



TEADUSELT

MAHEPÕLLUMAJANDUSELE

Konverentsi toimetised
2017

Teaduselt

mahepõllumajandusele

Konverentsi
„Mahepõllumajandus ja keskkond“
toimetised

Tartu 2017

See on kolmas mahetootjatele suunatud eelretsenseeritud artiklite kogumik. Toimetised antakse välja mahekonverentsi raames ja selles tutvustatakse aastatel 2014–2017 läbi viidud mahepõllumajanduse alaste uuringute tulemusi.

Konverentsi toimkond:

Elen Peetsmann, Anne Luik, Luule Metspalu

Toimetajad:

Luule Metspalu, Anne Luik, Elen Peetsmann

Kujundus: *Eesti Loodusfoto*

Kaanefoto: *Eha Kruus*

Väljaandja: *SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, 2017*

ISSN 2585-5662

Sisukord

- 6 Mahetootmine muudab põllumajanduse kestlikumaks**
Anne Luik, Luule Metspalu
- 9 Viljelusviisi mõju talinisu tähtsusetadele ja jahusaagile**
Maarika Alaru, Liina Talgre, Viacheslav Eremeev, Anu Riisalu, Evelin Loit, Anne Luik
- 15 Polüfenoolide sisalduse ja antioksidantsuse muutused mahe- ja tavatomatite küpsemisel**
Dea Anton, Ingrid Bender, Mati Roasto, Tõnu Püssa
- 19 Kimalasperede areng sõltub suurel määral korjevõimaluse olemasolust ja vähem ümbritsevast taimekooslusest**
Anna Bontšutšnaja, Risto Raimets, Sigmar Naudi, Reet Karise
- 24 Raskmetallide sisaldus Eesti mereadrus**
Liina Edesi, Gerda-Käddi Alting, Valli Loide, Elina Akk, Tiia Kangor, Taavi Võsa, Kaspar Vulla
- 29 Kartuli kasvatamise mõju mulla toitainete sisaldusele maheviljelussüsteemide võrdluskatses**
Viacheslav Eremeev, Jaan Kuht, Berit Tein, Liina Talgre, Maarika Alaru, Evelin Loit, Anne Luik
- 34 Kartulimardika fenoloogia ja arvukuse dünaamika erinevatel aastatel**
Külli Hiisaar, Viacheslav Eremeev
- 40 Ettevaatust – ohtlik tomativiirus!**
Kadri Just, Anders Kvarnheden, Anne Luik
- 45 Viljelusviisi mõju herne (*Pisum sativum*) umbrohtumusele ja saagikusele**
Annika Jõemaa
- 50 Taimeekstraktide mõju suur-kapsaliblika (*Pieris brassicae* L.) röövikutele**
Katrin Jõgar, Angela Ploomi, Luule Metspalu, Anne Luik, Külli Hiisaar

- 55 Mullaharimise ja väetamise mõju vihmaussikooslusele**
Greete Kahu, Liina Talgre, Endla Reintam, Viacheslav Eremeev, Anne Luik
- 59 Adru ja sapropeeli kasutamine mahekaera kasvatamisel**
Tiia Kangor, Liina Edesi, Valli Loide, Elina Akk, Ene Ilumäe
- 64 Mikroobne biopreparaat rapsikahjurite tõrjeks: potentsiaal ja võimalikud ohud**
Reet Karise, Risto Raimets, Anna Bontšutšnaja, Marika Mänd
- 70 Miks toota mahelamba liha**
Jaan Kivistik
- 75 Kuidas talvised vahekultuurid mõjutavad mulla umbrohuseemnete sisaldust**
Jaan Kuht, Liina Talgre, Helena Madsen, Viacheslav Eremeev, Evelin Loit, Anne Luik
- 80 Põldherne herne saak ja proteiinisaldus maheviljelussüsteemide võrdluskatses**
Jaan Kuht, Viacheslav Eremeev, Maarika Alaru, Anne Luik
- 84 Bioaktivaatorite mõju porgandi ja sibula saagikusele köögivilja külvikorra katses**
Anne Luik
- 89 Maheviljelus koos talviste vahekultuuridega parandab ökosüsteemide teenuseid**
Anne Luik, Liina Talgre, Helena Madsen, Viacheslav Eremeev, Endla Reintam, Evelin Loit
- 96 Ristõieliste maakirpude suvise põlvkonna toidutaimede valik ning liikide koosseis**
Luule Metspalu, Kert Kiis, Katrin Jõgar, Angela Ploomi
- 101 Mükotoksiin patuliin maheõunamahlas ja selle teket mõjutavad tegurid**
Ulvi Moor, Lagle Heinmaa, Priit Põldma

- 105 Mesinduse roll ning olulisus mahemesinduse perspektiivis**
Sigmar Naudi, Risto Raimets, Anna Bontšutšnaja, Reet Karise
- 112 Bionuri ja TD19 mõju kurgi taimede idanemisele**
Margit Olle
- 118 Taimeekstraktid pärsivad suur-kapsaliblika munemist**
Angela Ploomi, Katrin Jõgar, Luule Metspalu, Anne Luik, Külli Hiisaar, Ivar Sibul
- 123 Kartuli-lehemädaniku ja kuivlaiksuse areng maheviljeluseks soovitatud kartulisortidel**
Britt Puidet, Riinu Kiiker, Kaire Loit, Liina Soonvald, Neda Najdabbasi
- 130 Pestitsiidide segud on karukimalasele (*Bombus terrestris* L.) üksikute ainete mõjudest ohtlikumad**
Risto Raimets, Reet Karise, Marika Mänd, Sigmar Naudi, Anna Bontšutšnaja, James E. Cresswell
- 135 Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamine maheväetisega Kalisop ja selle mõju teravilja terasaagile ning kvaliteedile**
Karli Sepp, Jaan Kanger, Marje Särekanno
- 139 Arbuskulaar-mükoriisete seente inokuleerimise tähtsus agroökoloogilise tehnoloogia meetodina**
Liina Soonvald, Kaire Loit
- 145 Uute vahekultuuride liikide sobivus Eesti oludesse**
Merili Toom, Enn Lauringson, Liina Talgre, Sirje Tamm, Lea Narits
- 149 Õunasortide vastupidavus kärntövele ja sortide valik maheaias**
Toivo Univer, Neeme Univer, Krista Tiirmaa
- 154 Põllumajandusmaastiku elementide tähtsus parasitoidide talvituspaikadena**
Eve Veromann, Kairi Sosare, Gabriella Kovács, Riina Kaasik

Mahetootmine muudab põllumajanduse kestlikumaks

Anne Luik, Luule Metspalu

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► anne.luik@emu.ee

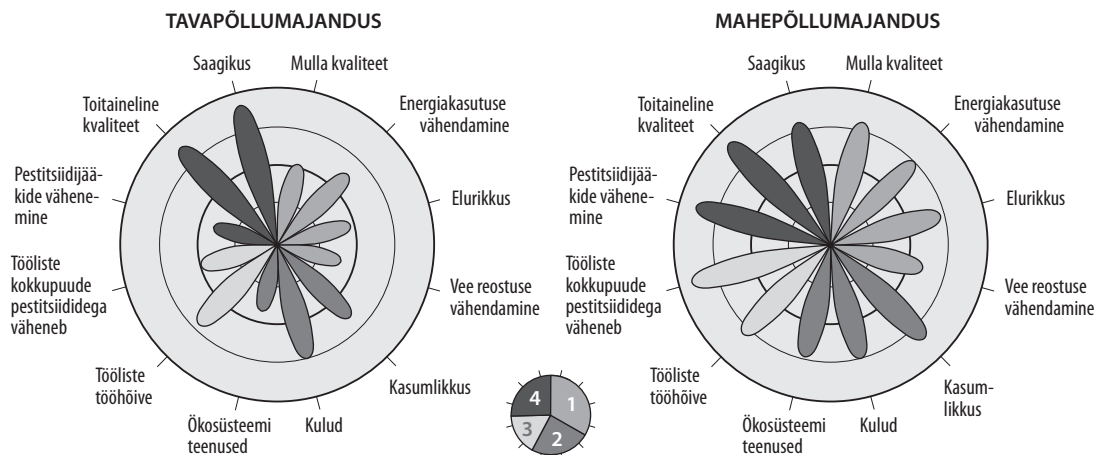
Põllumajandus pole lihtsalt majandus, vaid olles osa loodusest ning kasutades selle hüvesid, toodab ta ka elukeskkonda. Tootmisalade asukohast, suurusest, kujust, äärealadest ning kasutatavast tehnoloogiast sõltuvad mullaprotsessid, elustik nii maa all kui ka maa peal ja ümbruskonnas ning veekogude kvaliteet. Laiemas plaanis ka ilmaprotsessid. Viimase viiekümne aasta jooksul on tähelepanu fookuses olnud intensiivne toodangumahu suurendamine. Selle kõrval on jäänud keskkonnas toimuv vaeslapse ossa. Aastal 2005 nendib Maailmapanga poolt läbi viidud süsteemne uuring (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), et looduskeskkonnast saadavatest teenustest ehk hüvedest (viljakas muld, elurikkus, puhas vesi jne) on 60% ulatuses degradeerunud. Aastal 2013 toimuski ÜRO kaubanduse ja arengu konverents (UNCTAD, 2013) deviisi all: ärgakem enne kui liiga hilja. Toidukindluse tagamiseks muutkem põllumajandus muutuva kliima oludes tõeliselt jätkusuutlikuks. Raport tõdeb – põllumajandus vajab fundamentaalseid muutusi, kus tootja ei vastutaks mitte üksnes saaduse tootmise eest, vaid samavõrra ka viljaka mulla, elurikkuse, puhta vee ja maastiku eest, mis kõik on nii keskkonnalt saadavad avalikud hüved kui ka kestliku tootmise eeldused.

Uurimused on näidanud, et kestlikuma tootmise mudeliks (joonis 1) saab olla mahepõllumajandus (Müller jt., 2016; Reganold ja Wachter, 2016). Ent mahe-tootmise heaks toimumiseks konkreetsetes oludes on vajalik uuringutega selgitada, kuidas seda tagada.

Eestis on viimasel aastakümnel mahetootmise alased uuringud olnud tõusval trendil. Kindlasti on sellel oma osa, et praeguseks moodustab mahepõllumajandusmaa juba 18% haritavast maast. Arenguid näitab ka see, et käesolev kogumik on juba kolmas, kus teadlased annavad oma mahepõllumajanduse alaste uurin-gute tulemustest tootjatele teada. Samuti on uurimistulemusi pidevalt tutvustatud põllupäevadel, koolitustel, konverentsidel ja publikatsioonidega.

Samas tuleb nentida, et uurimuste temaatika on seni olnud küllaltki piira-tud ning ei haara kaugeltki kõiki mahetootmist puudutavaid aspekte. Näiteks on

Mahepõllumajandus 21. sajandil



Joonis 1. Mahetootmise ja tavatootmise hindamine neljas jätkusuutlikkuse hindamise kategoorias 12 õielehena. Lehekesed tähistavad keskkonna (1), majanduse (2), heaolu (3) ning tootmise (4) näitajaid. Mahetootmise õielehekeste pikkus näitab, et see tootmisviis on, võrreldes tavatootmisega, kõigis neljas kategoorias kestlikum (Reganold ja Wachter, 2016).

meil vähe teada, kuidas mõjutavad tootmisviisid mulla elustikku ja mullas toimuvaid protsesse. Samuti puuduvad meil praktiliselt maheloomakavatusel alased uuringud. Üheks oluliseks piduriks on see, et need on ressursi- ja töömahukad uuringud. Neile väga olulistele küsimustele on hakatud nüüd siiski juba rohkem tähelepanu pöörama ning see kajastub mõnevõrra ka käesolevas kolmandas uurimuste kogumikus.

Suurima panuse annaksid kohaliku põllumajandustootmise kestlikule arengule nii tootmisviise kui ka toote ja keskkonna kvaliteedi näitajaid hõlmavad üheaegsed süsteemsed uuringud, mis vajaksid aga ulatuslikke investeeringuid.

Kirjandus

- Müller, A., Bautze, L., Meier, M., Gattinger, A., Gall, E., Chatzinikolau, E., Meredith, S., Ukas, T., Ullmann, L. 2016. *Organic Farming, Climate Change Mitigation and Beyond*. Reducing the environmental impacts of EU agriculture. IFOAM EU and FiBL, 71 pp.
- Reganold, J.P., Wachter, J.M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*, 2, 1–8.
- UNCTAD, 2013. *Trade and Environment Review United Nations*, 319 pp.

Viljelusviisi mõju talinisu tärgliseteradele ja jahusaagile

Maarika Alaru, Liina Talgre, Viacheslav Eremeev, Anu Riisalu, Evelin Loit, Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► maarika.alaru@emu.ee

Sissejuhatus

Nisu on maisi ja riisi kõrval üks olulisemaid teravilju maailmas. Nisu kogutoodangust kasutatakse 75–78% inimestele toiduks, ülejäänud läheb valdavalt loomadele söödaks. Euroopas on mahesüsteemis kasvatatud nisu saagikus keskmisena 30–40% madalam kui tavasüsteemis kasvatatud nisul, seda enam tuleb hinnata erinevates süsteemides kasvatatud nisu kvaliteeti. Püüli- e peenjahu saak on oluline kvaliteedinäitaja, mida mõjutab suurel määral taimede kasvukeskkond. Peale sorditunnuste sõltub kasvukeskkonnast näiteks tera kõvadus, mis omakorda mõjutab nisuterade jahvatusefektiivsust. Pehmema nisutera jahvatamisel saadakse üldjuhul rohkem ebaregulaarse kuju ja väikse diameetriga osakesi, mis vähendavad jahu voolavust, põhjustades seadmete ummistusi (Evers ja Millar, 2002). Tänapäeva jahuveskites suunatakse esmaselt purustatud terad sageli uuesti ringlusse, et saavutada võimalikult väikese tuhasisaldusega jahu. Mida suurem on püülijahu saak juba pärast esmast terade purustamist, seda ökonoomsem on tootmine (Campbell jt., 2007).

Keskkond mõjutab nisuterade endospermis olevate tärgliseterade suurust ja suuremate ning väiksemate tärgliseterade arvukust ning omavahelist suhet (Edwards, 2010). Tärgliseterade suurus ja arvukus määrab nisujahu küpsetusomadused (taigna kerkimine, venivus, tugevus, pätside suurus jms). Tärgliseterad jagatakse läbimõõdu alusel erinevatesse fraktsioonidesse: A-tüüp, ehk suured (üle 15 µm), B-tüüp, ehk keskmised (5–15 µm) ja C-tüüp, ehk väikesed (alla 15 µm) (Edwards, 2010). Mida rohkem on suuri A-tüüpi tärgliseteri, seda paremad on nisujahu küpsetusomadused, st pätsi kerkimine ja struktuur on parem. Väiksemad ning jahvatamisel kahjustada saanud tärgliseterad suurendavad jahu veeimavusvõimet ehk seda vee kogust, mis on vajalik taigna valmistamiseks. Sellisel juhul pikeneb ka taigna segamise aeg (Park jt., 2005).

