järgi hindamise süsteemi. Seemendusjaamade pullide aretusväärtuse hindamiseks moodustati osa katsemajandite baasil veiste jõudluspärilikkuse katsejaamad ning hiljem ka noorpullikasvandused.

Jõudluspärilikkuse katsejaamades pullide hindamine oli oma ajastu meetod. Seal oli vaja minna täiuslikumate ja usaldusväärsemate pullide (isasloomade) järglaste järgi hindamise meetoditele, mida võimaldasid veiste pidamistingimuste paranemine, piimajõudluse suurenemine ja arvutustehnika kasutamine andmete kogumisel ja töötlemisel. Selleks moodustati instituudi juurde arvutuskeskus (andmetöötlusosakond) Hillar Vallneri organiseerimisel.

Instituudis hakati koguma karja jõudluskontrolli algandmeid, et neid korrastada, töödelda ja avaldada. Karja jõudluskontrolli parendamiseks koostas Helmut Idarand (1969, 1981, 1993) jõudluskontrolli rakendamise metoodilised juhendid. Alates 1962. a koostati 33 aasta jooksul veiste jõudluskontrolli aastaraamatute käsikirjad ELVIs ja need avaldati trükis (Artur Vask, Leo Vaher, Helmut Idarand, Laine Schneider).

Veisekasvatuse osakonda (aretusosakonda) on juhatanud Ants Ilus, Adolf Mölder, Leo Vaher, Helmut Idarand, Eha Loka. Osakonna juures töötas ka veiselihauurimise sektor (Mai Kuresoo, Aigar Suurmaa). 1960.

aastatel moodustati täiesti iseseisva üksusena verefaktorite uurimise (immunogeneetika, geneetika) labor. Labori organiseerimise juures oli eestvedaja Leo Vaher, edasised juhatajad olid Tiiu Õkva ja Haldja Viinalass. Lisaks uurimistööle kasutati ja kasutatakse labori teenuseid põllumajandusloomade põlvnemise õigsuse kontrolliks. Labor töötab praegugi Eesti maalikooli koosseisus.

Mehhaniseerimisosakond asus Märjal. Osakonna põhiülesandeks oli farmide tootmisprotsesside täiustamine. Mehhaniseerimisosakonna juurde loodi 1961. a eksperimentaaltöökoda koos konstruktorite grupiga. Selle baasil moodustati 1965. a isemajandav Eri-konstrueerimisbüroo (EKB, direktorid Viktor Rajevski, Olev Vutt; teadusala asedirektorid Mart Kuiv, Heiki Kuigo, osakonna juhataja ja peaspetsialistid Pavel Bogdanov, Heino Kask, Ants Liivakant, Raivo Soonsein, Henn Teetsov), mille eesmärgiks oli töötada välja terviklikud tehnoloogilised ja tehnilised lahendused ning need sobitada ehituslike võimalustega loomakasvatufarmides.

Biokeemia ja füsioloogialaboris, edaspidi söötmise ja söötade uurimise osakond, lahendati söötmisalaseid probleeme, mille hulka kuuluvad söötmisnormid, -programmid, söötade koostis ning toiteväärtus jm. Analüüsiiti söötade keemilist koostist, mille tulemused avaldati trükis. 1965. a likvideeriti iseseisev söötmisosakond, töö jätkus loomaliikide osakondades, kusjuures söötmise üldiste probleemide ja veiste söötmisega tegelevad teadlased koondati kesklabori uurimisgruppi. Söötmisalaseid üksusi on juhatanud Ants Ilus, Mart Lihu, Virve Karis, Evald Pedak ja Helgi Kaldmäe.

Olulise tõuke piimandusala uurimistöö elavnemiseks andis 1961. a piimanduse labori moodustamine iseseisva üksusena, mille baasil loodi piima rasva ja valguanalüüside labor, mis on hilisema jõudluskontrollikeskuse üks osa. Uute piimaanalüsaatorite kasutuselevõtt 1970. aastatel võimaldas määrata kõigil suurfarmi lehmadel piima rasva ja valgusisalduse kõrval ka somaatiliste rakkude arvu. Laboratooriumi uurimistöö põhisuund on olnud madala bakterite üldarvuga piima tootmisele teaduslikult põhjendatud soovitude andmine, efektiivsete lüpsi ja piimainventari pesemisdesinfitseerimisainete väljaselgitamine ja täiustamine ning sellesisuliste trükiste väljaandmine. Juhatajatena on tegutsenud Arvi Olkonen ja Merike Henno, pika-aegne teadur oli Elmar Must.

Iseseisva laborina töötas ka alates 1974. aastast biopreparaatide laboratoorium (Peeter Margus, Neeme Kampus).

Kogu aeg oli instituudi koosseisus veterinaariaosakond (juhatajad Oskar Plaan, Juhan Velleste, Jüri Kumar ja Hubert Raid). Osakonnas oli 1969. a neli laborit: mikrobioloogia (Voldemar Tilga), viroloogia (Endel Aaver), parasitoloogia (Oskar Plaan, Arvid Kaarma) ja mastiitide labor (Juhan Velleste, H. Raid). 1984. a liideti osakonnaga mittenakkavate haiguste labor (Jüri Kumar). Osakonnas töötasid nimekad teadlased veterinaaridoktorid Olga Martma ja Karl Tähnas. Osakonna uurimistemaatika on lähtunud Eesti

loomakasvatuse praktilistest vajadustest: on täiustatud ja kohandatud Eesti oludele diagnostika ja tõrjebabinõusid nende nakkus-, parasitaar- ja ainevahetushaiguste suhtes, mis olid Eestis levinud ning takistasid oluliselt siinse loomakasvatuse arengut ja loomadega tehtavat tööaretustööd.

Katsemajandite arvu suurenedes tekkis tarvidus koordineeriva osakonna järele. 1960. a moodustati katsemajandite ja teaduse saavutuste juurutamise osakond. Kauaaegsemad juhatajad olid Valter Pilv ja Toomas Vain katsemajandite alal ning Hubert Raid ja Heino Pettai juurutamise osas. Juurutamise osakonna kaudu toimus instituudi kirjastustegevuse, konverentside, seminaride, nõupidamiste korraldamine. Osakonnas tegeldi ka ökonoomika ja keskkonnakaitsealaste uurimistega (Karl Annuk, Valjo Masso, Lembit Int).

1969. a loodi seakasvatuse osakond (juhatajad Vambola Laanmäe ja Kalju Eilart) järgmiste üksustega: sigade kunstlik seemendus (Toomas Vain), söötmissektor (Leo Nigul) ning sealihaga söötade uurimise labor (Kalju Eilart). Seakasvatuse osakond asus Kehtnas, kuhu juba eelnevatel aastatel oli ehitatud rühmasulgudega kontrollsigalad, kus tehti sigade söötmis- ja pidamiskatseid. Kontrollnuuma tulemused avaldati trükis.

Lambakasvatuse osakonna asukohaks sai varsti pärast moodustamist Orumäe sovhoos, mis hiljem seoses Puka sovhoosi liitumisega nimetati Puka sovhoosiks. Osakonna juures töötas ka kootud esemete abiettevõte. Osakonna juhatajaks oli alperioodil Kristjan Jaama, Orumäel Heino Kees ning 1970–1993 Eerik Müts.