Toitainete, eelkõige lämmastiku kättesaadavus mahe- ja tavasüsteemis on erinev ja see tingib ka tärkliseterade hulga ja suuruse erinevuse süsteemides. Lämmastikuga väetamisel on täheldatud A-tüüpi ja väävliga väetamisel B-tüüpi tärglise juurdekasvu (Li jt., 2013).

A-tüüpi tärgliseterade teke algab peale nisu öitsemist ning neid tekib juurde kuni tera on saavutanud piimküpsuse. Hiljem, vaha- ja täisküpsuse faasis suureneb A-tüüpi tärgliseterade diameeter, arvuliselt neid enam ei lisandu. B- ja C-tüüpi tärgliseterade kujunemine algab A-tüüpi graanulitest ca 10 päeva hiljem. Keskmisest madalama temperatuuri korral pikeneb tera täitumisperiood ja sellega kaasnevalt suureneb ka hiljem kujunema hakkavate väiksemate B- ja C-tüüpi tärgliseterade hulk. Seevastu kõrge temperatuur tera täitumisel kiirendab viljatera valmimist ning limiteerib väikeste tärgliseterade osakaalu endospermis (Shevkani jt., 2016).

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada talinisu 'Fredis' püüli- e peen-jahu saagikust ja tärgliseterade suurust sõltuvalt ilmaoludest aastatel 2013–2016 ning viljelusviisist (mahe- ja tavasüsteem).

Materjal ja meetodika

Pikaajaline põldkatse mahe- ja tavaviljelusviisi võrdluseks on rajatud 2008. aastal Eesti Maaülikooli taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetooli Eerika katsepõllule (58°22'N, 26°40'E), kus külvikorras olevaid kultuure väetatakse mahe-süsteemis orgaaniliste ja tavasüsteemis mineraalsete väetistega. Mahesüsteemis on kolm väetisvarianti – M0 (mahe kontroll), M1 (talvised vahekultuurid; nende poolt kogutud toitained viiakse mulda kevadel külvielse künniga) ja M2 (talvised vahekultuurid + kevadel komposteerunud veisesõnnik). Tavasüsteemis on neli väetisvarianti – N0 (kontroll, $N_0P_0K_0$), N50 ($N_{50}P_{25}K_{95}$), N100 ($N_{100}P_{25}K_{95}$) ja N150 ($N_{150}P_{25}K_{95}$). Kõik variandid on neljas korduses.

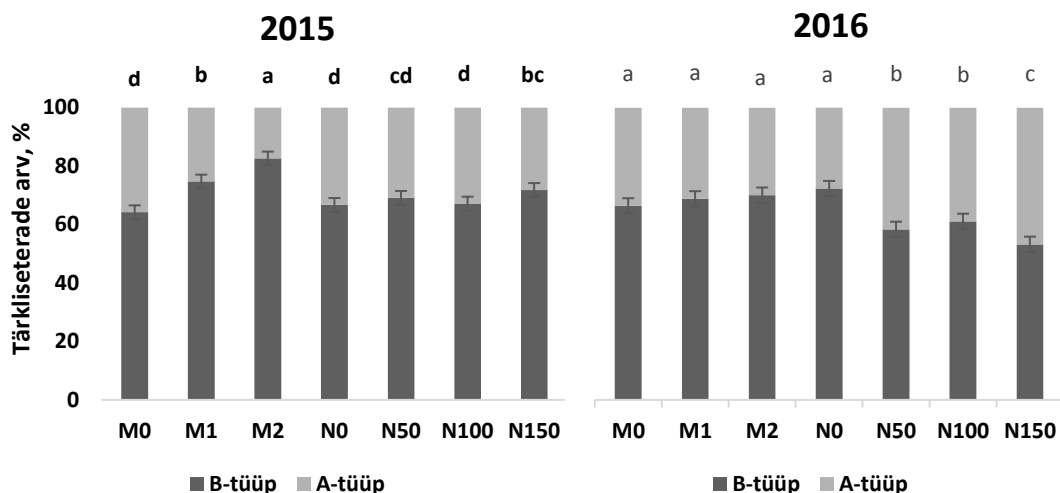
Tärgliseterade loendamiseks ja mõõtmiseks kasutati Stoddardi (1998) poolt koostatud meetodit. Tärgliseteradest määrati kaks fraktsiooni: A-tüüp (diameeter üle 15 μm) ja B-tüüp (diameeter alla 15 μm). Mõõtmised tehti 2015–2016 aastate talinisu 'Fredis' terasaagist. Püülijahu saak määrati 2013–2016 aastate terasaakidest. Selleks võeti igast variandist 300 g teri, mis jahvatati laborveskiga ja sõeluti kolme fraktsiooni: kliid ja sõklad, jämejahu ning püüli- e peenjahu. Püülijahu saak on esitatud protsentides kogu jahust (jämejahu + peenjahu).

Katsetulemused analüüsiti programliga Statistica 12, viljelusviiside võrdluses kasutati Tukey HSD testi.

Tulemused ja arutelu

Ilmastik aastatel 2013–2016 oli väga kontrastne, mis aastate lõikes tingis ka talinisu terasaagis kuni 6 kordse erinevuse. Aastad 2014 ja 2015 olid pikaajalise keskmisega võrreldes jahedamad, sademete jaotus talvitumisjärgsel talinisu vegetatsiooniperioodil oli ühtlane. Aastate 2013 ja 2016 talvitumisjärgne periood oli aga pikaajalise keskmisega võrreldes 0,9–2,7 °C soojem ning sademete jaotus oli väga ebaühtlane (näiteks 2016. a maikuus oli talinisu võrsumis- ja kõrsumisfaasis sademete kogus vaid 2 mm).

Põldkatsest selgus, et nisujahu kvaliteeti mõjutavate A- ja B-tüüpi tärkli-terade arvukuse omavaheline suhe ja tärkli-terade läbimõõt sõltus tugevalt määral viljelusviisist ja ilmastikust. Mõlemal katseaastal (2015 ja 2016), kui tärkli-tereri mõõdeti, oli B-tüüpi tärkli-terade graanuleid mahesüsteemis 5–7% rohkem kui tavasüsteemi variantides (joonis 1). See võib olla tingitud taimedele kättesaadava



Joonis 1. A- ja B-tüüpi tärkli-terade arvukus (%) mahe- ja tavasüsteemi erinevatel väetisvariantidel aastatel 2015–2016. M0 – mahesüsteemi kontrollvariant; M1 – talvised vahekultuurid; M2 – talvised vahekultuurid + veisesõnnik; N0 – tavasüsteemi kontrollvariant; N50, N100, N150 – mineraalse lämmastikväetise kogus vastavalt 50, 100 ja 150 kg ha⁻¹; erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust variantide vahel. (Tukey HSD test, $p \leq 0,05$).

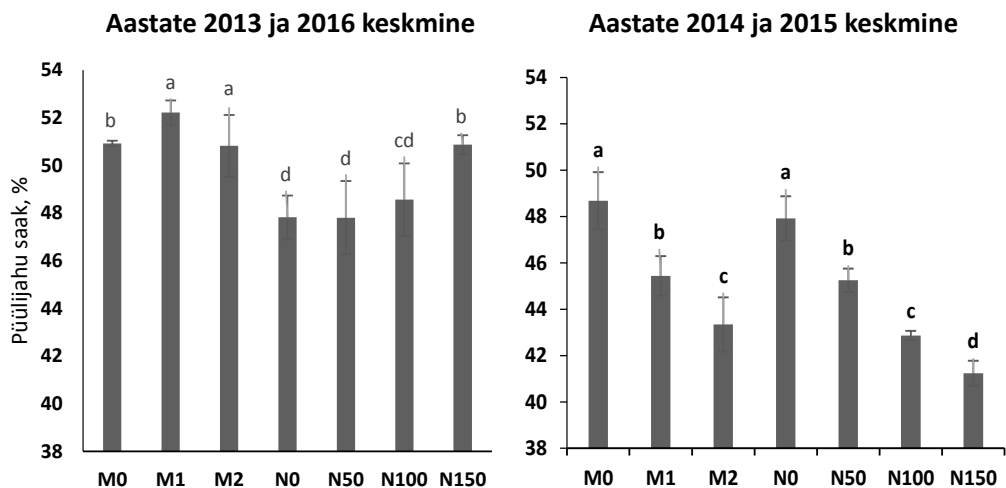
lämmastiku väiksemast kogusest mahesüsteemis (orgaaniline lämmastik peab eelnevalt mineraliseeruma, et muutuda taimedele kättesaadavaks). Nagu eespool nimetatud, on varasematest katsetest selgunud, et lämmastikväetis suurendab A-tüüpi tärkliseterade arvukust (Li jt., 2013).

2015. aastal esines suuri A-tüüpi tärklisegraanuleid arvuliselt suhteliselt vähem kui 2016. aastal. See on seostatav pikema tera täitumisperioodiga ja sellega kaasnenud väikeste tärkliseterade osakaalu suurenemisega, kuna nende süntees algab hiljem (Stone ja Morell, 2009). Maikuu põud 2016. a mõjutas talinisu talvitumisejärgse kasvuperioodi pikkust – see oli 2015. aastaga võrreldes paar nädalat lühem, terasaak oli väiksem ning hiljem kujunevate B-tüüpi tärkliseterade arvukus suhteliselt väiksem. Seega tuleb tärkliseterade arvukuse järgi lugeda 2016. a peenjahu kvaliteeti paremaks, kuna siis oli taina kerkimist soodustavate A-tüüpi tärkliseterade arv suurem.

Erineva fraktsiooniga tärklike graanulite läbimõõt sõltub nende arvukusest. Mida rohkem esineb A-tüüpi tärklist, seda väiksem on B-tüüpi tärklike arvuline osakaal; seetõttu on kõigi tärkliseterade (A + B graanulid) üldine keskmine graanulite läbimõõt suurem. Suurema läbimõõduga tärkliseterad annavad taignale elastsuse, venivuse ja kohevamad pätsid (Edwards, 2010). Väiksemad B-tüüpi tärkliseterad kleepuvad küpsetamise käigus sageli kokku, mistõttu tekib liiga paks ja halvasti kerkiv tainas ning saadakse väikse ruumalaga pätsid. Antud katses oli üldine keskmine tärkliseterade diameeter 2015. aastal 2,9 µm suurem kui 2016. aastal. Viljelusviiside võrdluses neil usutavat mõju ei olnud; mahesüsteemis kõikus vastav näitaja 13,1–18,1 µm ja tavasüsteemis 16,0–20,0 µm vahel.

Antud katses hinnati pärast esmast jahvatust saadud püülijahu saagi suurust. See sõltus väga tugevalt määral ilmastiku ja viljelusviisi koosmõjust (joonis 2). Suurem püülijahu saak saadi 2013. ja 2016. aastal mahesüsteemis kasvanud talinisu teradest siis, kui õhutemperatuur oli keskmisest kõrgem ja sademete jaotus vegetatsiooniperioodil väga ebaühtlane.

Nendel aastatel oli tera täitumisperiood lühem ja talinisu koristati juuli lõpus. Nendel aastatel mahesüsteemis saadud suuremat peenjahu saaki võib seostada A-tüüpi tärklisegraanulite suurema läbimõõduga, mis olid keskmiselt 1–4 µm suuremad kui tavasüsteemi omadel (samal A-tüüpi tärkliseterade arvukus oli väiksem). Teraviljakasvuks soodsamatel aastatel (2014 ja 2015) oli püülijahu saak pärast esmast jahvatust vastavalt väetisvariandile kuni 10% väiksem.



Joonis 2. Püülijahu saak (% kogu jahusaagist) mahe- ja tava-süsteemide väetisvariantidel erinevates ilmastikuoludes. M0 – mahesüsteemi kontrollvariant; M1 – talvised vahekultuurid; M2 – talvised vahekultuurid + veisesõnnik; N0 – tava-süsteemi kontrollvariant; N50, N100, N150 – mineraalse lämmastikväetise kogus vastavalt 50, 100 ja 150 kg ha⁻¹; erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust variantide vahel. (Tukey HSD test, $p \leq 0,05$).

Viljelusviiside järgi olid viimati nimetatud aastatel nii mahe- kui ka tava-süsteemis suuremad püülijahu saagid väetisvariantides, mis olid saanud vähem lämmastikku, samas olid mõlema süsteemi kontrollvariandid ja ka lämmastikku saanud variandid omavahel statistiliselt võrdsed.

Järeldused

Suurem püülijahu saak pärast esmast jahvatust saadi halvemate ilmaoludega aastatel (2013 ja 2016) mahesüsteemides siis, kui kasutati talviseid vahekultuure. Suurem peenjahu saak saadi tänu B-tüüpi tärkliseterade arvukusele ja suuremale läbimõõdule, mis aga oluliselt ei paranda küpsetusomadusi. Küpsetusomadusi aitaks parandada mahesüsteemide parem lämmastikuga varustamine. Terasaagi seisukohalt soodsamatel aastatel (2014 ja 2015) oli püülijahu saak mahe- ja tava-süsteemis statistiliselt võrdne.

Püülijahu omadusi mõjutavate A- ja B-tüüpi tärkliseterade proportsioon ja diameeter olid samuti mõjutatud ilmastikust ja viljelusviisist. Ebasoodsamatel

aastatel suurem peenjahu saak mahesüsteemides seostub ka A-tüüpi tärklisegraanulite suurema läbimõõduga, mis oli keskmiselt 1–4 µm suuremad kui tavasüsteemi omadel, kuid A-tüüpi tärkliseterade arvukus oli väiksem kui tavasüsteemides. A-tüüpi tärkliseterade suurem arvukus tavasüsteemis kasvanud talinisu terades viitab selle peenjahu paremale kvaliteedile, kuna tal on paremad küpsetusomadused.

Tänuavaldused. Uurimustöö viidi läbi ERA NET Core Organic FertilCrop ja Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekti 8–2/T13001PKTM ning Eesti Haridus- ja Teadusministeeriumi uurimistoetuse IUT36-2 abil.

Kirjandus

- Campbell, G.M., Fang, C., Muhamad, II. 2007. On predicting roller milling performance VI: Effect of kernel hardness and shape on the particle size distribution from first break milling of wheat. *Food and Bioproducts Processing*, 85, 7–23.
- Edwards, M. 2010. Morphological features of wheat grain and genotype affecting flour yield. *PhD thesis*. Australia, Southern Cross University, Lismore NSW.
- Evers, T., Millar, S. 2002. Cereal grain structure and development: Some implications for quality. *Journal of Cereal Science*, 36, 261–284.
- Li, W., Shan, Y., Xiao, X., Zheng, J., Luo, Q., Ouyang, S., Shang, G. 2013. Effect of nitrogen and sulfur fertilization on accumulation characteristics and physicochemical properties of A- and B-Wheat starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 2418–2425.
- Park, S.H., Chung, O.K., Seib, P. A. 2005. Effects of varying weight ratios of large and small wheat starch granules on experimental straight-dough bread. *Cereal Chemistry*, 82 (21), 66–172.
- Shevkani, K., Singh, N., Bajaj, R., Kaur, A. 2016. Wheat starch production, structure, functionality and applications – a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 38–58.
- Stoddard, F.L. 1998. Survey of starch particle-size distribution in wheat and related species. *Cereal Chemistry*, 76 (1), 145–149.
- Stone, B.A., Morell, M.K. 2009. Carbohydrates, pp. 308–338. In: *Wheat Chemistry and Technology* (Khan, K., Shewry, P. R. eds), (4th Edition), AACC International, Inc., St. Paul, MN.

Polüfenoolide sisalduse ja antioksidantsuse muutused mahe- ja tavatomatite küpsemisel

Dea Anton¹, Ingrid Bender², Mati Roasto¹, Tõnu Püssa¹

¹ Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

² Eesti Taimakasvatuse Instituut

► dea.anton@emu.ee

Sissejuhatus

Tomat on üks aastaringselt enamtarbitavatest köögiviljadest, mida kasvatatakse nii põldudel, koduaedades, kasvuhoonetes kui ka rõdupottides. Tomati viljad sisaldavad arvestataval määral erinevaid antioksidantseid aineid nagu lükopeen ja β -karoteen, C ja E vitamiinid ning mitmesuguseid polüfenoolseid ühendeid. Teadlaste huvi tomatist leiduvate ainete, sealhulgas polüfenoolide vastu on seletatud just paljude ühendite antioksidantsete ja muude tervisele kasulike omadustega. Tomativiljade küpsemine on biokeemiline protsess, mille käigus muutub oluliselt viljade keemiline koostis ning sellest sõltuvalt ka tekstuur, värvus, maitse ja lõhn. Neid muutusi on uuritud toiteväärtuse, koristusjärgse säilivuse ja hoiutingimuste ning enamtuntud ühendite osas (Gautier jt., 2008; Slimstad ja Verheul, 2005). Vähem on kompleksset teavet polüfenoolsete ühendite akumuliseerumise kohta ja seda just mahetomatites.

Antud uurimistöö eesmärgiks oli võrrelda polüfenoolsete ühendite sisalduse ja antioksidantsuse muutusi viljade küpsemise käigus tava- ja maheviljelusel kasvatatud tomatites.

Materjal ja meetodika

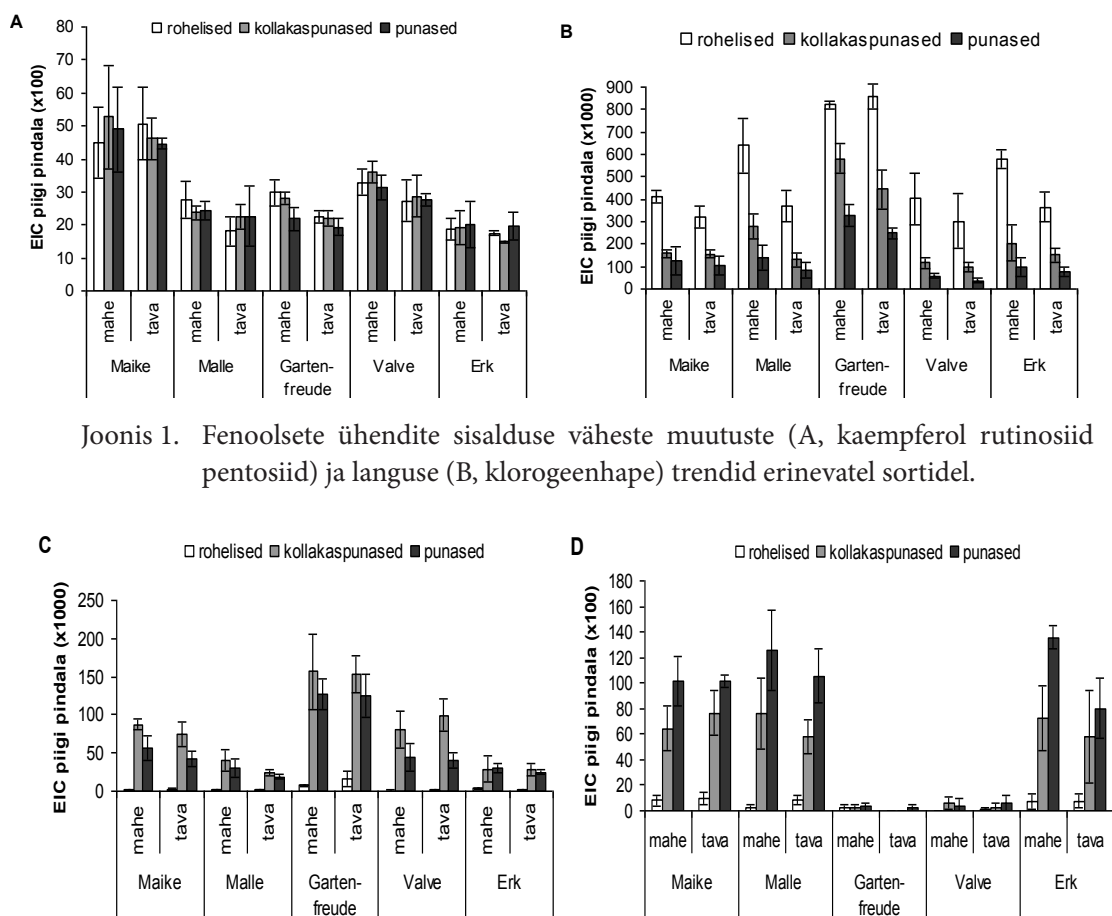
Katsesse valitud tomatisordid Maike, Malle F1, Valve, Erk ja kirsstomat Gartenfreude kasvatati Eesti Taimakasvatuse Instituudi Jõgeva osakonnas mahe- ja tavaviljeluse tingimustes kahes eraldi kilekasvuhoones. Kolmes erinevas küpsusastmes: toored (rohelised), poolküpsed (kollakaspunased) ja küpsed (punased) viljad korjati ühel ja samal päeval. Kõigi viie sordi mahe- ja tavaviljade proovid (á 0,5–0,8 kg) koguti kolmes korduses, ühtekokku 90 proovi.

Analüüsideks ettevalmistamisel lõigati tomati viljad sektoriteks, kuivatati kuivatuskapis 50 °C juures, peenestati pulbriks ning ekstraheeriti metanooliga. Polüfenoolide identifitseerimiseks ning kvantiteerimiseks kasutati Agilent 1100

seeria vedelikkromatograaf-mass-spektromeetrit, mis oli varustatud UV-Vis ja ioonlõks-tüüpi MS/MS detektoritega. Üldfenoolide sisalduse määramiseks kasutati paralleelselt nii EMÜ Toiduhügieeni ja rahvatervise õppetoolis väljatöötatud kromatograafilist kui ka klassikalist Folin-Ciocalteu meetodit, antioksidantsuse määramiseks aga spektrofotomeetrilist 1,1-difenüül-2-pikrüülhüdrasüül (DPPH) vaba radikaali sidumise meetodit (Anton jt., 2017).

Tulemused ja arutelu

Aine molekulmassi, molekuli fragmenteerumisspektri, retentsiooniaja ning UV-neeldumisspektri põhjal identifitseeriti tomatiproovidest kokku 30 fenool-



Joonis 1. Fenoolsete ühendite sisalduse vähete muutuste (A, kaempferol rutinosiid pentosiid) ja languse (B, klorogeenhape) trendid erinevatel sortidel.

Joonis 2. Fenoolsete ühendite sisalduse tõusu trendid: maksimaalne tase poolküpsetes (C, naringeniini glükosiid) ja küpsetes (D, apigeniini atsetüülheksosiid) mahe- ja tavatomatite viljades.

set ühendit: 16 fenoolset hapet ja 14 flavonoidi (Anton jt., 2017). Viimaseid oli omakorda võimalik jagada alamrühmadesse: flavoonid, flavonoolid, flavanoonid, kalkoonid ja dihüdrokalkoonid. Identifitseeritud ühendid sisaldasid kõikide tomatisortide erineva küpsusastmega mahe- ja tavaviljades, vaid üksikute ainete sisaldused olid rohelistes viljades allpool määramispiiri. Katseid planeerides eeldati, et fenoolsete ühendite sisaldus viljade küpsemisel tõuseb, kuid analüüsitulemused näitasid nelja erinevat muutustrendi: 1) aine sisaldus muutus vähesel määral, 2) langes, 3) tõusis, 4) tõusis maksimaalväärtuseni poolküpsetes viljades ja seejärel langes (joonised 1 ja 2). Analüüsitud ühenditest kümne sisaldus tõusis ainult kuni viljade poolküpsuseni, seejärel jäi tase kas samaks või hakkas uuesti langema. Selliseid muutusi võib selgitada iga fenoolse ühendi spetsiifilise rolliga taimes. Sama ühendi sisalduse muutused olid sarnased mahe- ja tavaviljade kõikidel sortidel, välja arvatud mõned erandid kirsstomati puhul. Samas ei olnud muutustrendid ainerühma piires identsed.

Analüüsitulemuste statistilisel töötlemisel selgus, et viie sordi seast kirsstomat Gartenfreude eristus teistest sortidest ja seda nii mitme fenoolse ühendi nii tunduvalt kõrgema või madalama sisalduse kui ka akumulereerumistrendi poolest.

Kahe erineva meetodiga saadud üldfenoolide sisaldused olid sarnased ning näitasid, et tomatite küpsemisel nii üldfenoolide sisaldus kui ka antioksidantsus suurenes mõlema viljelusviisi ning kõikide sortide puhul, olles sealjuures veidi kõrgemad tavaviljades.

Järeldused

Tomati viljade küpsemisel erinevate fenoolsete ühendite sisaldused kas tõusevad, langevad või jäävad enamvähem samaks.

Viljelusviisi mõju ühendite akumulereerumisele küpsemise käigus oli väheoluline, suurimad erinevused tulenesid tomati sordist.

Vaatamata üksikute ühendite erinevatele akumulereerumistrendidele, tõusis üldine antioksidantsus kõige kõrgemale tasemele nii mõlema viljelusviisi kui ka kõigi sortide puhul küpsetes punastes tomatites.

Tänuavaldus. Uurimust toetasid projekti P170054VLTH tegevused.

Kirjandus

- Anton, D., Bender, I., Kaart, T., Roasto, M., Heinonen, M., Luik, A., Püssa, T. 2017. Changes in polyphenols contents and antioxidant capacities of organically and conventionally cultivated tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits during ripening. *International Journal of Analytical Chemistry*, article ID2367453, 10 pages, doi:10.1155/2017/2367453.
- Gautier, H., Diakou-Verdin, V., Bénard, C., Reich, M., Buret, M., Bourgaud, F., Poëssel, J.L., Caris-Veyrat, C., Génard, M. 2008. How does tomato quality (sugar, acid and nutritional quality) vary with ripening stage, temperature, and irradiance? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (18), 1241–1250.
- Slimestad, R., Verheul, M.J. 2005. Content of chalconaringenin and chlorogenic acid in cherry tomatoes is strongly reduced during postharvest ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (18), 7251–256.

Kimalasperede areng sõltub suurel määral korjevõimaluse olemasolust ja vähem ümbritsevast taimekooslusest

Anna Bontšutšnaja, Risto Raimets, Sigmar Naudi, Reet Karise

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► anna.bontsutsnaja@student.emu.ee

Sissejuhatus

Ligikaudu 80% õitsvatest põllumajanduskultuuridest ja looduslikest taime-dest on loomtolmlevad (Klein jt., 2007; Potts jt., 2010). Seetõttu on tolmeldajad ühed olulisemad keskkonnateenuste pakkujad. Meie regioonis on kõige olulise- mateks tolmeldajateks mesilaselaadsed (*Apoidea*, *Hymenoptera* L.), kellest oluli- semad on meemesilane (*Apis mellifera* L.) ja kimalased (*Bombus* spp. L.) (Carreck, 2015). Tänapäeval on seoses inimkonna suurendamisega, vajadused põllumajan- dustoodangu järele oluliselt kasvanud, mistõttu suureneb ka nõudlus tolmelda- jate järele (Tscharntke jt., 2012), samal ajal on nende arvukus aga just viimastel aastakümnetel märgatavalt vähenenud. Selle üheks põhjuseks peetakse põlluma- janduse intensiivistumist, mis toob kaasa tolmeldajate elupaikade ja pesitsemis- kohtade vähenemise ja killustumise ning toiduressursside ajalise ja paikkondliku piiramise (Carreck, 2015). Piisava tolmeldamise tagamiseks ja seega saagikuse tõstmiseks viiakse põldudele ka lisatolmeldajad, kelle efektiivsus sõltub eelkõige korjetaimede valikust.

Antud uurimistöös raames uuriti põllumajandusmaastike taimekoosluste mõju karukimalase (*Bombus terrestris* L.) perede arengule. Hindamise kriteeriu- mideks olid perede kaalu juurdekasvu sõltuvus toiduressursi olemasolust ning nende paiknemine erinevates korjemaastikes.

Materjal ja meetoodika

Välitööd viidi läbi 8. juunist 21. juunini 2017. aastal 15 katsealal Viljandi, Võru, Põlva ja Tartu maakonnas aedmaasika (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) istandikes. Katses kasutati tööstuslikult kasvatatud karukimalase peresid (Biobest, Belgium),

mis paigutati kahekaupa aedmaasika avamaa istandikesse. Iga taru nummerdati ning kaaluti enne katsealale viimist ja pärast katse lõppemist. Kuni tarude viimiseni aedmaasika põldudele ei olnud kimalastel mingit eelnevat korjekogemust. Transportimise ajaks olid kimalased varustatud suhkrulahusega.

Tarud viidi põldudele nädalase intervalliga nii, et esimeste tarude kimalased said käia korjel kahe nädala jooksul, teisena viidud tarude kimalased aga ühe nädala jooksul. Vastavalt kimalaste tavapärasele korjelkäigu kaugusele, määratleti vaadeldavaks katsealaks 1 km raadiusega ala pesade ümbruses. Iga katseala puhul hinnati öitsvate taimede liigirikkuse ja arvukuse alusel kimalastele kättesaadav toiduressurss ning seega ka aedmaasikaga tolmeldamisele konkureerivate taimede osakaal.