Mitme asutuse ühendamisel moodustus 1958. a Kurtina Linnukasvatuse Katsejaam (direktorid Almine Mõöl, Natan Mõöl, Aksel Turp), mille juures töötas ka linnukasvatuse osakond. Osakonna uurimistemaatika hõlmas põhiliselt muna- ja lihakanade, kanabroilerite ja hanede kasvatuse küsimusi. 1969. a alustas tööd linnukasvatuse osakonna juurde kuuluv jõudluskontrollikanala Kehtnas Leida Laanmäe juhatusel.

Kalakasvatuse osakond hakkas instituudis tööle 1963. a ja oli ainsaks Eesti teaduskeskuseks, kus tegeldi otseselt kalakasvatuse uurimisega. Osakond paiknes Ilmatsalus, kuhu rajati ka kalakasvatuse katsejaam. Osakonda juhatasid pikemat aega (1972–1990) Mare Puhk ja edaspidi Tiit Paaver.

Pärast akadeemik A. Mölderit surma juhtis 18 aastat ELVI tööd direktorina akadeemik, bioloogiadoktor professor Elmar-Ants Valdmann. Ka E. Valdmanni direktoriks oleku ajal toimusid muudatused instituudi struktuuris, kusjuures suurenes ka kogu vabariigi põllumajandust teenindavate isemajandavate üksuste arv. Tegelikult aretustöö ja aretusala uurimistöö paremaks korraldamiseks ning selle koordineerimiseks teiste asutustega moodustati 1980. a instituudi koosseisuliste üksuste baasil veiste aretuskeskus, kuhu kuulusid aretusosakond koos immunogeneetika laboriga, sigimisbioloogia osakond ning isemajandavad piimauurimise ja andmetöötluse osakond. Aretuskeskuse juhatajateks olid Aigar Suurmaa ja Vambola Wilson.

Instituudi teadlaste uurimistöö tulemustega on võimalik tutvuda trükiste kaudu. Uurimusi publitseeriti teaduslike tööde kogumikes, raamatutes, brožüürides ja ajakirjades. Sellealase tegevuse korraldaja oli pikka aega Meinhard Karelson.

Teadlaskaadri kasvatamiseks avati 1948. aastal aspirantuur ja teaduskraadide vormistamisele aitas kaasa instituudi juures 1967–91 töötanud kandidaadi väitekirjade kaitsmise erialanõukogu, kus kandidaadi-diplomi sai kokku 270 dissertanti, nende hulgas 91 eesti teadlast.

1967. aastal sai instituut Tööpunalipu ordeni ja 1976. aastal omistati instituudile A. Mölder'i nimi. Sisuliselt lõpetas ELVI oma eksisteerimise 1. juunil 1995. a, kui

põllumajandusministri käskkirjaga ühendati Eesti Põllumajandusülikooli loomakasvatusteadusliku (EPA zootehnikateaduskonna järglane) Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudi loomakasvatusalase uurimistemaatikaga seotud osakonnad. Reorganiseeritud asutuse nimeks sai Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatusteadusliku instituudi direktoriks professor Olav Kärt.

Kirjandus: Loomakasvatusteadusliku instituudi 1947–1997. 1997. Koost. E. Lokk. Eesti Põllumajandusülikool. – Tartu, 76 lk.

pm-knd Eha Lokk

## AKADEEMIK HANS KÜÜTS – 85



Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi auliikmel (valitud 2000. a) ja elutööpreemia laureaadil (2002) Eesti Teaduste Akadeemia ainsal põllumajanduse eriala akadeemikul Hans Küütsil täitub 20. detsembril 2017 85 eluaastat. Ta on Põlva maakonnas Suuremetsa külas sündinud, Rasina põhikooli, Tartu I Keskkooli ja Eesti Põllumajanduse Akadeemia (1956. a *cum laude*) lõpetanud õpetatud agronoom, kes tegi oma väärika elutöö Jõgeval: algul teaduri-sordiaretaja (1958–1964) siis aretusosakonna juhataja (1964–1973) ja kauaaegse direktorina (1973–1998). Aastatel 1998–2015 töötas veel osalise tööajaga vanemteadur-konsultandina aidates kaasa asutuse juhtimise üldküsimustes ja odra sordiaretuse rühma töös.

Teraviljakultuuride sordiaretajaks õppis Hans Küüts Rootsis Svalöfi Aretusinstituudis (1969–70). Sealnähtu ja õpitu ning kolleegide juures kogetu võttis kokku raamatutes "Odra sordiaretuse uuemad meetodid Rootsis" (Tln., 1971, 152 lk) ja "Kaera ja odra sordiaretus ning seemnekasvatuse Soome's" (Tln., 1974, 48 lk). Praktilises sordiaretuses tehtule tagasi mõeldes meenuvad odrasordid 'Toomas', 'Miina', 'Esme', 'Liisa', 'Elo', 'Teele', 'Anni', 'Viire', 'Leeni' ja 'Maali'. Seitsmel esimestena märgitud on Hans Küüts peamine, ülejäänutel kaasautor. Tema või tema kaasabil loodud odra aretusmaterjali on praegugi veel Jõgeval katsetustes mistõttu pole välistatud võimalus, et toodud sordinimekiri edaspidi pikeneb. Odra agrotehnika alal kaitses ta (1968) ka teaduste kandidaadi kraadi. Lisaks odra aretamisele on Hans Küüts andnud kaaluka panuse ka kaera ja suvinisu sordiaretuses. Ta on 6 kaerasordi ja 2 suvinisusordi kaasautor.

Hea inglise keele oskus võimaldas tal omal ajal osaleda rahvusvahelises suhtluses. Ta oli esimene eestlane, kes võeti Euroopa Sordiaretajate Ühenduse (EUCARPIA) liikmeks (1974), olnud aastatel 1981–2000 odra ja 1989–1994 kaera geneetika ning sordiaretuse rahvusvaheliste sümposioonide organiseerimiskomitee liige, korduvalt juhatanud rahvusvahelisi sordiaretusalaseid sümposioone ja esinenud ettekangetega. Oli rahvusvaheliselt tuntud, mis võimaldas luua head suhted aretustööks nii vajalikke katsemasinaid ja laboratooriumi aparatuuri tootvate firmadega ja nende omanikega. Teiselt poolt vene keele valdamine, hea suhtlemisoskus ning rakendatud diplomaatavõtted kindlustasid vajalikud ostud ka Moskvapoolse valuutarahaga. Direktoritöö lõpetamisel oli Hans Küüts juhitud Jõgeva Sordiaretuse Instituut üks paremini katsetehnikaga varustatud uurimisasutus mitte ainult Eestis vaid ka kogu Nõukogude Liidus.

Jõgeva Sordiaretusjaama (aastast 1992 instituudi) direktorina kulutas palju energiat asutuse väljaehitamisele. Praegune Eesti Taimekasvatuse Instituut

Jõgeval töötabki põhiliselt neis hoonetes, mis valmisid Hans Küütsi direktorina töötamise ajal. Oli ehitaja ja ehituse kvaliteedi suhtes nõudlik. Selleaegsete ehitusmaterjalide kehvale kvaliteedile vaatamata saavutati tase, mis jäi kõigile suurelt kodumaalt Jõgevat külastama tulnud kolleegidele silma. Arvi Kallase projekteeritud ja Jõgevale ehitatud katsekuivati-laboratoorium oli oma tehnilise lahenduse poolest eeskujuks väljaspool Eestit mitmes teises asutuses valminud analoogse kuivati projekteerimisel ja käiku andmisel.

Tähelepanuvääriv oli Hans Küütsi omaaegne oskus leida andekaid ja töökaid kõrgkoolilõpetajaid sordiaretustöö jätkajaks. See löi eelduse, et asutus jäi suurte muutuste keerises üldse ellu ja teenib Eesti põllumeest tänaseni. Ka enda aretustöö jätkaja kasvas tal välja omast perekonnast. Tütar Ülle on tänaseks odra sordiaretuse alal edukalt kaitsnud doktori kraadi ja on juba mitme uue sordi autor. Kokku on Hans Küüts kasvanud-koolitanud neli last, kellel omakorda on 8 last. Hans Küüts on nüüdseks saavutanud ka vana-vanaisa austava nimetuse.

Pika elu jooksul on Hans Küüts paistnud silma väga mitmesuguste huvidega. Aastatega on nii mõnigi huviala tagaplaanile jäänud, kuid raamatute lugemine ja kalapüük on siiani au sees. Tõsi Peipsil enam nimelist paati pole, kuid lähemal (näiteks Kuremaal) on väiksemaid ahvatlevaid veekogusid olemas. Omandatud oskused ja suur landikollektsioon ei jäta tavaliselt havita.

Akadeemik Hans Küüts tulemuslik töö sordiaretaja ja asutuse juhina ei ole jäänud märkamata ega tunnustuseta. Juba 42-aastasena omistati talle teenelise teadlase aunimetus (1974). Ta on pälvinud (kollektiivi liikmena) kahel korral (1987, 1999) riikliku teaduspreemia, vabariigi president on tunnustanud tema elutööd V klassi Riigivapi ordeniga (1997) ja Jõgevamaa oma vapimärgiga (2006). Rahvusvaheline teadusüldsus on annetanud talle N. I. Vavilovi mälestusmedali (1987). Ta oli pikka aega Rootsi Svalövi Sordiaretuse Instituudi teadusnõukogu välisliikmeks (aastast 1988). Hans Küüts on valitud Eesti Teaduste Akadeemia akadeemikuks (1994), Eesti Põllumajandusülikooli geneetika ja sordiaretuse õppetooli professoriks (aastast 1995 emeriitprofessor), Eesti Agronoomide Seltsi presidendiks (juhtinud seltsi aastatel 1991–1997), Eesti Rukki Seltsi aupresidendiks. Jõgeva vald on valinud ta valla aukodanikuks (1998) ja määranud talle elutöö preemia (2002). Siintoodud tunnustuste loetelu ei pretendeeri kaugeltki täiuslikkusele.

Vaatamata kogunenud aastatele on juubilar hingelt jäänud ikka erksaks, täpseks ja osavõtlikuks kolleegiks, kes suhtleb inimestega endiselt talle omasel energilisel, sütitaval ja sõbralikul kombel. Hinnaline, kuid harva esinev omadus inimesel, kes on veerand sajandit juhtinud edukat teadusasutust ja pälvinud ridamisi suuri tunnustusi.

Õnnitlen kolleegide nimel juubeli puhul ja soovin tugevat tervist ning jätkuvat tegutsemistahet edaspidiseks!

Ants Bender

## MAIA RAUDSEPING – 75



Maia Raudseping on sündinud 13. veebruaril 1942 Jõgevamaal Kurista külas talupidajate perekonnas. Alghariduse sai ta Siimusti Algkoolis ja edasi viis koolitee Jõgeva Keskkooli, mille lõpetas 1960. aastal. Järgmisel aastal asus Maia Raudseping õppima Räpina Aianustehnikumi, mille lõpetamise järel 1965. a asus samasse õppeasutusse tööle algul laborandina ja tunniandjana, hiljem täiskohaga õpetajana. 1965. a asus töö kõrvalt õppima Eesti Põllumajanduse Akadeemia Kaugõppeteaduskonna agronoomia osakonda, mille lõpetas 1971. aastal õpetatud agronoomina. Peale esimese tütre sündi ja elama asumist Jõgevamaale alustas M. Raudseping 1972. aastal erialase tööga (dekoraator-lillekasvataja) Jõgeva näidissovhoosis. Kuid soov teaduslikku tööd teha viis teda 1974. aastal Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi köögiviljanduse osakonda statsionaarsesse aspirantuuri, mille lõpetamise järel 1977. a alustas nooremteadurina ja 1984. a vanemteadurina tööd Jõgeva Sordiaretusjaamas köögiviljade sordiaretuse ja seemnekasvatuse alal. Paljud erialased ja teadustöö kogemused omandas ta töötades kõrvuti staažika köögiviljade aretaja Valve Jaagusega. Nii valmis juubilaril 1994. a dissertatsioon "Agrotehnilised võtted ja spontaanse risttolmlemise võimalikkus aedherne seemnekasvatuses Eestis", mille kaitsmise järel omandas ta filosoofiadoktori (PhD) kraadi. Töö tulemusi sai edaspidi kasutada nii aedherne sordiaretuses kui seemnekasvatuses. Uurides seda teemat edasi, on ta praktikasse rakendanud mitmeid aedherne seemnekasvatuse agrotehnilisi võtteid. Maia Raudseping töötas 36 aastat köögiviljade sordiaretuse ja seemnekasvatuse alal, kust ta 2013. a pensionile

siirdus. Ta on olnud nii kaas- kui peaautoriks paljudele köögiviljasortidele. Nendeks on: aedhernesed 'Valma', 'Herko', 'Erme' ja 'Virges'; aeduba 'Vaia' ja 'Lemmik'; tomatid 'Erk', 'Vilja', 'Terma', 'Varto', 'Maike', 'Valve' ja 'Malle'. Enne pensionile siirdumist jõudis ta välja anda koos aretaja Lea Naritsaga Eestis esimese sojaoa sordi 'Laulema', mille eest autasustati 2017. a Bergi Innovatsiooni preemiaga ning samal ajal juhtis ta projekti "Sojakasvatuse arendamine kõrgeväärtuslike valgutoodete tootmiseks Eestis". Tema juhendamisel on kasvatatud 9 tomatisordi, 5 hernesordi, 2 aedoa, 1 porgandi, 1 redise, 1 sibula ja 1 söödapeedi seemet.

Aja jooksul kujunes M. Raudsepingust teadur-aretaja, kelle kirjatööd on nauditavad paljudes väljaannetes. Temalt telliti ettekandeid nii kodumaistele väljaannetele, teabepäevadele kui ka rahvusvahelistele teaduskonverentsidele. Tulemusliku teadustöö eest autasustati M. Raudsepingut 2007. a Valgetähe teenetemärgiga.

Juubilari elu pole koosnenud ainult õppimisest ja teadustööst. Koos abikaasa Kaleviga ehitati Jõgeva alevikus valmis nägus elamu, mille ümber asjatundlikult planeeritud tarbeaed ja liigirohke maitsekas iluaed. Maia Raudsepingu eeskujuga ja lahke nõuande mõju on märgata ka ümbruses asuvate majade aedades. Kõrget kunstiannet on ta kasutanud oma teise hobi – käsitööga tegelemisel. Teda tunnevad kolleegid kui alati igas olukorras tasakaalukat ja hea nõuga abistajat. Suur aitäh talle selle eest!