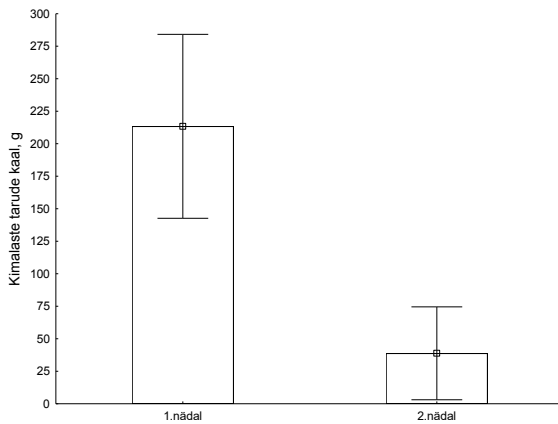
Kõik katsealad kaardistati ja arvutati taimekoosluste suhe. Taimekooslused, mille osakaal uuritud piirkonnas ületas 50%, loeti domineerivaks. Antud meetodi järgi saadi kolm põhilist taimekoosluse tüüpi – „aed“ (viljapuu- ja marjaaiad), „mets“ (looduslik taimestik, valdavalt puud), „põld“ (viljapõllud) ja lisaks veel „mosaiikne“, milleks määrati alad, kus looduslik või pool-looduslik taimestik ületas 30%, kuid ükski eelnimetatud kolmest tüübist ei domineerinud.

Andmete töötlemine teostati MS Exeli ja Statistica 13 (Dell inc.) tarkvara abil. Taimekoosluse, katseala ja paigaldamise aja mõju kimalaste perede kaalu juurdekasvule testiti dispersioonanalüüsiga. Erinevused loeti statistiliselt oluliseks, kui p-väärtus oli väiksem kui 0,05.

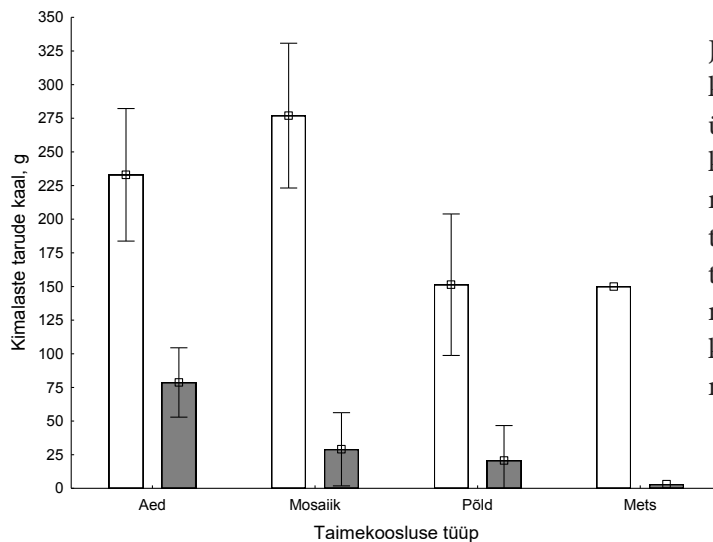
Tulemused ja arutelu

Esimesel katsenädalal põllule viidud kimalaste perede juurdekasv oli statistiliselt oluliselt suurem (joonis 1) võrreldes nädal aega vähem põldudel olnud pere-dega ($F_{1,20} = 32,941$, $p < 0,005$).

Antud tulemus näitab, kui oluline on tolmeldamiseks ostetud kimalasperede kiire ligipääs valgurikkale toidule. See tagab perede pikema püsimise ja suurema arvu tolmeldavaid korjetöölisi. Võrreldes suhkrulahusega toitmisega, annab õietolm kimalaste järglaste arenguks vajalikke valke, lipiide ja aminohappeid (Kämper jt., 2016; Moerman jt., 2017). Kimalaste paigutamisel põldudele on oluline ka õige ajastus, sest erineva morfoloogiaga õitest õietolmu korjamine, meelde jätmine ja eelistuste kujundamine toiteväärtuslikumatele ressurssidele on energia- ja ajanõudlik protsess. Lühemat aega avamaa tingimustes olnud pered jätkasid



Joonis 1. Kimalaste perede kaalu juurdekasv sõltuvalt välitingimustesse viimise ajast. Kastid näitavad keskmist, vurrud – keskmise standardhälvet.



Joonis 2. Kimalaste perede kaalu juurdekasv sõltuvalt ümbruses olevatest taimekooslustest. Valged tulbad näitavad esimese nädala tarude näitajaid, täidetud on teise nädala tarude näitajad. Kastid näitavad keskmist, vurrud – keskmise standardhälvet.

nektari/suhkrulahuse tarbimist, keskendudes peamiselt korjeala tundmaõppimisele, mis ilmselgelt avaldas mõju ka tolmeldamise kasumlikkusele.

Kimalaste paiknemine erinevates maastikkudes ei mõjutanud oluliselt perede arengukiirust ($F_{3,20} = 0,982$, $p = 0,630$). Hoolimata olulise erinevuse puudumisest märkasime siiski, et metsadega kaetud aladel oli perede kaalu juurdekasv kõige väiksem (joonis 2).

Sarnase tulemuseni on jõudnud ka Veromann jt. (2015) ja Kallioniemi jt. (2017) ning seda tõsiasi võib seletada vaadeldud ajahetkel õitsevate taimede vähesusega antud taimekoosluses. Samas tuleb arvestada, et mets on looduslike tolmeldajate pesitsemispaikadeks väärtuslik ala, mis soodustab tolmeldajate püsivate populatsioonide teket (Kallioniemi jt., 2017).

Meie tulemustele vastavalt toetas ka põllumaastik pigem vähesel määral perede juurdekasvu, sest enamikel läheduses olevatel põldudel kasvas teravili, kust tolmeldajatel on leida vähe toiduressurssi või taliraps (*Brassica napus* var. *oleifera* L.), mille õitsemisperiood oli katse läbiviimise ajaks peaaegu lõppenud.

Kimalaste perede arengut kõige rohkem soodustavateks taimekooslusteks osutusid viljapuuaiad ja mosaiikse maastikuga alad. Võrreldes põllukultuuridega, pakuvad aiad, sõltuvalt majandamise viisist ja teiste tolmeldajate poolt tekita tud konkurentsist (Kallioniemi jt., 2017), enamasti mitmekesisemat toidubaasi pikema perioodi vältel. Mosaiikne maastik, kuhu kuuluvad metsatukad, rohu- maad, hekid ja põlluservad, on loodusliku ja pool-loodusliku taimestikuga ning väiksema inimõju koormusega alad, kust tolmeldajad leiavad laia toiduvaliku ja ka küllaldaselt pesitsemisvõimalusi (Kallioniemi jt., 2017).

Järeldused

Kimalaste perede jätkusuutlikuks arenguks on vajalik mitmekesine dieet, mis peab sisaldama nii nektarit kui ka õietolmu, sest vastsete areng toimub just õietolmus leiduvate toiteainete arvelt samas kui töölisid ja ema vajavad pigem suhkrurikast toitu.

Uurimistöö tulemusena leidsime, et Lõuna-Eesti piirkonna taimekooslused mõjutavad karukimalase perede kaalu juurdekasvu üldiselt positiivselt ning pakuvad laialdast toiduvalikut pere ellujäämiseks ja kasvuks. Hästi arenenud ja toimiv kimalaste pere tagab korraliku tolmeldamise kogu õitsemisperioodi vältel.

Toidubaasi põhjalikumaks kirjeldamiseks on tarvis läbi viia kimalaste kogutud õietolmu analüüs, määra tes korjetaimede liigilist koosseisu ning hinnates selle sõltuvust ümbritsevast taimekooslusest.

Tänuavaldused. Täna n aedmaasika kasvatajaid koostöö eest. Uurimustööd finantseerisid Haridus- ja Teadusministeerium (IUT36-2) ja Eesti Teadusagentuur (grant T9450).

Kirjandus

Carreck, N. 2015. Declines of Bees and Other Pollinators, pp. 109–118. In: *Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters*. Boston, Academic Press.

- Kallioniemi, E., Åström, J., Rusch, G.M., Dahle, S., Åström, S., Gjershaug, J.O. 2017. Local Resources, Linear Elements and Mass-Flowering Crops Determine Bumblebee Occurrences in Moderately Intensified Farmlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 239, 90–100.
- Klein, A-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T. 2007. Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops. *Biological Sciences / The Royal Society*, 274 (1608), 95–96.
- Moerman, R., Vanderplanck, M., Fournier, D., Jacquemart, A-L., Michez, D. 2017. Pollen Nutrients Better Explain Bumblebee Colony Development than Pollen Diversity. *Insect Conservation and Diversity*, 10 (2), 171–179.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. 2010. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25 (6), 345–353.
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T.C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., Vandermeer, I., Whitbread, A. 2012. Global Food Security, Biodiversity Conservation and the Future of Agricultural Intensification. *Biological Conservation*, 151 (1), 53–59.
- Veromann, E., Kovacs, G., Kaasik, R., Vaino, L., Karise, R., Päädam, R., Jõgar, K., Veromann, L-L., Jürgenson, M., Mänd, M. 2015. Tolmeldajate liigiline mitmekesisus ja arvukus põllumajandusmaastiku erinevatel elementidel. *Agronomia* 2015, 172–178.

Raskmetallide sisaldus Eesti mereadrus

Liina Edesi¹, Gerda-Käddi Alting², Valli Loide¹, Elina Akk¹, Tiia Kangor¹,
Taavi Võsa¹, Kaspar Vulla¹

¹ Eesti Taimekasvatuse Instituut

► liina.edesi@etki.ee

² Tallinna Tehnikaülikooli Tartu kolledž

Sissejuhatus

Peamine Eesti rannikule kanduv merevetikas on põisadru (*Fucus vesiculosus* L.), mida on põllumajanduses juba pikka aega kasutatud mulla omaduste parandamiseks (Trei, 1991). Intensiivse inimtegevuse tagajärjel on raskmetallide sisaldus Läänemeres oluliselt kasvanud ning saastekogused on ületanud keskkonna loomuliku fooni (Nei ja Koorits, 2005). Raskmetallid akumuluvad organismide kudedesse ning nende kontsentratsioon on kõige kõrgem toiduahela tipus, mõjudes organismidele toksiliselt või kantserogeenselt (Hurd jt., 2014).

Adru kasutamine väetamiseks ja mullaomaduste parandamiseks mahepõllumajanduslikus taimekasvatuses on lubatud Euroopa Liidu komisjoni määrusega (EÜ) nr 889/2008. Samas on hetkel vähe informatsiooni Eesti rannikualal olevas mereadrus leiduvate raskmetallide sisalduse kohta ning seega ei ole teada kas nad on mullaparandusainena kasutamisel ohutud.

Materjal ja metoodika

Mereadru proovid koguti 2015. aastal maist oktoobrini. Kolm adru proovi võeti Mandri-Eesti rannikualalt (Klooga rand, Harjumaa; Kastna, Pärnumaa; Kalvi, Ida-Virumaa). Saare maakonnast võeti kolm proovi (Sõrve, Mäebe; Lümada, Atla rand; Ruhnu, Kuunsi rand) ning üks proov Lääne maakonnas asuvalt Vormsilt (Borbby). Ühe proovi suuruseks oli ca 1 kg. Mereadru proovidest vetikate liigilist koosseisu eraldi ei määratud, kuid valdavalt esines proovides pruunvetikate klassi kuuluv põisadru *F. vesiculosus*.

Põllumajandusuuringute Keskuse laboratooriumis analüüsiti proovides järgmiste raskmetallide sisaldus: molübdeen (Mo), arseen (As), elavhõbe (Hg), kaadmium (Cd), kroom (Cr), nikkel (Ni), plii (Pb), baarium (Ba), boor (B) ja vask (Cu).

Kuna Eestis on raskmetallide lubatud sisaldus nii väetistes kui ka mullaparandamiseks mõeldud ainetes praktiliselt reguleerimata, võrreldi mereadru proovidest leitud kõikide raskmetallide sisaldust hetkel Eestis kehtivate raskme-

tallide sisalduse kohta kehtestatud õigusaktidega (tabel 1). Võrdluseks võeti ka põllumajanduses kasutatava reoveesette raskmetallide piirmäärasid reguleeriv Keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määrus nr 78 „Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded”, Põllumajandusministri 14. november 2014. a määrus nr 101 „Nõuded väetise koostisele väetise liikide kaupa” ning Euroopa Liidu komisjoni määrus (EÜ) nr 889/2008 lisa I. Viimases õigusaktis on välja toodud raskmetalli piirnormid (mg kg^{-1}) mahepõllumajanduses kasutada lubatud kompostitud või kääritatud majapidamisjäätmes ja mageveekogudest pärit orgaanilise aine rikkas settes. Mahepõllumajanduslikus taimekasvatuses väetamiseks ja mullaomaduste parandamiseks kasutada lubatud merevetikates on raskmetallide sisalduse piirnormid seni reguleerimata.

Tabel 1. Seadusandlusega kehtestatud raskmetallide kogused ja piirväärtused

Aine nimetus	Määrus nr 78, mg kg^{-1} ^a	Määrus nr 78, mg ha^{-1} 10 a keskmisena ^b	Määrus nr 101, mg kg^{-1} ^c	(EÜ) nr 889/2008, mg kg^{-1} ^d
Molübdeen, Mo	–	–	–	–
Arseen, As	–	–	50	–
Elavhõbe, Hg	16	0,1	2	0,4
Kaadmium, Cd	20	0,15	3	0,7
Kroom, Cr	1000	4,5	50	70
Nikkel, Ni	300	3	100	25
Plii, Pb	750	15	100	45
Baarium, Ba	–	–	–	–
Boor, B	–	–	–	–
Vask, Cu	1000	12	600	70

^a Keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määrusega nr 78 „Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded“ põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutatava sette raskmetallide sisalduse piirväärtused.

^b Keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määrusega nr 78 „Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded“ kehtestatud piirväärtused põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel sette kasutamisel kümne aasta keskmisena mulda viidavate raskmetallide kogused hektari kohta.

^c Põllumajandusministri 14. november 2014. a määrus nr 101 „Nõuded väetise koostisele väetise liikide kaupa” lisa lubiväetistes lubatud raskmetalliühendite sisalduse kohta.

^d Komisjoni määrus (EÜ) nr 889/2008, lisas I raskmetallide maksimumkontsentratsioonid kompostitud või kääritatud majapidamisjäätmes ja mageveekogudest pärit orgaanilise aine rikkas settes.