Peres on üles kasvatatud 2 tütar, kes elavad juba oma elu ja on kinkinud vanematele rõõmu lastelaste näol. Ka lastesse on vanemad osanud sisendada töökust ja kunstihuvi.

Õnnitleme juubeli puhul ning soovime jätkuvalt tervist ja jõudu kõigis ettevõtmistes, nüüdseks elama asununa oma uude kodusse Pärnus.

Aide Tsahkna

## AIDE TSAHKNA – 70



Ümmarguse verstepostini on jõudnud Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi staažikas liige, kartuli sordiaretaja põllumajanduskandidaat Aide Tsahkna. Sündinud on ta 15. juulil 1947, pärit on Saaremaalt Suure Rootsi külast, Pihtla vallast kaluri perekonnast. On õppinud Vätta algkoolis ja Vaivere 8-kl koolis. Peale põhikooli lõpetamist siirdus õppima Räpina Aiandustehnikumi (lõpetanud 1968), paralleelselt ka Tartu Kaugõppe Keskkooli Räpina konsultatsioonipunkti (lõpetanud 1967) ning Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse (1973). Üliõpilasena Jõgeval praktikal olles jäi töökaaslastele hakkaja, tööd mitte kartva inimesena silma ning ta kutsuti pärast lõpetamist samasse tööle. Töötas esialgu pere ja väikelaste kõrvalt (1973–1984) nooremagronoomi ja vanemagronoomina, omandas agronoomitöö kõrvalt aretajaoskused ning alustas teadusliku uurimistööga. 1984. aastal vormistati ta nooremteaduriks, 1989. aastal edutati vanemteaduriks kartuli osakonna juhatajaks. Selles ametis on tänaseni. Ametnimetust nagu ka Jõgeva sordiaretusametuse enda nimetust on küll mitmel korral muudetud, kuid töö on jäänud ikka endiseks. 1989. a kaitses kandidaadiväitekirja teemal "Kartulisortide ja hübriidide mugulate vigastuste uurimine ja nende sobivus mehhaniseeritud viljelemiseks ENSV-s" ning talle omistati põllumajandusteaduste kandidaadi teaduslik kraad. Selleaegse tava kohaselt tuli väitekirja kirjutada ja kaitsta vene keeles, sest siis peeti seda ainuõigeks teaduskeeleks. Juhendajaks oli põllumajanduskandidaat Alice Anderfeld, kelle töö otseseks jätkajaks võib Aide Tsahknaat õigustatult pidada.

Tema kauakestnud töö põhiolemust iseloomustab teadusteema nimetus: "Keskvalmivate ja hilisepoolsete taimehaigustele ja -kahjuritele vastupidavate kõrge saagi ja kvaliteediga lauakartuli sortide aretamine", mille täitja ja juht ta on kogu aeg olnud. Muidugi on teema nimetus ja finantseerimisallikas olnud pidevas muutumises nii nagu kogu meie põllumajandusteadus ja selle korraldus. Töö tulemuseks on koos kolleegidega aretatud kartulisordid 'Ants' (sordikatsetusse esitamise aasta 1996), 'Mats' (1992), 'Juku' (1997), 'Piret' (2000), 'Maret' (2003), 'Reet' (2007), 'Teele' (2013) ja 'Tiina' (2017). Loetelus väärrib erilist tähelepanu sort 'Maret', mis on tootjani jõudnud teemavälise tööna ja on esimene (ja seni ka viimane) kohapeal aretatud

populaarne varajane kartulisort. Nagu tavaks kaasneb aretajal juba aretatud sortide säilitusaretuse kohustus ning sellega seonduvad sordiagrotehnika ja seemnekasvatuse alased uurimistööd. See valdkond on olnud Aide Tsahkna teadusartiklite tarbeks katseandmete kogumise baasiks. Kokku on ta publitseerinud 102 teadus- ja populaarteaduslikku kirjatööd, millest üks kaalukam on kartuli sordiaretust ja sorte käsitlev peatükk monograafias "Kartulikasvatus" (Tartu, 2002, 560 lk, koostaja J. Jõudu). Olnud kaua aega Jõgeva Sordiaretuse Instituudi ja Taimebiotehnoloogia laboratooriumi EVIKA teadusnõukogu liige. On praktikute seas hinnatud autor, sest lisaks võõrkeelsetele on pidevalt publitseerinud ka eestikeelseid töid kõigile kättesaadavates allikates nagu ajakirjad "Agraarteadus", "Maamajandus", "Maakodu", "Horisont" või "Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised", "Messileht", kohapealsete konverentside kogumikud jne. Euroopa Kartuliuurijate Assotsiatsiooni liikmena osaleb rahvusvahelises koostöös teiste riikide teadlastega, võtab osa teaduskonverentsidest ja publitseerib artikleid ka assotsiatsiooni kogumikes.

On üks vähestest praegu Jõgeval töötavatest teaduritest, kes on kasvatanud enda teadustöö jätkajaks uue inimese. Aide Tsahkna kaasjuhendamisel valmis Terje Tähtjärvel filosoofiadoktori väitekirja teemal "Kartuli sordiresistentsuse ja kartuli lehemädaniku tekitaja populatsiooni uuringud Eesti sordiaretuses", mille edukas kaitsmine Eesti Maailikooli doktorinõukogu ees leidis aset 2016. aastal.

Kauakestnud tulemuslik teadustöö ei ole jäänud tunnustusetu. Aide Tsahkna on pälvinud APS-i aasta-preemia (2001), Põllumajandusministeeriumi hõbedase teenetemärgi (2015), teda on autasustatud Eesti Maa-viljeluse Instituudi ja Jõgeva maakonna aukirjadega ning põllumajandusministeeriumi tänukirjadega (1997, 2008).

Aide ja Matti Tsahkna pere on üles kasvatanud ja koolitanud kaks tüdruku: Kristi ja Anne. Mõlemal on nüüdseks omandatud Eesti Maaülikooli diplomid: Kristil veterinaarmeditsiini ja Annel toiduainete tehnoloogia erialal. Vanavanemate hellust on võimalik jagada kolmele lapselapsele. Räpina vilistlasele kohaselt on rajatud pereelamu ümber eeskujulik koduaed, kus viljapuude ja marjapõõsaste kõrval on hooldatud murul ja värviküllastel lillepeenardel kindel koht.

Jätkugu juubilaril veel kauaks tervist ja energiat teaduspõllul tegutsemiseks!

Ants Bender

**MIHKEL JALAKAS – in memoriam**

19.06.1940–†21.09.2017



Ammuks see oli, kui tähistasime Eesti Maaülikooli kauaegse veterinaarmeditsiini õppejõu ja teadlase, loomaarstiteaduse doktori Mihkel Jalaka väärikat juubelit (vt Agraarteadus 2015, nr 1). Ammuks see oli, kui Mihkel Jalakale omistati Eesti Vabariigi teaduspreemia. Ammuks see oli, kui... *Sic transit vita in aeternum!* – Nõnda möödub elu igavikku!

Mihkel Jalakas tuli ilmale sõjaeelse Eesti Vabariigi ühel viimastest päevadest. Sünnikohaks märgiti Tallinn, kuid perekond elas toona Keilas, kus isa teenis leiba Parkide Valitsuse juhataja asetäitjana. Lapsepõlv jäi keerukasse sõjaaega ja päädis 1947. aastal isa aluseta süüdistamise ja saatmisega aastateks Põhja-Venemaa vangilaagrisse.

Samal aastal astus Mihkel Märjamaa keskkooli esimesse klassi. Hiljem saadeti ta Kose-Lükati Sanatoorsesse Metsakooli, sest oli vahepeal nakatunud pärast sõda laialt levinud kopsutuberkuloosi. Vabal ajal meeldis poisikesel külastada oma sugulaste talu. Seal tekkis sügav huvi ja kiindumus loomade vastu. Seepärast pole sugugi imeks panna, et seitsmeklassilise põhihariduse omandamise järel siirdus ta õppima Vana-Võidu loomakasvatustehnikumi. Seal sai ta suurepäraselt anatoomia õpetajalt Heldur Koolmeistrilt innustust veterinaarmeditsiini radadele asumiseks. 1958. aastal jätkus M. Jalaka haridustee Eesti Põllumajanduse Akadeemias (EPA), kus talle viie aasta pärast ulatati kiitusega loomaarstidiplom. Haruldaselt selge mõistuse ja lahtise käega noormehena oli ta silmapaistev, saades ühena vähestest kogu veterinaariateaduskonna ajaloos viimasel kahel kursusel tavalisest tunduvalt kõrgemat Lenini-nimelist stipendiumi. EPA-perioodil tegeles M. Jalakas sihikindlalt spordiga, omandades klassikalises maadluses imperiaalse NLiidu meistersportlase tiitli.

Pärast EPA lõpetamist 1963. aastal järgnes suhteliselt lühike, mõneti ebastabiilne ajajärk, mil Mihkel Jalakas töötas Viljandi rajooni Mustla sovhoosi peaveterinaararstina, teenis vahepeal Nõukogude armees, edutati seejärel Mustla sovhoosi direktori asetäitjaks. Mõne aasta pärast kutsuti andekas noormees kirurgia ja sünnitusabi kateedri aspirandiks ja 1969. aastal vanemõpetajaks. Sama kateedri baasil moodustatud institutsioonides töötas Mihkel Jalakas ühtekokku ligemale pool sajandit, läbides kõik karjääriredeli astmed vanemõpetajast professorini.

Paraku jäi suure töökoormuse ja perekohustuste tõttu aspirantuur, mis oleks päädinud teaduskandidaadi kraadiga, lõpetamata. Nii töötas Mihkel Jalakas EPA kirurgia ja sünnitusabi kateedri vanemõpetajana tervelt kakskümmend aastat. Alles 1989. aastal sai ta

dotsendi kohusetäitjaks ja aasta pärast dotsendiks, kellena tegutses 2001. aastani ja seejärel veel aastatel 2004–2005. Ega toonagi kõik probleemideta kulgenud. Vahepeal oli taas karmilt hakatud nõudma teaduskraadi olemasolu, nõnda tuli Mihkel Jalakal aastatel 2001–2004 pidada erakorralise lektori ametit. 2005. aastal sai ta 65. aastaseks, mis oli noil aastatel seadustatud õppejõu töötamise piirvanuseks. Seepärast sai igati elujõulisest ja uute teadmiste himulisest mehest kolmeks aastaks erakorraline vanemteadur. Alles vanusepiirangu kaotamise järel valiti teadlane viieks aastaks Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi sigimisbioloogia osakonna professoriks. Aastast 2013 töötas ta samas osakonnas peaspetsialistina.

M. Jalakas on õppejõu ameti kõrval tegelenud mitmesuguste institutsioonide töö juhtimisega. Aastatel 1993–1998 juhatas ta teaduskonna loomakliinikut, tegutses lühemat aega kirurgia ja sünnitusabi kateedri ning sünnitusabi õppetooli juhatajana, samuti loomaarstiteaduskonna prodekaanina. Kadunu osales mitme erialase ja erialalähedase seltsi töös (Eesti Loomaarstlik Ühing, Akadeemiline Põllumajanduse Selts, Tartu Põllumeeste Selts). Ta oli Vabariigi Ravimi-ameti veterinaaravimite registreerimise komisjoni liige. Mihkel Jalakas kuulus üliõpilaskorporatsiooni *Fraternitas Tartuensis* vilistlasperre.

M. Jalakas on autoriteetne, väga nõudlik, rikkalike detailteadmistega õppejõud. Ta on õpetanud peamiselt sünnitusabi ja günekoloogiat ning sigimisõpetust, samuti ka operatiivkirurgiat ja ortopeediat. Tema selge, kõlava häälega peetud loengud veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse üliõpilastele olid loogiliselt üles ehitatud ja põhjani sisukad ja toetusid praktilisele kogemusele. Kadunu pidas väga lugu heast huumorist.

Juubilariteadustegevus algas juba tudengina. Ta on teinud edukat uurimistööd peamiselt sünnitusabi, günekoloogia ja mastiitide vallas, käsitledes seejuures kollakeha väljapigistamist, emaka- ja udarapõletike diagnoosi ning ravi, väärarendeid raske sünnituse põhjustena, inna sünkroniseerimist, suguelundite verevarustust, vaagna ehitust, sugusekteeritud sperma omadusi jm. Juubilar on võtnud kasutusele rida originaalseid operatsioonimeetodeid, sh ravimite aorti ja arteritesse manustamiseks, emaka amputeerimiseks ning tupe fikseerimiseks. Väga nõudlik oli Mihkel Jalakas terminite täpsel kasutamisel.

Nõnda aastad veeresid ning alles 54 aastana kaitses Mihkel Jalakas edukalt magistriväitekirja ja kümne aasta pärast (2004) loomaarstiteaduse doktori dissertatsiooni, M. Jalaka enda juhendamisel on kaitsnud üks magistri- ja üks doktoritöö.

M. Jalakas on õpiku "Veterinaarsünnitusabi ja günekoloogia" (1979) kaasautoreid, kolmeköitelise "Loomatervise käsiraamatu" (1983–1985) koostajaid ja kaasautoreid ning monograafia "Veise tiinuse ja sünnituse patoloogia" (2006) ainuautor. Kahjuks jäi tal

nägemata koostöös Ülle Jaakmaga koostatud mahuka kõrgkooliõpiku "Veiste sigimine" ilmumine. Mihkel Jalakas on avaldanud ühtekokku üle 80 erialase publikatsiooni.

Juubilar oli tunnustatud loomaarstiteadlasi: 2005. aastal sai ta Eesti Maaülikooli teenetemedali, 2007. aastal omistati talle Riigi teaduspreemia põllumajandusteaduste vallas, 2008. aastal Eesti Loomaarstide Ühingu elutööpreemia ning 2010. aastal põllumajandusministeeriumi hõbedane teenetemärk.

Ei saa jätta märkimata, et Mihkel Jalakas oli ka tubli pereisa. Juba üliõpilasena abiellus ta kursusekaaslase

Rosa Vatiskaga. Perre sündis kolm tütar ja üks poeg, kõik nad said korraliku hariduse. Mihklit jäid leinama viis lapselast ja kaks lapselapselast.