Tulemused ja arutelu

Seitsmest erinevast kohast kogutud mereadru proovides oli raskmetallide sisaldus väga varieeruv (tabel 2), samas jäi kõigis proovides raskmetallide sisaldus põllumajanduses kasutatava reoveesette ja lubiväetiste lubatud raskmetalliühendite piirnormidest madalamaks (tabel 1). Mahepõllumajanduses kasutada lubatud kompostitud või kääritatud majapidamisjäätmete ning mageveekogu setete Cd maksimumkontsentratsioonist ($0,7 \text{ mg kg}^{-1}$) kõrgem sisaldus tuvastati kolmes ning Ni maksimumkontsentratsioonist (25 mg kg^{-1}) kõrgem sisaldus ühes mereadru proovis. Klooga rannast korjatud adrus oli Cd sisaldus $1,16 \text{ mg kg}^{-1}$, Saaremaal Atla ranna adrus $1,02 \text{ mg kg}^{-1}$ ning Sõrves, Mäebe küla adrus $0,98 \text{ mg kg}^{-1}$. Lisaks Cd-le ületas Ida-Virumaalt Kalvi küla lähedalt rannast võetud mereadru proovis lubatud maksimumkontsentratsiooni Ni ($25,8 \text{ mg kg}^{-1}$). Maksimumkontsentratsiooni lähedane Ni-sisaldus ($24,2 \text{ mg kg}^{-1}$) määrati ka Ruhnu saare Kuunsi ranna mereadru proovis.

Suure raskmetallide ühendite sisaldusega mereadru kasutamisel põllumajanduses võib tekkida oht, et vetikates olevad raskmetallid kanduvad edasi põllumajandustoodangusse. Nimelt on Rootsi teadlased leidnud, et merevetikatest toodetud komposti (pruun- ja punavetikataimedest, mille Cd kontsentratsioon oli $1,00 \text{ mg kg}^{-1}$) kasutamisel köögiviljade kasvatamisel akumulerus Cd kõige enam aedsalatis ning ka punapeedi, porgandi ja spinati puhul olid kõrged näitajad (Greger jt., 2007).

Kuigi määruses kehtestatud normid reguleerivad Cd ja Ni sisaldused kompostitud või kääritatud majapidamisjäätmes ning mageveekogude setetes, siis

Tabel 2. Raskmetallide sisaldus mereadru proovides

Asukoht	Maakond	Aine kogus, mg kg^{-1} KA									
		Mo	As	Hg	Cd	Cr	Ni	Pb	Ba	B	Cu
Klooga rand	Harju	0,91	1,23	ei leitud	1,16	3,9	5,92	3,53	249	150,0	2,4
Kalvi	Ida-Viru	2,87	15,40	0,041	0,14	44,2	25,80	2,76	141	ei leitud	31,0
Ruhnu	Saare	2,20	6,21	0,020	0,08	38,0	24,20	2,35	60,2	ei leitud	ei leitud
Kastna	Pärnu	0,70	4,77	0,014	0,43	1,4	0,99	0,42	156	211,3	3,4
Vormsi	Lääne	0,32	3,36	0,010	0,24	1,3	1,75	0,38	30,5	110,0	1,6
Lümanda	Saare	1,05	12,50	0,016	1,02	3,5	11,50	1,7	134	360,0	8,1
Sõrve	Saare	0,24	6,88	0,011	0,98	6,4	5,70	0,91	206	100,0	2,9

ei laiene need mullaparandusainena kasutatavale mereadrule. Samas tasub mainida, et kehtestatud Cd maksimumkontsentratsioonist kõrgemaid kontsentratsioone on leitud ka Eesti muldadest. Varasemalt läbiviidud uuringutes on leitud, et Eesti muldades, mille lähtekivimiks on mitmesugused keskmise Cd sisaldusega moreensed materjalid, jääb Cd sisaldus keskmiselt vahemikku 0,05–0,9 mg kg⁻¹ (Kärblane jt., 2000).

Järeldused

Käesoleva uuringu põhjal ei ole võimalik anda terviklikku ülevaadet Eesti rannikualadele kandunud mereadru raskmetallide sisaldusest, kuna seitse proovi ei ole piisav hulk põhjalike järelduste tegemiseks.

Tuginedes selle töö ning Rootsi teadlaste poolt läbiviidud uuringutulemustele Cd-ga ja mereadru analüüsil, võib oletada, et mõnede piirkondade mereadru kasutamisel on raskmetallide akumul eerumise oht põllumajandustoodangusse, eriti köögiviljadesse olemas. Seepärast tuleks enne selle kasutuselevõttu teha eelnevad analüüsid.

Tänuavaldused. Uurimus viidi läbi Maaeluministeeriumi poolt rahastatud projekti „Ülevaade alternatiivsete mullaparandusainete kasutusvõimalustest ja tehnoloogiatest mahepõllumajanduslikus taimekasvatuses” raames.

Kirjandus

- Alting, G.-K. 2016. Lõputöö „Raskmetallide ühendite sisaldus Eesti mereadrus“, Tallinn, 45 lk.
- Greger, M., Malmb, T., Kautsky, L. 2007. Heavy metal transfer from composted macroalgae to crops. *European Journal of Agronomy*, 26 (3), 257–265.
- Hurd, C.L., Harrison, P.J., Bischof, K., Lobban, C.S. 2014. *Seaweed Ecology and Physiology*, Cambridge: Cambridge University Press, 536 pp.
- Keskkonnaministri 11. august 2010. a määrus nr 38 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13348997> (10.08.2017).
- Keskkonnaministri 30. detsembri 2002.a määrus nr 78 „Reoveesete põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/119122015008> (10.08.2017).
- Komisjoni määrus (EÜ) nr 889/2008 lisa I. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:ET:PDF> (10.08.2017).

- Kärblane, H., Kanger, J., Kevvai, L. 2000. *Mõnede raskmetallide ja mikroelementide sisaldused Eesti põllumuldades ning -taimedes*. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium ja Eesti Maaviljeluse Instituut, Saku, 150 lk.
- Nei, L., Koorits, A. 2005. *Sissejuhatus keskkonnakeemiasse*. MTÜ Keskkonnakaitse Instituut, Tartu, 82 lk.
- Põllumajandusministri 14. november 2014. a määrus nr 101 „Nõuded väetise koostisele väetise liikide kaupa”. https://www.riigiteataja.ee/akt/1211/1201/4014/PM_m101_lisa.pdf (11.08.2017).
- Trei, T. 1991. *Taimed Läänemere põhjal*. Tallinn, Valgus, 143 lk.

Kartuli kasvatamise mõju mulla toitainete sisaldusele maheviljelussüsteemide võrdluskatses

**Viacheslav Eremeev, Jaan Kuht, Berit Tein, Liina Talgre,
Maarika Alaru, Evelin Loit, Anne Luik**

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut ▶ vyacheslav.eremeev@emu.ee

Sissejuhatus

Kartul on üheks armastatumaiks kultuuriks nii meil kui ka maailmas. Teda on läbi aegade peetud teiseks “leivaks” ning tänapäeval ei kujutaks meist keegi ette toidulauda, kust puuduks kartul (Eremeev jt., 2012). Mahepõllumajanduslikult kasvatatav kartulipind on Eestis pidevalt suurenenud. Samas ei ole seni veel piisavalt andmeid selle kohta, kas põhiliselt vaid mulla toitainearvudel ja haljasväetis- taimedel baseeruv majandamine on piisavalt jätkusuutlik. Kas ilma sõnnikuta külvikordades – paljudes mahetaludes ju loomakasvatus puudub – võib toimuda mulla väljakurnamine (Järvan jt., 2014)? Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida kuidas erinevate maheviljelusviisidega kartuli kasvatamine mõjutab mulla toitai- nete sisaldust.

Materjal ja meetoodika

Põldkatsed viidi läbi aastatel 2012–2016 Eesti Maaülikooli Põllumajanduse- ja keskkonnainstituudi Rõhu katsejaama Eerika katsepõldudel. Külvikorras oli viis üksteisele järgnevat põllukultuuri: punane ristik, talinisu, hernes, kartul ja oder punase ristiku allakülviga. Analüüsiti kolme erinevat viljelusviisi – talviste vahe- kultuurideta viljelussüsteem (Mahe 0; M0), mis järgib ainult külvikorda; talviste vahekultuuridega viljelussüsteem (Mahe I; MI) ning talviste vahekultuuride ja komposteeritud veisesõnnikuga (kevadell teraviljadele 10 t ha⁻¹, kartulile 20 t ha⁻¹) viljelussüsteem (Mahe II; MII). MI ja MII süsteemis külvatakse vahekultuuridena pärast talinisu koristust rukki ja talirapsi segu (2012. aastal oli raihein), pärast her- nest taliraps ning pärast kartulit rukis. Kõikidel katseaastatel kasvatati varajast kar- tulisorti ‘Maret’. Maheviljeluse katselappidel mineraalväetisi ja sünteetilisi mürk- kemikaale ei kasutatud. Mullaharimine oli tüüpiline mahekartuli kasvatusel, kus mõlemal katseaastal äestati üks kord ning mullati kolm korda.

Maheviljeluse süsteemides tehti taimekaitsetöid vastavalt mahe kartulikasvatuse tavadele. Katse agrotehnika oli kartulikasvatusele tüüpiline. Katsed viidi läbi neljas korduses ja iga katselapi suurus oli 60 m². Katseala muld oli Stagnic Luvisol (näivleetunud) WRB 2002 klassifikatsiooni järgi (FAO, 2006). Kartuli kogusaagi leidmiseks kaaluti kohe pärast koristust 15-ne järjestiku paikneva taime mugulad. Katseala mullast määrati pH, C_{org}, N_{üld}, P, K, Ca ja Mg sisaldused. Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi Statistica 12 (Tukey HSD test) (Statsoft, 2005). Katse tulemused on esitatud viie aasta (2012–2016) keskmistena.

Tulemused ja arutelu

Ilmastikutingimused 2012. aastal olid kartulikasvule soodsad ja kõik maheviljeluse variandid andsid kõrge saagi – üle 30 t ha⁻¹ mugulaid. Viljelusviiside vahelised erinevused saagis ei avaldunud ühesuunaliselt. 2012–2016 aastate keskmisena kartulisaakides variantide vahelised usutavad erinevused puudusid. Mahevariantide omavahelises võrdluses saadi 1 t ha⁻¹ võrra suurem kartuli kuivaine saak Mahe I foonilt. Seal kasvatati kartulile eelneva aasta sügisel talvise vahetultuurina talirapsi (tabel 1). Kolmel katseaastal (2013, 2015 ja 2016) oli märgata variandis Mahe II, lisaks vahetultuuridele, ka mulda viidud laudasõnniku mõju kartulisaagile, kus saak tõusis võrreldes Mahe I-ga 0,1–1,0 t ha⁻¹ võrra.

Mulla orgaanilise süsiniku ja üldlämmastiku sisaldust ning happesust kartuli kasvatamine eriti ei mõjutanud, küll aga suurenes oluliselt süsiniku ja lämmastiku suhe (tabel 2). C ja N suhte suurenemisel tõuseb mulla bioloogiline aktiivsus. Paranevad ka mulla füüsikalised omadused ning pooriderikkam muld võimaldab kartulile järgnevatele taimedele soodsamad kasvutingimused.

Tabel 1. Kartuli mugulasaak (t ha⁻¹) tavas- ja kolmes maheviljelussüsteemis

Viljelusviis	Kasvuaasta				
	2012	2013	2014	2015	2016
Mahe 0	36,7b ± 2,5*	18,2a ± 0,7	22,3a ± 2,1	22,1a ± 3,5	24,6a ± 0,9
Mahe I	35,8ab ± 2,3	21,2a ± 0,4	24,0a ± 1,0	22,8a ± 2,1	25,3a ± 4,1
Mahe II	32,4ab ± 1,4	21,3a ± 1,2	21,0a ± 1,2	23,2a ± 0,6	26,3a ± 2,6

Erinevad tähed samas veerus tähistavad statistiliselt olulist erinevust (Tukey HSD test, p < 0,05), * ± standardviga.

Kartuli kasvatamine ei mõjutanud usutavalt mulla fosforisisaldust (tabel 3). Mulla kaltsiumisisaldus tõusis pärast kartulit mõlemas maheviljeluse (Mahe I ja II) variandis, vastavalt 151,8 ja 102,7 mg kg⁻¹ võrra. Katsetes ilmnis pärast kartulit tendents mulla magneesiumisisalduse vähenemisele. Kaaliumisisaldus vähenes usutavalt kõikide maheviljelusviiside mullas võrdselt 20 mg kg⁻¹ (15%) võrra. Samavõrra jääb külvkorras kartulile järgnevale odrale ning selle alla külvatud ristikule vähem kaaliumit.

Tabel 2. Kartuli kasvatamise mõju mulla pH-le ja orgaanilise süsiniku (C_{org}) ning üldlämmastiku (N_{üld}) sisaldusele mullas 2012–2016 aastate keskmisena

Viljelusviis	pH	C _{org} (%)	N _{üld} (%)	C/N
Enne kartulit				
Mahe 0	5,97ab±0,06*	1,52b±0,03	0,137b±0,006	11,1a±0,38
Mahe I	6,02b±0,06	1,55b±0,05	0,141b±0,007	11,0a±0,030
Mahe II	6,02b±0,06	1,60b±0,06	0,136b±0,004	11,8ab±0,45
Pärast kartulit				
Mahe 0	5,99a±0,06	1,53b±0,05	0,127b±0,005	12,0a±0,47
Mahe I	6,04a±0,06	1,51b±0,04	0,126b±0,007	12,0a±0,69
Mahe II	6,00a±0,07	1,59b±0,06	0,133b±0,007	12,0a±0,67

Erinevad tähed samas veerus tähistavad statistiliselt olulist erinevust (Tukey HSD test, $p < 0,05$), * ± standardviga

Tabel 3. Kartuli kasvatamise mõju fosfori (P), kaaliumi (K), kaltsiumi (Ca) ja magneesiumi (Mg) sisaldusele mullas 2012–2016 aastate keskmisena

Viljelusviis	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)
Enne kartulit				
Mahe 0	115,1a ¹ ±7,42	127,2a ² ±7,4	1431,3b±72,2	185,1b±19,3
Mahe I	109,4a±6,3	126,2a±7,1	1416,8b±74,6	186,8b±16,5
Mahe II	107,0a±5,4	134,0a±4,3	1465,0b±97,1	201,1b±18,8
Pärast kartulit				
Mahe 0	112,0a±7,6	106,8a*±6,4	1467,6ab±58,1	164,8ab±19,9
Mahe I	114,5a±7,2	106,0a*±5,8	1568,6b±64,6	181,8b±20,8
Mahe II	108,2a±4,4	113,7a*±2,9	1567,7b±50,7	188,9b±21,6

¹ Erinevad tähed samas veerus tähistavad statistiliselt olulist erinevust (Tukey HSD test, $p < 0,05$), ² ± standardviga. * – näitab usutavat näitajate erinevust (Tukey HSD test, $p < 0,05$) enne ja pärast kartuli kasvatamist.