Mälestus andekast teadlased ja õppejõust ning suurepärasest pereisast olgu kustumatu! *Sit tibi terra levis!*

Kolleegide nimel  
Enn Ernits

Foto: Esta Nahkur



**REIN KASK – in memoriam**

16.11.1926–†17.11.2017



Eesti põllumajandusteadust tabas 17. novembril raske kaotus. Päev pärast oma 91-ndat sünnipäeva lahkus meie seast mullateadlane, põllumajandusdoktor Rein Kask. Ta sündis 16. novembril 1926. aastal Tallinnas, kuid oma lapsepõlveaastad veetis Tartumaal (hilisemal Jõgeva-maal) Kudina vallas. Maarja-Magdaleena algkooli lõpetas

1941. a. millele jätkuks õppis Uuemõisa Põllumajandustehnikumis. Lõpetas selle 1945 nooremagronoomina ja jätkas edasiõppimist Tartu Riikliku Ülikooli põllumajandusteaduskonnas – lõpudiplom 1949. aastast.

Üliõpilasena (1947) alustas tööd laborandina tolle-aegses Eesti Teaduste Akadeemia Põllumajanduse Instituudis, kuhu jäi esialgu vanemlaborandina tööle ka pärast ülikooli lõpetamist. Juba 1950. aastal edutati ta nooremaks teaduslikuks töötajaks mullateaduse alal. 1955. aastal valmis Rein Kask esimene väitekiri teemal "Mulla vee-erosiooniprotsessist Eesti NSV-s ja selle vastu võitlemise võimalikest võtetest", mille eduka kaitsmise järel omistati talle 1956. a põllumajandusteaduste kandidaadi teaduslik kraad. Samal aastal asus tööle Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituuti, kus töötas aastatel 1956–1960 teaduri ja vanemteadurina. 1960. aastal valiti Rein Kask instituudi mulla uurimise osakonna juhatajaks. Pingsa töö tulemusena valmis 1973 a. järgmine väitekiri teemal "Eesti NSV põllumajanduskõlvikute agromullateaduslik iseloomustus ja hindamine", mille kaitsmise (1974) järel omistas Kõrgem Atestatsioonikomitee (VAK) talle 1976 aastal põllumajandusteaduste doktori kraadi. Tolleaegse tava järgi oli väitekirja kaitsmine vaevarikas, mitmeetapiline ja aegavõttev. Kulus enne aastaid, kui valminud väitekiri ja selle kaitsmine ka Moskvast lõpliku kinnituse sai. Hiljem on põhjendatud seda dissertandile närvesöövat venitamistaktikat suurte rahaliste raskustega riigis. Kehtis ju kord, mille järgi kraadi omamise järel palk tõusis märgatavalt. Riigis ei suudetud (või ei tahetud) palga maksmise korda muuta, lihtsam oli kraadide väljaandmisega venitada.

Põllumajandusdoktor Rein Kask töötas osakonna-juhatajana aastatel 1960–1988. Siis kadus stabiilsus Eesti teadusasutustes ja nii ka Sakus. Algasid lõputud struktuurimuudatused ja ümberkorraldamised, liitmised ja lahutamised. Selles muutuste veskis töötas Rein Kask sektori juhatajana (1988–1994), agroökoloogia osakonna juhtivateadurina (1994–1996) ja lõpuks vanemteadurina (1996–2001).

Rein Kask on teinud uurimusi muldade süstemaatika ja diagnostika, geneesi, evolutsiooni ja erosiooni, mullaviljakuse ja -kaitse, maa hindamise, põllumaa kasutamise ning mullastiku kaardistamise kohta. On üks NSV Liidu muldade erosiooni kaardi ja monograafia autoritest ning Eesti mullastiku suuremõõtkavalisele kaardistamisele alusepanijaid. Ta on koostanud Eesti maahindamismetoodika ja -hindamistabelid. Avaldanud trükkis üle 300 teadusartikli sh arvukad publikatsioonid Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teadustööde kogumikes, Eesti Geograafia Seltsi aastaraamatutes, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi ajakirjas Agraarteadus jt väljaannetes. Rein Kask on 17 iseseisva väljaande – raamatu või brošüüri – autor või kaasautor. Nimetada võiks siin järgmisi: "Mullastikukaardi koostamine" (1951, koos A. Pihoga), "Eesti NSV muldade määraja (1957), Eesti NSV mullaerimite iseloomustus. Juhend mullastiku kaardistajale" (1960, koos A. Pihoga), "Juhend põllumajandusmaa hindamiseks tsonaalse meetoodika alusel" (1965), "Vene-Eesti mullateaduse sõnastik" (1971, autoreid), "Eesti NSV maafond ja selle põllumajanduslik kvaliteet" (1975), "Mullateaduse õpik" (1976, koostaja ja autoreid), "Teaduslikult põhjendatud maaviljelussüsteem ENSV-s" (1983, autoreid), "Mullateadus" (1987, koos H. Tõnissoniga), "Eesti NSV muldade süstemaatiline nimestik ja lühidiagnostika" (1988), "Eesti mullad" (1996). Loomulikult on igal väljaandel või avaldatud artiklil oma mõju ja tähtsus. Ometi tahaks eriliselt esile tõsta viimati nimetatud raamatut, mis kujutab endast Rein Kase elu jooksul tehtud teadustöö põhjalikku kokkuvõtet. Jõudis see tänulike lugejateni juba ajal, mil põllumajandusteadus oli sattunud kroonilisse alafinantseerimise ajajärku. Vaid tänu põllumajandusministeeriumi kõrgete ametnike (I. Tupits, O. Tamberg) mõistvale suhtumisele leiti selle raamatu väljaandmiseks rahastus. Raamatule annavad hinnalise lisaväärtuse autori enda pildistatud väga kvaliteetsed värvusfotod.

Põllumajandusdoktor Rein Kask oli Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi liige, kellele, tema töist panust põllumajandusteaduse edendamisse arvestades, määrati elutööpreemia (1999) ning aastal 2006 valiti ta seltsi auliikmeks. Rein Kask oli ka kauaaegne Eesti Geograafia Seltsi tegevliige. Eesti impeeriumisse kuulumise ajal on ta olnud Üleliidulise Mullateadlaste Seltsi liige, Üleliidulise Põllumajandusteaduste Akadeemia (VASHNIL) Lääneosakonna maaviljeluse, mullateaduse ja agrokeemia sektsiooni liige ning aseesimees.

Rein Kask mäletame printsiipiaalse teaduslike seisukohtade kaitsjana, oma erialale täielikult pühendunud sihikindla teadlasena, kes oli aga kõige selle kõrval ka tubli pereinimene, kolme poja isa, pidas lugu aiatööst, kalapüügist ja malemängust.

Olgu muld, mida ta ju läbi-lõhki tundis, talle kerge.

PS. Rein Kase elukäik sisaldas ka mõningaid vähetuntud seiksid, mis olid tingitud pöördelistest ajaloolistest sündmustest, millega meie kodumaal tuli silmitsi seista. Okupatsioonid ja mobiliseerimised teise maailmasõja ajal tingisid olukorra, kus normaalse elu jätkamiseks pärast sõda, tuli oma sünniaega dokumentides muuta nii, et see ei tekitaks võõras võimuse

asjatuid küsimusi. Sellest tulenevalt ei olnud Rein Kase tegelik sünniaasta mitte 1928 nagu seisab kõikides pärast sõjaaegsetes dokumentides ja teatmeteostes vaid 1926.

Ants Bender

## PROFESSOR ELMAR HALLER – 110



Elmar Haller (22.11.1907–15.01.1985) sündis Võrumaal Linnamäe vallas Proosu talus. Haridusteed alustas ta Linnamäe vallakoolis, mille lõpetas 1921. aastal ja järgnevalt 1928. a lõpetas Elmar Võru Poeglaste Eragümnaasiumi. Seejärel pärast üheksakuulist sundajateenistust Võru 7. üksikjalaväe pataljonis töötab

mõned aastad isatalus. Talu suurus oli ligi 20 ha. Kasvatati mitmeid kultuure, kuid aukohal oli linakasvatuseks ja töötlemiseks vajaminevad seadmed ise. Ka lapsed rakendati maast-madalast tööle, igauks oma võimete kohaselt. Elmar alustas 8-aastaselt kohusetunde treeningut karjas käimisega ja vastavalt sirmumisele läbis kõik astmed kuni adrapoisini välja.

1930. aasta sügisel astus ta Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonda. Õpingud edenesid hästi ja Elmar vabastati õppemaksust ning tunnistati ka stipendiumi vääriliseks. Õpiaja jooksul täiendas ta oma oskusi Saksamaal Schleswig-Holsteinis, Angelnis, kus ta viibis 1932. aasta kevadest sügiseni talupraktikal. Aktiivne eluhoiak ja tegutsemishimu viis Elmari 1934. a liitumisele üliõpilasseltsiga "Liivika", kuhu oli koondunud "laialdane agronoomide pere". Seal väljakujunenud ja Eestisse jäänud sõpruskond korraldas regulaarselt koosviibimisi ka nõukogude ajal. Iseloomulik oli, et ükski neist ei kuulunud komparteisse, kohale tuldi pidulikus riietuses ja alkohol puudus täielikult. 1935. aastal lõpetas Elmar Haller studiumi ülikoolis kodutalu teemalise lõputööga "Proosu talu organisatsioonikava". Juba ülikoolis õppimise eelviimasel semestril asus ta aastaks ajaks tööle Kuusiku Riigi Põllutöö Katsejaama assistendi-praktikandina, edaspidi aga töötas teadusliku abijõu ja assistendina. Iseseisvat uurimistegevust alustas Elmar Haller Kuusikul 1936. aastal suviteraviljade külviaja selgitamisega. Juba järgmisel, 1937. aastal, ilmus ajakirjas "Põllumajandus" temalt esimene artikkel "Kaerasaake on võimalik tõsta: ülivarajane külv tõstis saaki 28%".

Pärast uue peahoone valmimist 1939. aastal hakkas asutus kandma uut nime – Riigi Põllumajanduse Uurimise ja Katseinstituut. Samast aastast alates käis Elmar Haller end välismaal täiendamas. Taanis tutvus ta põhjalikumalt mikroelementide uurimisega taimede toitumisel, Rootsis täiendas ta teadmisi spektraalanalüüsi alal ja Soomes töötas ta mõnda aega prof Artturi Virtaneni juures steriilkultuuride katsetega.

1940. a alanud Nõukogude okupatsiooni ajal määrati Elmar Haller Kamara riigimõisa baasil loodud Abja riigimajandi direktoriks. Mõni nädal pärast sõja algust ilmusid majandi kontorisse Punaarmee ohvitserid ja olid tigidad, et riigimajandi kari pole sõja eest Venemaale viidud ning nõudsid direktorit. Neli inimest viidi

ära ja lasti hiljem maha. Ka Elmar Haller tunti ära, kuid pääses majast välja. Tema jaoks lõppes majandijuhhi amet punaväelaste tulistamise eest põgenemise, haavata saamise ja varjumisega 1941. a juulis.

Augustist 1945 kuni jaanuarini 1947 oli Elmar Haller Kuusikul instituudi taimekasvatuse osakonna juhataja ning kohakaasluse alusel veel Tartu Riikliku Ülikooli taimekasvatuse kateedris vanemõpetaja. 1948. aasta sügisel, pool aastat enne teist küüditamislainet, ei heidutanud ega kõigutanud Elmar Hallerit NSVL-s alanud "teaduse puhastamine natsionalistlikest elementidest" ja mitmete mõttetute põllumajanduslike kampaaniate pealesurumine. Ta seisis Lössenko, Maltsevi ja muude meie põllumajandusoludele sobimatute ideede leviku vastu Eestis.

Elmar Haller kaitses 19. detsembril 1947 Tartu Riikliku Ülikooli aulas ülikooli nõukogu ees kandidaadiväitekirja "Suviteraviljade külviaegade valik seoses looduslike võimalustega ja selle tähtsus viljade saakidele ning umbrohutõrjele erinevatel mullaliikidel Eestis".

Alates 1. septembrist 1958. aastal asus Elmar Haller tööle Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA) maa-viljeluse kateedri dotsendi ja juhataja ametikohale, kus jätkus tema viljakas teaduslik-, katse- ja õppetöö. Koos väikesearvulise grupi kaastöötajatega aastatel 1958–1965 viis läbi suuremahulise uurimistegevuse, mis koosnes arvukatest põldkatsetest, vegetatsioon- ja tootmiskatsetest. Analüütilise osa tarbeks tehti tuhandeid analüüse, sealhulgas ka biokeemilisi. Nende uuringute tulemuste põhjal kaitses Elmar Haller 1967. aastal doktoritöö "Idanemiskeskonna mõju põllukultuuride saagi kujunemisele". Töö ilmus 1969. a ka omaette raamatuna, milles ta ise võtab oma uurimistöö tulemused kokku nii: "Põllukultuuride (mesika, lutserni, suviteraviljade, hübriidkaalika) saakide sõltumine idanemiskeskonna tingimustest, olles heas kooskõlas idanemisfaasis ilmnevate taime füsioloogiliste ja biokeemiliste näitajatega ning anatoomiliste muutustega, on üldbioloogiline seaduspärane. Põllukultuuride saagikuse määravad eelkõige need kasvutingimused, mis valitsevad mullas seemnete idanemise faasis, eriti selle alguses."

Elmar Haller uuris ja seostas idanemisfaasiga paljusid kasvutegureid, nagu idanemisaegne mulla temperatuuri-, vee- ja õhu- ning toiterezium, mis annavad rahuldava vastuse küsimusele, miks viljasaagid ühel või teisel põllul aastate kaupa laias ulatuses kõiguvad. Doktoritöö kaitsmise järel oli Elmar Haller 1970–1980 aastatel idanemiskeskonna uurimisel jõudnud süva-probleemideni, et selgitada taimes asetleidvad arengud või muutuseid raku ja molekuli tasandil. Idanemiskeskonna mõju edasi uurides saavutas Elmar Haller sel alal rahvusvahelise tuntuse. Vaatamata suletud ühiskonnakorrale, õnnestus tal avaldada välismaal rahvusvahelise kaaluga ajakirjas "Experimental Agriculture" 1983. ja 1984. aastal 2 artiklit, mis leidsid suurt rahvusvahelist

vastukaja temale saadetud paljude kirjade ja hulga-  
tsiteerimiste näol teiste autorite poolt ja näitab Halleri  
teooria on oluline maaviljelusteaduse saavutus Eesti ja  
maailma ulatuses.

Elmar Halleri juhendamisel valmisid ja kaitsti edukalt  
kaks teaduste kandidaadi väitekirja. Teda autasustati

korduvalt aukirjadega, 1966 anti talle Eesti NSV  
teenelise teadlase aunimetus, ta kuulus paljudesse  
teadusalastesse nõukogudesse, ühingutesse ja oli  
hinnatud õppejõud ja publitsist.