Osaliselt aitab seda kompenseerida mulda küntud kartuli- ja umbrohujäätmete lagunemisel vabanev kaalium. Ka koristusjärgselt talvise vahekultuurina külvatud talirukis võimaldab oma sügavale ulatuva juurestikuga siduda kaaliumit mulla sügavamatest osadest, ligi 30 kg ha⁻¹. Olenevalt kasvukoha tingimustest, on võimalik valida omale sobivamaid talviseid vahekultuure, mis paremini seovad K ja Mg, näiteks keerispea, sinep, kesaredis jm. (Toom jt., 2017). Võiks kasutada veel teisi lubatud meetmeid kartulisaagiga põllult eemaldatud K ja Mg kompenseerimiseks. Näiteks võib kasutada looduslikel mineraalidel põhinevaid mahepõllumajanduses lubatud väetisi (Kaaliumi mineraalid, 2017). Need sobivad hästi teiste kultuuride kõrval ka kartuli väetamiseks, sest nende kloorisisaldus on madal ja pH neutraalne. Väetamiseks võiks kasutada näiteks müüjate poolt pakutavaid väetisi Kalisop (50% K₂O), Pentkal (30% K₂O) või rohumaaadele sobivat Magnesia-Kainit (11% K₂O). Viimased kaks sisaldavad ka MgO, vastavalt 10% ja 5% ja sobivad seega ka magneesiumi defitsiidi vältimiseks.

Järeldused

Katsetulemustest selgus, et kartuli kasvatamine mahepõllul vähendas mulla kaaliumi sisaldust 15% võrra. Ilmnes ka tendents, et kartulisaagiga eemaldati mullast magneesium.

Kaaliumipuuduse kompenseerimiseks tuleks, lähtuvalt kasvukoha tingimustest, kasutada K ja Mg hästi siduvaid ja sügavale mulda tungiva juurekavaga talviseid vahekultuure, nagu keerispea, sinep või kesaredis.

Tänuavaldused. Artikkel on valminud ERA-NET Core Organic projekti Fertil-Crop, Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekti 8–2/T15121PKTM ja “Institutsionaalne uurimistoetus” projekti IUT36-2 toel.

Kirjandus

- Järvan, M., Paivel, M., Edesi, L. 2014. Kokkuvõtlikke tulemusi viljelusviiside võrdlemise katsest Olustveres. L.), lk 34–38. *Teaduselt mahepõllumajandusele*. Konverentsi “Eesti mahepõllumajandus täna ja tulevikus” toimetised (Metspalu, L., Luik, A. toim.). SA EMÜ Mahekeskus, Tartu.
- Eremeev, V., Tein, B., Luik, A. 2012. Kartul mahe- ja tavaviljeluse süsteemide võrdluskatses aastatel 2008–2012, lk 25–27. *Teaduselt mahepõllumajandusele*. Konverentsi

- “Mahepõllumajanduse arengusuunad – teadlaselt mahepõllumajandusele” toimetised (Metspalu, L., Luik, A. toim.). Eesti Maaulikool, Tartu.
- FAO, 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006, Second Edition. *World Soil Resources Report 103*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Kaaliumi mineraalid. <http://agripartner.ee/toode/kaaliumi-mineraalid/> (14. 09. 2017)
- Statsoft 2005. *Statistica 7.0*. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA, 716 lk.
- Toom, M., Lauringson, E., Talgre, L., Tamm, S., Narits, L. 2017. Sügiseste ja talviste vahetaimede biomassi moodustumine ja toitainete sidumine. *Taimakasvatusalased uuringud Eestis 2017*, 26–32.

Kartulimardika fenoloogia ja arvukuse dünaamika erinevatel aastatel

Küllli Hiiesaar, Viacheslav Eremeev

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► kylli.hiiesaar@emu.ee

Sissejuhatus

Juba aastakümneid tagasi sai kartulimardikast (*Lepidoptera decemlineata* Say) meie põldude püsiasiukas. Eestis on nüüdseks välja kujunenud talvitusvõimeline püsipopulatsioon, kelle arvukus on aastate lõikes kõikunud suurtes piirides. Mõnel aastal on kartulipõllud väga tugevasti kahjustatud, teistel peaaegu kahjurivabad. Käesolevas artiklis analüüsime neid tegureid, mis otseselt mõjutavad mardika arvukuse dünaamikat.

Töös on analüüsitud 9 aasta jooksul kogutud andmeid, mis hõlmavad nii ilmastiku- kui ka toitumistingimusi ning mardikate talvist suremust. Vaatlused toimusid aastatel 2008–2016 Maaülikooli Eerika katsepõllul, kus kartulit kasvatati mahe- ja tavaviljeluses. Maheviljeluses keemilist tõrjet ei tehtud, paaril aastal tuli kartulimardikat siiski tõrjuda, siis kasutati selleks mahetootmises lubatud neemipuu (*Azadirachta indica* A. Juss) seemnete ekstrakti baasil toodetud taimset preparaati Neem/Azal-TS. Umbrohi eemaldati käsitsi. Tavaviljeluses pritsiti taimi kartulimardika vastu Fastac 50 ja Decis Mega 50 EW-ga 1–2 korda siis, kui põllule ilmusid noored tõugud. Kartuli lehemädaniku tõrjet tehti regulaarselt siis, kui haigus hakkas levima. Mardikate talvist suremust määrasime igal aastal spetsiaalses katsetes, kus jõhvikkottidesse pakendatud mardikad kaevati 20 cm sügavusele, samasse paigutasime ka temperatuuri andurid.

Kartulimardika arvukust mõjutavad tegurid

Temperatuur. Mardikate kevadine mullast väljumine sõltub ilmastikust. Mardikad aktiveeruvad, kui muld soojeneb üle 10 °C ja efektiivsete temperatuuride summa võrdub 60–90 kraad/päevaga (Ferro jt., 1999), see tähendab, et vähemalt nädal aega peaks püsima soojad ilmad. Meie ilmastikutingimused on aastati olnud erinevad, mistõttu mardikad ilmusid põllule erinevatel aegadel. Nii näiteks olid 2008., 2009., 2011., 2012. ja 2017. aastatel jahedad kevaded, mai kuu jooksul

kogunenud aktiivsete temperatuuride summa jäi alla 25 kraad/päeva ning esimesed mardikad ilmusid põllule alles jaanipäeva paiku. Seevastu 2010., 2013. ja 2014. aastal kogunes mai kuu jooksul üle 70 kraad/päeva ning mardikad olid liikvel juba kuu aega varem, mai viimasel dekaadil.

Mida varem mardikad tegutsema hakkavad, seda suurem on tõenäosus, et kogu munatagavara jõutakse ära realiseerida ja seda suuremaks kahjuri arvukus kujuneb. Talvitunud mardikad munevad soodsates tingimustes kolme kuu vältel (Ušatinskaja, 1981). Siiski varajane mullast väljumine ei taga alati kahjuri kõrget arvukust suve jooksul. Ühe täispõlvkonna arenguks on vaja 300–400 kraad/päeva (Boman, 2008), kui see piir on ületatud, võib areneda veel teinegi põlvkond. Teise põlvkonna arenguks on vaja kvaliteetset toitu ja temperatuuride ühtlast jaotumist. Seda tuleb meie kliimas harva ette: vaid 2010. ja 2013. aastal oli esimene suvine põlvkond juba juuli keskel saavutanud täisküpsuse ning jätkas aktiivset arengut. Teine põlvkond oli väga arvukas ning mahekatstes olid augusti keskel kartulipealsed täielikult ära söödud. Vegetatsiooni perioodi jooksul kogunes üle 800 kraad/päeva ning suur osa teise põlvkonna mardikatest jõudis enne külmade tulekut arengu lõpetada ja mulda kaevuda. Hilisematest munakurnadest koorunud vastsete areng jäi madalate temperatuuride ja toidu puuduse tõttu lõpetamata. Kirjanduse andmetel hukkub kuni 95% tõukudest, kui temperatuur langeb 12–13 °C-ni (Boman, 2008). Ka 2011. ja 2015. aastal oleks üle 750 kraad/päeva kogunenud soojushulk võimaldanud areneda teiselgi täispõlvkonnal, kuid neil aastail tuli kevadel ning suve esimesel poolel ette perioode, kus temperatuur langes alla 10 °C, mille tagajärjel tõukude areng pidurdus või seiskus hoopis. Hilisemad soojaperioodid kasvatasid küll summaarset soojahulka, kuid see ei kompenseerinud enam vahepealseid jahedaid ilmu ja esimese põlvkonna noormardikad ilmusid alles augusti keskel, kui päevapikkus langes alla 15,8 tunni, mis on põhjapoolsetes regioonides mardikatele signaaliks lähenevast ebasoodsast perioodist (Noronha ja Cloutier, 2006). Peale küpsussööma läbimist ei hakanud mardikad enam munema ja kaevusid mulda.

Toit. Mullast väljumisel vajavad mardikad toitu, partnereid ja munemispaidu. Kartulipõldude otsingul suudavad nad lennata mitme kilomeetri kaugusele (Ferro jt., 1999). Kui mardikad paari-kolme nädala jooksul sobivat toitu ei leia, võivad nad hukkuda või taas mulda kaevuda. Kui kartulit kasvatatakse aastaid ühe ja sama koha peal või lähikonnas, siis seda probleemi ei teki ja mardikad saavad

kohe tegutsema hakata. Sellised tingimused olid Eerika katsepõllul olemas. Kevadeti toidupuudust ei teki, kuid just toidu kvaliteedist sõltub mardikate eluvõime, viljakus, arengu kiirus, puhkeseisundi formeerumine ja talvitumine (Hare, 1983; Tauber jt., 1988). Mahepõllul hakkas peaaegu kõikidel vaatlusaastatel suve keskel levima kartuli-lehemädanik ning madala kvaliteediga toidu tõttu olid mardikad 20 mg kergemad tavapõllu mardikatest (Hiisaar jt., 2014). Meie spetsiaalsed katsed näitasid, et ligi 80% mardikatest kaevusid juba juulikuus mulda siis, kui tõukudel oli tulnud aeg-ajalt nälvida ja nad pidid sööma koltunud lehti. Terve lehestiku korral jäi samades tingimustes diapausi vaid paar protsenti mardikatest. Varajase diapausi tõttu jääb küll sellistel aastatel rüüsteid vähemaks, kuid see tagab mardikate edukama talvitumise, sest neile jätkub toitu ja nad kaevuvad sügavamale mulda (Tauber jt., 1988). Tavaviljeluses regulaarselt läbiviidav kartuli-lehemädaniku tõrje tagab küll kvaliteetse toidu, kuid pikendab ka mardikate munemisperioodi, mistõttu hilisemate kartulimardikate arengu lõpetamine langeb ebasoodsate tingimustega perioodi ning suur osa neist hukkub. Meie vaatlused on näidanud, et vaid septembri alguseks arengu lõpetanud mardikad on suutnud koguda piisavalt reservaineid pika toiduta perioodi üleelamiseks. Hilisemate mardikate kaal jääb tavaliselt alla 100 mg ning nemad kevadeni ei ela (Hiisaar jt., 2013).

Talvitumine. Talv on putukate elus kriitiline periood. Nagu näitasid meie pikaajalised vaatlused, on külmad talved harva mardikate hukkamise otseseks põhjuseks (Hiisaar jt., 2006; Hiisaar jt., 2016). Väike osa mardikatest jääb samale põllule talvituma, enamus otsib turvalisemad talvituspaigad. Meeliskohtadeks on metsatukad ja põlluservad, hekialused ja kraaviperved, kus mardikad kaevuvad mitmekümne cm sügavusele mulda. Põllule talvituma jäänud mardikaid ohustab nii sügiskülm kui ka põllu madalamatesse kohtadesse kogunev vesi. Põhjapoolsete regioonide mardikad on suhteliselt külmakindlad, nad taluvad väga hästi $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatuure üle kuu aja, üks ööpäev $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ juures põhjustab juba külmakahjustusi, kui temperatuur langeb alla $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$, mardikad hukkuvad (Hiisaar jt., 2014). Pakane on mardikatele vaid siis ohtlik, kui puudub kaitsev lumikate. Nii juhtus 2015/2016. aastal, kui lume puudumisel langes jaanuaris mullatemperatuur 20 cm sügavusel lühiajaliselt $-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ni, tappes 92% mardikatest. Ka 2010/2011. aasta talvel langes õhutemperatuur lühiajaliselt ligi $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ni, kuid tänu paksule lumikattele ei langenud temperatuur mardikate talvituskohtades alla $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ning ellu jäi 24% mardikatest. Nii suur ellujäämus loob eeldused populatsiooni kiireks

kasvuks järgneval suvel. Kõige paremini talvituvad mardikad ühtlase mõõdukalt külma ja lumikattega talve korral. Sula ja pakaseliste perioodide vaheldumine on kõige ebasoodsam, mardikad võivad jääda sulavee tõttu õhupuudusesse, levima hakkavad haigused ja tekivad puhkeseisundi häired.

Migratsioonid. Meie kohalik populatsioon saab aeg-ajalt täiendusi lõuna- ja kagutuultega sisserännanud mardikate näol, kes maanduvad suvalistesse kohtadesse, ka kartulipõldudele. Migrandid on kohanenud teistsuguste valgus- ja temperatuuri tingimustega ja võrreldes meie kohalike mardikatega käituvad nad erinevalt (Lehman jt., 2015). Lühipäeva tingimused ei kutsu neil esile diapausi, kui jätkub toitu ja temperatuur on kõrge. Sellised mardikad jätkavad munemist kuni hilissügiseni, kuid järglaskond ei jõua arengut lõpetada. Seevastu jahe suvi ja ebakvaliteetne toit kutsuvad neil esile varajase diapausi. Migrandid võivad olla küll mõnevõrra külmatundlikumad kohalikest, kuid varajase diapausi korral on nad paremini kaitstud külma eest (de Wilde ja Hsiao, 1981). Mürkide suhtes on need mardikad resistentsemad, sest lõuna pool tehakse palju rohkem pritsimisi kui meil. Migratsioonide tõttu on raske tõrjet planeerida. Profülaktilist pritsimist ei ole mõtet teha, see tähendaks ainult kulusid. Sageli soovitatakse rajada uued põllud vähemalt 500 m kaugusele eelmise aasta põldudest, kuid suurema sisse-rände korral ka see soovitus ei toimi.

Populatsiooni struktuur. Niisiis tegutsevad meie põldudel üheaegselt erineva elulooga mardikad. Valdava osa moodustavad talve üle elanud mardikad, kes võivad kuuluda erinevatesse põlvkondadesse. Mõned neist võivad pärineda hoopis varasemate aastate populatsioonidest, kuna osal mardikatel kestab diapaus kaks ja enam aastat ja nad jäävad mitmeks aastaks mulda (Yocum jt., 2010). Mitte kõik järglaskonna andnud mardikad ei hukku, osa neist läheb taas mulda talviuma (Minder ja Petrova, 1966).