Jaan Kuht

**DOKTORIKRAADI KAITSJAD EESTI MAAÜLIKOO LIS 2017. AASTAL  
 THESIS DEFENDERS ESTONIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN 2017**

**KADRI JUST, PKI**

*BEGOMOVIRUS INFECTION IN TOMATO FRUIT  
 BEGOMOVIIIRUSTE INFEKTSIOON TOMATI  
 VILJAS*

**MAILIIS TAMPERE, PKI**

*IMPACT OF SLURRY FERTILIZATION ON NUTRIENT LEACHING AND ON THE ABUNDANCE OF ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES IN AGRICULTURAL SOIL  
 VEDELSÖNNIKUGA VÄETAMISE MÕJU TOITAINETE LEOSTUMISELE JA ANTIBIOOTIKUMI RESISTENTSUSGEENIDE ARVUKUSELE PÕLLUMULLAS*

**LEILA PAZOUKI, PKI**

*EMISSION, GENE REGULATION AND FUNCTION OF TERPENOIDES IN TOMATO (SOLANUM LYCOPERSICUM) AND YARROW (ACHILLEA MILLEFOLIUM)  
 TERPENOIDIDE EMISSOONI FÜSIOLOOGILISED JA MOLEKULAARSED KONTROLLMEHCHANISMID TOMATI (SOLANUM LYCOPERSICUM) JA H. RAUDROHU (ACHILLEA MILEFOLIUM) NÄIDETEL*

**SEYED MAHYAR MIRMAJLESS, PKI**

*ASSESSMENT OF VERTICILLIUM DAHLIAE KLEB. AND SOIL FUNGAL COMMUNITIES ASSOCIATED WITH STRAWBERRY FIELDS  
 MULLA PATOGEENI VERTICILLIUM DAHLIAE KLEB. JA MULLA SEENEKOOSLUSTE ISELOOMUSTAMINE MAASIKAPÕLDUDEL*

**PILLE MEINSON, PKI**

*HIGH-FREQUENCY MEASUREMENTS – A NEW APPROACH IN LIMNOLOGY  
 PIDEVMÕÕTMISED – UUS LÄHENEMINE LIMNOLOOGIAS*

**RAIVO KALLE, PKI**

*CHANGE IN ESTONIAN NATURAL RESOURCE USE: THE CASE OF WILD FOOD PLANTS  
 EESTI LOODUSLIKE RESSURSSIDE KASUTAMISE MUUTUS: LOODUSLIKE TOIDUTAIMEDE NÄITEL*

**ENE TOOMING, PKI**

*THE SUBLETHAL EFFECTS OF NEUROTOXIC INSECTICIDES ON THE BASIC BEHAVIOURS OF AGRICULTURALLY IMPORTANT CARABID BEETLES  
 NEUROTOKSILISTE INSEKTITSIIDIDE SUBLETAALNE TOIME PÕLLUMAJANDUSLIKULT OLULISTE JOOKSIKLASTE PÕHIKÄITUMISTELE*

**KADI PALMIK, PKI**

*EFFECTS OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC PRESSURES AND DISTURBANCES ON THE MACROPHYTES OF LAKE PEIPSI  
 LOODUSLIKE JA INIMTEKKELISTE SURVE-TEGURITE MÕJU PEIPSI JÄRVE SUURTAIMESTIKULE*

**KALEV ADAMSON, MMI**

*DISTRIBUTION AND POPULATION GENETIC ANALYSIS OF THE AGENTS OF INVASIVE NEEDLE AND SHOOT DISEASES OF CONIFERS IN NORTHERN EUROPE  
 INVASIIVSETE OKKA- JA VÕRSEHAIGUSTE LEVIK JA NENDE TEKITAJATE POPULATSIOONIDE VÕRDLEV ANALÜÜS OKASPUUDEL PÕHJA-EUROOPAS*

**SANDRA METSLAID, MMI**

*ASSESSMENT OF CLIMATE EFFECTS ON SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS L.) GROWTH IN ESTONIA  
 KLIIMA MÕJU HINDAMINE HARILIKU MÄNNI (PINUS SYLVESTRIS L.) KASVULE EESTIS*

**REIMO LUTTER, MMI**

*GROWTH DEVELOPMENT AND ECOLOGY OF MIDTERM HYBRID ASPEN AND SILVER BIRCH PLANTATIONS ON FORMER AGRICULTURAL LANDS  
 KESKEALISTE HÜBRIIDHAAVA- JA ARUKASE-ISTANDIKE KASVUKÄIK NING ÖKOLOOGIA ENDISTEL PÕLLUMAJANDUSMAADEL*

**MEELIS TEDER, MMI**

*THE ROLE OF INSTITUTIONAL INNOVATION IN THE DEVELOPMENT OF THE ESTONIAN FOREST SECTOR  
 INSTITUTIONAALSE INNOVATSIOONI ROLL EESTI METSASEKTORI ARENGUS*

**NELE NUTT, MMI**

*THE PERCEIVABLE LANDSCAPE A THEORETICAL-METHODOLOGICAL APPROACH TO LANDSCAPE  
 TAJUTAV MAASTIK TEOREETILIS-METODOLOOGILINE KÄSITLUS MAASTIKUST*

**TIIA DRENKHAN, MMI**

*INTERACTION BETWEEN LARGE PINE WEEVIL (HYLOBIUS ABIETIS L.), PATHOGENIC AND SAPROTROPHIC FUNGI AND VIRUSES  
 HARILIKU MÄNNIKÄRSAKA (HYLOBIUS ABIETIS L.) SEOS PATOGEENSETE JA SAPRO-TRIOOFSETE SEENTE NING VIIRUSTEGA*

**EVELIN JÜRGENSON, MMI**

*IMPLEMENTATION OF THE LAND REFORM IN ESTONIA: INSTITUTIONAL ARRANGEMENT, SPEED OF IMPLEMENTATION AND LAND PLOT FRAGMENTATION*

MAAREFORMI ELLUVIIMINE EESTIS: INSTITUTIONAALNE KORRALDUS, ELLUVIIMISE KIIRUS JA MAADE TÜKELDATUS

**ANNE PÕDER, MSI**

*THE SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS OF ENTREPRENEURSHIP IN ESTONIAN RURAL MUNICIPALITIES*

ETTEVÕTLUST MÕJUTAVAD SOTSIAAL-MAJANDUSLIKUD TEGURID EESTI VALDADES

**ANNA PISPONEN, VLI**

*LACTOSE CLUSTERING AND CRYSTALLISATION – EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PURE SOLUTION AND RICOTTA CHEESE WHEY*

LAKTOOSI KLASTERDUMINE JA KRISTAL-LISEERUMINE: PUHTA LAKTOOSI LAHUSE JA RICOTTA JUUSTU VADAKU EKSPERIMENTAALUURING

**AIMAR NAMM, VLI**

*EXPRESSION OF BMP AND PAX PROTEINS IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF HUMAN AND RAT EMBRYOS AT EARLY STAGES OF DEVELOPMENT*

BMP JA PAX SIGNAALMOLEKULIDE AVALDUMINE INIMESE JA ROTI EMBRÜOTE KESKNÄRVISÜSTEEMI VARAJASTEL ARENGU-ETAPPIDEL