Meie kohalikku populatsiooni täiendavad sisserändajad, tundmatu päritoluga mardikad. Selline struktuur tagab populatsiooni ellujäämise mistahes tingimustes. Meie viimased uuringud on näidanud, et isegi kartuli puudumine ei hukuta mardikat – nad suudavad kiiresti kohaneda maavitsaliste sugukonda kuuluvate teiste taimeliikidega nagu tomat, harilik maavits, lilltubakas, jne.

Kui kartulimardikas põhjustab ühel aastal tõsiseid rüüsteid, ei tähenda see, et kartulikasvatusest peaks loobuda. Järgmistel aastatel võivad põllud olla peaaegu kahjurivabad, kuigi seda on üsna raske ette ennustada. Võttes kokku meie pika-

ajalised vaatluse tulemused ning arvestades Eesti ilmastiku olusid võib oletada, et mardika arvukus jääbki suurtes piirides kõikuma.

Tänuavaldus. Antud töö valmis IUT36002 projekti toetusel.

Kirjandus

- Boman, S. 2008. *Ecological and genetic factors contributing to invasion success*. University of Jyväskylä, Doctors Theses, 50, Jyväskylä.
- de Wilde, J., Hsiao, T. 1981. Geographic diversity of the Colorado potato beetle and its infestation in Eurasia, pp. 47–68. In: *Advances in potato pest management* (Lashomb, J.H. Casagrande, R., eds), Hutchinson Ross Stroudsburg PA.
- Ferro, D.N., Alyokhin, A.V., Tobin, D.B. 1999. Reproductive status and flight activity of the overwintered Colorado potato beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 91, 443–448.
- Hare, J.D. 1990. Ecology and management of the Colorado potato beetle. *Annual Review of Entomology*, 35 (1), 81–100.
- Hiisaar, K., Jõgar, K., Williams, I.H., Luik A., Kruus, E., Metspalu, L., Ploomi, A., Ere-meev, V., Mänd, M. 2016. Phenology and overwintering of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say in 2008–2015 in Estonia. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B - Soil and Plant Science, 66(6), 502–509.
- Hiisaar, K., Ere-meev, V., Metspalu, L., Kruus, E., Luik, A. 2014. Kartulimardika (*Leptinotarsa decemlineata* Say) fenoloogia ning lokaalse kujunemine aastatel 2008–2013 Eerika katsepõllul. *Agraarteadus*, 1*XXV*: 17–22.
- Hiisaar, K., Jõgar, K., Williams, I.H., Kruus, E., Metspalu, L., Luik, A., Ploomi, A., Ere-meev, V., Karise, R., Mänd, M. 2013. Factors affecting development and overwintering of second generation Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Estonia in 2010. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B - Soil and Plant Science, 63(6), 506–515.
- Hiisaar, K., Karise, R., Williams, I.H., Jõgar, K., Kruus, E., Metspalu, L., Luik, A., Ploomi, A., Ere-meev, V., Mänd, M. 2014. Cold tolerance of Colorado potato beetle's (*Leptinotarsa decemlineata* Say) adults and eggs. *Zemdirbystė=Agriculture*, 101(4), 431–436.
- Hiisaar, K., Metspalu, L., Jõudu, J., Jõgar, K. 2006. Over-wintering of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in field conditions and factors affecting its population density in Estonia. *Agronomy Research*, 4(1), 21–39.
- Lehman, P., Lyytonen, A., Piironen, S., Lindström, L. 2015. Latitudinal differences in diapause related photoperiodic responses in European Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata*). *Evolutionary Ecology*, 29(2), 269–282.

- Minder, I.F., Petrova, D.V. 1966. Ecological and physiological characteristics of the summer rest of the Colorado beetle. pp. 257–279. In: *Ecology and Physiology of Diapause in the Colorado Beetle* (Arnoldi K.V., ed.). Nauka, Moscow.
- Noronha, C., Cloutier, C. 2006. Effects of potato foliage age and temperature regime on prediapause Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, 35(3), 590–599.
- Tauber, M.J., Tauber C.A., Obrycki J.J., Gollands B., Wright R.J. 1988. Voltinism and the induction of aestival diapause in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). *Annals of Entomological Society of America*, 81(5), 748–754.
- Ushatinskaja, R.S. 1981. *Prolonged diapause in Colorado potato beetle*, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Moscow, Russia, 375 p.
- Yocum, G.D., Rinehart, J.P., Larson, M.L. 2011. Monitoring diapause development in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, under field conditions using molecular biomarkers. *Journal of Insect Physiology*, 75, 645–652.

Ettevaatust – ohtlik tomativiirus!

Kadri Just, Anders Kvarnheden, Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► kadri.just@emu.ee

Sissejuhatus

Viirushaigused on taimekasvatuses oluline probleem, põhjustades kuni 100% saagikadu. Kuna viirusvastased preparaadid puuduvad, on taimeviiruste tõrje väga keeruline (Hanssen jt., 2010). Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) on globaalselt üks olulisemaid köögiviljakultuure, kuid paraku on tal üle 200 patogeeni (Lukyanenko, 1991), millest enamiku moodustavad viirused (Hanssen jt., 2010). Eestis on nendest tomatil kõige levinum tubaka mosaiikviirus (*Tobacco mosaic virus*, TMV) (Bender, 2013), kuid üha intensiivistuva rahvusvahelise taimse materjali (puu- ja köögiviljad, istutusmaterjal, potiilutaimed ja lõikelilled) transpordiga võivad meil stabiliseeruda invasiivsed viirused ja neid siirutavad vektorputukad. Ka kliima soojenemine soodustab viiruste ja vektorputukate levikut uutesse piirkondadesse (Hanssen jt., 2010).

Üks ohtlikumaid tomati viirushaigusi on kollase keerdlehisuse ehk koldlehisuse viirus (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV). Viirust kannab edasi tubakakarilane *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hanssen jt., 2010), kes tekitab taimel ka mesikastet ning füsioloogilisi häireid (Perring, 2001). Tubakakarilasel on üle 1000 peremeestaime (Abd-Rabou jt., 2010) ja ta kannab edasi üle 300 erineva taimeviiruse (Navas-Castillo jt., 2011). Ka TYLCV-l on mitmeid peremeestaimi ning lisaks tomatile on sellele vastuvõtlikud üle 30 erineva taimeliigi, nende hulgas näiteks kurk, arbuus, baklažaan (Anfoka jt., 2009), harilik aeduba, paprika, preeriakelluke ning ogaõun (Moriones ja Navas-Castillo, 2000; Polston ja Lapidot, 2007). Lisaks tubakakarilasele levib TYLCV ka nakatunud seemnete (Kil jt., 2016) ja pookimise teel (Scholthof jt., 2011).

Sümptomid

Viirusega nakatunud taimedel võib esineda üks või mitu järgnevatest sümptomitest: lehtede ja/või leheroodude kolletumine, mosaiik, keerdlehisus, varte keerdumine ja taime kasvupeetus (CABI, 2017). Õite ja viljade moodustumine

väheneb, viljad võivad olla ka kasvult väikesemad kuid muid sümptomeid viljal ei esine (Picó jt., 1996). Kui taim nakatub varajases kasvufaasis, võib tulemuseks olla kuni 100% saagikadu (Moriones ja Navas-Castillo, 2000).

Tubakakarilase ja TYLCV Eestisse leviku ja stabiliseerumise oht

Nii *B. tabaci* kui ka TYLCV on meil ohtlikud taimekahjustajad (varasem termin karantiinsed), mille levitamine on keelatud (EFSA PLH, 2014; Taimekaitseseadus, 2015). Sellele vaatamata on putukvektorit leitud meil kasvuhoones jõulutähelt (Põllumajandusamet, 2005) ja viirusega nakatunud imporditud tomativilju kaubandusvõrgust. Viirust kandvad viljad olid pärit Hispaaniast ja Marokost. Rootsi jaekaubandusest on viirust leitud lisaks Hispaaniale ka Iisraeli, Itaalia ja Egiptuse päritolu tomativiljadest (Just jt., 2014). Taimsete saaduste sisse- ja väljaveol on tomati puhul monitooring suunatud eelkõige noortaimedele ning vilju TYLCV nakkuse suhtes paraku ei kontrollita (Delatte jt., 2003). Lisaks põhineb inspekteerimine tihti vaid visuaalsel vaatlusel, millest viirushaiguste määramiseks enamasti ei piisa (EFSA PLH, 2013). Seega transporditakse TYLCV-ga nakatunud tomativilju suurtes kogustes üle maailma (Wege, 2007), mistõttu on tomati vili viiruse nakkusallikaks (Delatte jt., 2003; Kil jt., 2016) ja viiruse leviku viis, mida hetkel ei reguleerita (EFSA PLH, 2013).

Tubakakarilane võib kaasa tulla imporditava tomatipartii lehtedel, õie- ja kroonlehtedel (EFSA PLH, 2013) ning ilutaimede, näiteks jõulutähega (Cuthbertson jt., 2011; EFSA PLH, 2013). Üksik putukas on võimeline tomati viljal toitudes sealt viiruse omastama ning seejärel haigust tervetele taimedele edasi kandma (Delatte jt., 2003). Kuigi välitingimustes tubakakarilane meie oludes ei talvitu, võib ta siin stabiliseeruda kasvuhoonetes (Botermans, 2009; EFSA PLH, 2013). Katmikalal on meil ulatuslikult levinud kasvuhoonekarilane (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)), mille eristamine tubakakarilasest võib olla keeruline. Võrreldes kasvuhoonekarilasega on *B. tabaci* valmik väiksem ning ta tiivad asetsevad rohkem keha ligi (CABI, 2017). Lisaks on kasvuhoonekarilase vastne valkjat värvi, korrapärase tableti-laadse kuju ning enamasti 12 vahaja harjasega. Seevastu tubakakarilase vastne on kollakat värvi, ebakorrapärase pannkoogi-laadse kuju ja üksikute harjastega (Bemisiamanual, 2016; CABI, 2017).

Kokkuvõte

Ulatuslik rahvusvaheline taimse toodangu transport ja fütosanitaarse piiri-kontrolli puudujäägid soodustavad TYLCV ning tubakakarilase levikut uutesse piirkondadesse (Powell jt., 2012; EFSA PLH, 2014). Ohtliku taimekahjustaja esi-nemise kahtluse korral peab teavitama Põllumajandusametit ning kinnitatud leiu korral tuleb kõik nakatunud taimed hävitada ning saastunud katmikala desin-fitseerida. Oluline on märkida, et ohtliku taimekahjustaja levitamise, teatamis-kohustuste täitmata jätmise või tõrjeabinõude rakendamata jätmise eest on ette nähtud rahaline trahv (Taimekaitseseadus, 2015).

Alles hiljuti avastati, et TYLCV levib ka seemnetega (Kil jt., 2016) ja kuna transporditavat seemet seni TYLCV nakkuse suhtes ei kontrollita (Nõukogu Direk-tiiv 2000/29/EÜ, 2000), suurendab see viiruse leviku võimalusi veelgi. Seemnete kaudu levib üle 230 erineva taimeviiruse ja kuna seemnetes säilib viirus aastaid, on rahvusvahelisel seemneäril paraku oluline roll taimeviiruste levitamisel (Sastry, 2013). Tomatikasvatajatel tasub tähelepanu pöörata ka asjaolule, et kasutades poest ostetud imporditud tomativiljast pärit seemneid, eksisteerib oht levitada TYLCV-d kohalikus tootmises. Kui see peaks aga juhtuma, tuleb kahtluse korral teavitada Põllumajandusametit ning toimida vastavalt juhistele.

Tänuavaldus. Käesolev uurimus on valminud institutsionaalse uurimistoetuse IUT36-2 toel.

Kirjandus

- Abd-Rabou, S., Simmons, A.M. 2010. Survey of reproductive host plants of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Egypt, including new host records. *Entomological News*, 121 (5), 456–465.
- Ali, A., Kobayashi, M. 2010. Seed transmission of *Cucumber mosaic virus* in pepper. *Journal of Virological Methods*, 163 (2), 234–237.
- Anfoka, G., Ahmad, F.H, Abhary, M., Hussein, A. 2009. Detection and molecular charac-terization of viruses associated with tomato yellow leaf curl disease in cucurbit crops in Jordan. *Plant Pathology*, 58 (4), 754–762.
- Bemisiamanual, 2016. <http://docplayer.se/27768925-Bekampning-av-bemisia-tabaci-i-odling-av-julstjarna-2016-rad-och-tips.html> (29.09.2017).
- Bender, I. 2013. Tomati ABC kasvuhoones. *Maamajandus*, 5, 10–11.

- Botermans, M., Verhoeven, J.T.J., Jansen, C.C.C., Roenhorst, J.W., Stijger, C.C.M.M., Pham, K.T.K., 2009. First report of *Tomato yellow leaf curl virus* in tomato in the Netherlands. *Plant Disease*, 93 (10), 1073.
- CABI, 2017. Invasive Species Compendium, <http://www.cabi.org/isc/datasheet/8927> (28.09.2017)
- Cuthbertson, A.G.S., Blackburn, L.F., Eyre, D.P., Cannon, R.J.C., Miller, J., Northing, P. 2011. *Bemisia tabaci*: The current situation in the UK and the prospect of developing strategies for eradication using entomopathogens. *Insect Science*, 18 (1), 1–10.
- Delatte, H., Dalmon, A., Rist, D., Soustrade, I., Wuster, G., Lett, J.M., Goldbach, R.W., Peterschmitt, M., Reynaud, B. 2003. *Tomato yellow leaf curl virus* can be acquired and transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) from tomato fruit. *Plant Disease*, 87 (11), 1297–1300.
- EFSA PLH (Panel on Plant Health), 2013. Scientific opinion on the risks to plant health posed by *Bemisia tabaci* species complex and viruses it transmits for the EU territory. *EFSA Journal*, 11, 3162.
- EFSA PLH, 2014. Scientific opinion on the pest categorisation of *Tomato yellow leaf curl virus* and related viruses causing tomato yellow leaf curl disease in Europe. *EFSA Journal* 12, 3850.
- Hanssen, I.M., Lapidot, M., Thomma, B.P.H.J. 2010. Emerging viral diseases of tomato crops. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 23 (5), 539–548.
- Just, K., Leke, W.N., Sattar, M.N., Luik, A., Kvarnheden, A. 2014. Detection of *Tomato yellow leaf curl virus* in imported tomato fruit in northern Europe. *Plant Pathology*, 63 (6), 1454–1460.
- Kil, E.J., Kim, S., Lee, Y.J., Byun, H.S., Park, J., Seo, H., Kim, C.S., Shim, J.K., Lee, J.H., Kim, J.K., Lee, K.Y., Choi, H.S., Lee, S. 2016. *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV-IL): a seed-transmissible geminivirus in tomatoes. *Scientific Reports*, 6, 19013.
- Lukyanenko, A.N. 1991. Disease Resistance in Tomato, pp. 99–119. In: *Genetic Improvement of Tomato. Monographs on Theoretical and Applied Genetics vol 14*, (Kalloo, G., ed.), Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Moriones, E., Navas-Castillo, J. 2000. *Tomato yellow leaf curl virus*, an emerging virus complex causing epidemics worldwide. *Virus Research*, 71, 1–2, 123–134.
- Navas-Castillo, J., Fiallo-Olivé, E., Sánchez-Campos, S. 2011. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual Review of Phytopathology*, 49, 219–248.
- Nöukogu Direktiiv 2000/29/EÜ, 2000. *Official Journal L* 169, 10/07/2000 P. 0001–0112. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0029-20170101&qid=1497418048895&from=EN> (30.09.2017)
- Perring, T.M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection*, 20 (9), 725–737.

- Picó, B., Díez, M.J., Nuez, F. 1996. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. II. The tomato yellow leaf curl virus – a review. *Scientia Horticulturae*, 67 (3–4), 151–196.
- Polston, J.E., Lapidot, M. 2007. Management of *Tomato yellow leaf curl virus*: US and Israel perspectives, pp. 251–262. In: *Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease*. (Czosnek, H., ed.), Springer, Dordrecht, the Netherlands.
- Powell, M.E., Cuthbertson, A.G.S., Bell, H.A., Boonham, N., Morris, J., Northing, P. 2012. First record of the Q Biotype of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, intercepted in the UK. *European Journal of Plant Pathology*, 133 (4), 797–801.
- Põllumajandusamet, 2005. www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=3062 (29.09.2017)
- Sastry, K.S. 2013. *Seed-borne plant virus diseases*. Springer, New Delhi, India, 315 pp.
- Scholthof, K.B., Adkins, S., Czosnek, H., Palukaitis, P., Jacquot, E., Hohn, T., Hohn, B., Saunders, K., Candresse, T., Ahlquist, P., Hemenway, C., Foster, G.D. 2011. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 12 (9), 938–954.
- Taimelaitse, 2015. Riigi Teataja. RT I, 01.09.2015, 2.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/101092015002?leiaKehtiv> (29.09.2017)
- Wege, C. 2007. Movement and localization of Tomato yellow leaf curl viruses in the infected plant, pp. 185–206. In: *Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease*. (Czosnek, H., ed.), Springer, Dordrecht, the Netherlands.

Viljelusviisi mõju herne (*Pisum sativum*) umbrohtumusele ja saagikusele

Annika Jõemaa

Ettevõtja, Viljandimaa

► annikajoemaa@gmail.com

Sissejuhatus

Hernes on oluline toidu- ja söödakultuur, mille kasvatamise teeb keerukaks tema madal konkurentsivõime umbrohtudega. Herne kasvupind Eestis on viimasel aastatel oluliselt kasvanud. Statistikaameti andmetel oli 2010. aastal herne kasvupind 6900 ha, 2016. aastaks oli antud näitaja juba 38 900 ha. Ka maheherne kasvupind on kasvanud. Kaunviljade kasvupinna suurenemisele on tõuke andnud keskkonnasõbraliku majandamise toetusega kaasnev nõue: kasvatada 15%-l põllupinnast liblikõielisi kultuure. Euroopa Liitu astumisega karmistunud keskkonnanõuded on sundinud tootjaid pöörama rohkem tähelepanu ka oma tegevuse kooskõlastamisele ümbritseva keskkonnaga, mistõttu on suurenenud põllumajandustootjate teadlikkus liblikõieliste kultuuride positiivsest mõjust mullaviljakusele.

Umbrohtumus olulise saagikust limiteeriva tegurina, on endaga kaasa toonud herbitsiidide suurenenud kasutuse. Kuna herbitsiidide kasutamine põhjustab põldudel bioloogilise mitmekesisuse languse ning mõningatel juhtudel võivad mõned herbitsiidiresistentsuse omandanud umbrohud muutuda põllul domineerivaks, siis põllumajandussektori huvi keskkonnasõbralikuma tootmise vastu on suurenenud (VanTine ja Verlinden, 2003). Umbrohtumuse vähendamiseks on võimalik kasutada ka mitmeid keskkonnasäästlikke meetodeid.

Materjal ja meetoodika

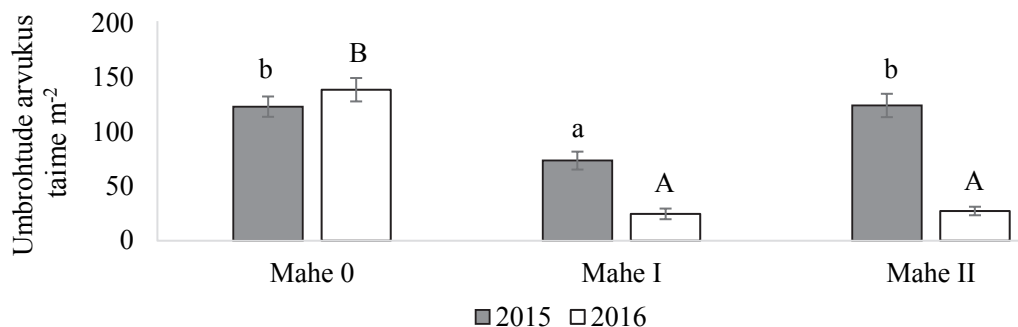
Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul viidi 2015. ja 2016. aastal läbi katse, mille eesmärgiks oli uurida kolme maheviljelussüsteemi: M0 – kontroll, talviste vahekultuurideta; MI – talvised vahekultuurid herne ees; MII – talvised vahekultuurid herne ees ja eelkultuurile anti 10 t ha⁻¹ kompostitud veisesõnnikut ning nelja tavaviljelussüsteemi (N0, N50, N100, N150) mõju herne (*Pisum sativum*) umbrohtumusele ning saagikusele. N50, N100 ja N150 süsteemides sai hernes lämmastikku 20 kg ha⁻¹ ning süsteemid erinesid üksteisest eelviljale antava lämmastiku koguse poolest. N0 variandis mineraalväetiseid ei kasutatud.

Vahekultuurina kasutati talirüpsi 'Prisma' ja talirukki 'Sangaste' segu. Tavasüsteemid künti sügisel (oktoobri lõpus) ning maheüsteemid kevadel. Tavasüsteemides kasutati herne umbrohtõrjeks herbitsiidi MCPA 750, kulunormiga 0,7 l ha-le. Liigilise mitmekesisuse iseloomustamiseks kasutati Shannon-Wieneri mitmekesisuse indeksit (H').

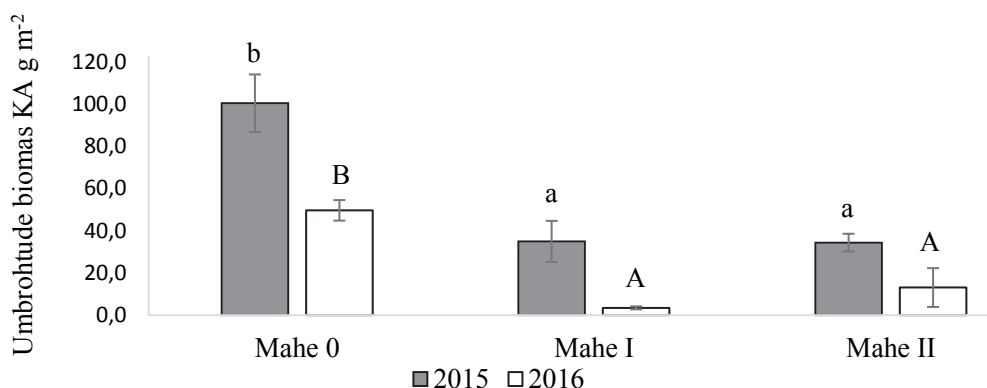
Tulemused ja arutelu

Katse tulemusena selgus, et 2015. aastal enne vahekultuuride sisseküündi jäi mahekatses M0 variandis umbrohtude arvukus samale tasemele MII variandiga, kus lisaks talvisele pinnakattele vahekultuuride näol kasutati ka kompostitud veise-sõnnikut. Umbrohtude arvukus oli madalaim MI variandis, kus kasvatati ainult talviseid vahekultuure (joonis 1). MII variandi kõrgem umbrohtude arvukus võis olla tingitud sõnnikuga põllule sattuvatest umbrohuseemnetest. Ka Leedus läbi viidud katses on leitud, et umbrohuseemnete arvukus mullas on kõrgem, kui mulle on lisatud sõnnikut (Boguzas, 2004). Samas on leitud, et sõnniku eelnev kompostimine peaks pärssima umbrohuseemnete idanemist ning arengut (Larney ja Blackshaw, 2003). Seejuures on aga oluline kompostimise käigus saavutatud temperatuur ning kompostimise kestus (Grundy jt., 2013).

Umbrohtude arvukus mahekatses 2016. aastal enne vahekultuuride sisseküündi erines mõnevõrra eelnenud aastast. MI ja MII variantide vahel ei esinenud usutavat erinevust. Kontrollvariandis oli umbrohtude arvukus statistiliselt usutavalt kõrgem kui teistes mahevariantides, mis näitab, et talirüpsi ja -rukki kasvatamine vahekultuuridena MI ja MII variantides vähendasid umbrohtumust (joonis 1). Analüüsides umbrohtude biomassi selgus, et antud katses oli eelnimetatud näitaja statistiliselt usutavalt suurim M0 katsevariandis. MI ja MII variantide vahel ei esinenud usutavat erinevust (joonis 2). Viimati nimetatud katsevariantides oli umbrohu kuivmass oluliselt väiksem kui kontrollvariandis. Põhjuseks võib olla see, et kontrollvariandis ei kasvatatud talviseid vahekultuure, mis põhikultuuride vahel suruks alla umbrohtude arengut. Umbrohtude biomass enne vahekultuuride sisseküündi oli 2016. aastal oluliselt madalam kui 2015. aastal. Põhjuseks võis olla 2015/2016 aasta talvekuude muutlik lumikatte paksus ja temperatuuri kõikumine, mis mõjutas umbrohtude talvitumist. Umbrohtude biomassi osas 2016. aastal statistiliselt usutavat erinevust MI ja MII variantide vahel ei esinenud (joonis 2).



Joonis 1. Umbrohtude arvukus (taime m^{-2}) 2015. ja 2016. aastal enne vahekultuuride sisseküündi sõltuvalt maheviljelusviisist. Vearibad tähistavad väärtuste standardviga, tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test, $p < 0,05$).



Joonis 2. Umbrohtude biomass (KA g m^{-2}) mahevariantides 2015. ja 2016. aastal enne vahekultuuri sisseküündi. Vearibad tähistavad väärtuste standardviga, tähed joonisel näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test, $p < 0,05$).

Umbrohtude arvukus kolm nädalat enne herne koristust 2015. aastal erines erinevate viljelussüsteemide vahel vähesel määral. Mahevariantides erinesid omavahelisel võrdlusel statistiliselt usutavalt M0 ja MII variandid. Vastupidiselt umbrohtude arvukusele enne vahekultuuride sisseküündi, esines enne koristust MII variandis usutavalt vähem umbrohtusid, kui M0 variandis. Põhjus võib olla selles, et künniga hävitati suur osa sõnnikuga mulda sattunud umbrohuseemnetest ja juba targanud umbrohtudest. Vahekultuuride umbrohtumust pärssiv mõju avaldus ka herne kasvuperioodil. MI ja MII variantides, kus kasvatati talviseid vahekultuure, oli umbrohtude biomass ja arvukus madalam kui M0 variandis.

Katses kasvatati talviste vahekultuuridena talirukist ning talirüpsi, mis kirjanduse andmeil on mõlemad head umbrohtude alla surujad. Lisaks on leitud, et rukis surub alla umbrohke, sest tema juure-eritistel on pärssiv mõju umbrohuseemnete idanemisele (Fageria jt., 2005). Kunz (2016) ja Bhadoria (2011) on leidnud, et rist-õieliste poolt mulda eritatavad glükosinolaatide laguproduktid võivad pärssida mõningate umbrohtude tärkamist.

Erinevalt 2015. aastast esines 2016. aastal tava- ja maheviljelusviiside võrdlemisel selgeid erinevusi nii umbrohtude arvukuse kui ka biomassi osas. Mahevariantides oli umbrohtude arvukus usutavalt kõrgem kui tavavariantide puhul. Sarnaselt umbrohtude arvukusele oli mahevariantides ka umbrohtude biomass usutavalt kõrgem võrreldes tavavariantidega.

Mõlemal analüüsitaval katseaastal selgus, et enne vahekultuuride sissekündi oli Shannon Wiener'i indeks kõrgeim M0 variandis ning madalaim MI variandis, mis tähendab, et M0 variant oli liigiliselt mitmekesisem ning MI variant, kus kasvatati vahekultuure oli madalaima liigilise mitmekesisusega. Lisaks näitasid tulemused, et kolm nädalat enne herne koristust oli liigiline mitmekesisus 2015. aastal suurim M0 variandis.

Tavavariantide omavahelisel võrdluses oli liigiline mitmekesisus väikseim N100 variandis, kõrgeim aga kontrollvariandis. Viljelusviiside võrdluses oli arvukamalt umbrohtusid M0 variandis ning kõige vähem N100 variandis. Ka 2016. aastal oli madalaim Shannon-Wieneri indeks N100 variandis.

Analüüsides herne saagikust selgus, et kolmes tavavariandis (N50, N100 ja N150) saagikuse vahel statistiliselt usutavat erinevust ei esinenud. Viljelusviiside võrdluses selgus, et mahesüsteemide keskmine saagikus oli 2015. aastal $1,7 \text{ t ha}^{-1}$ ja 2016. aastal $1,5 \text{ t ha}^{-1}$. Tavasüsteemides olid antud näitajad vastavalt $2,3$ ja $2,2 \text{ t ha}^{-1}$. Tavasüsteemi kontrollvariandi saagikus oli võrreldes teiste tavavariantide ja ka kõigi mahevariantidega usutavalt madalam. Selles variandis oli umbrohtude arvukus ja biomass kõrged, mis pakkudes hernele konkurentsi võisid põhjustada saagikuse langust. Kõigi mahevariantide saagikus oli statistiliselt usutavalt madalam kui kolme tavavariandi (N50, N100 ja N150) puhul. Lisaks selgus katses, et vahekultuuride kasvatamisel ja sõnnikuga väetamisel puudub statistiliselt usutav mõju herne saagikusele.

Järeldused

Eerika katsepõllul läbi viidud uurimusest selgus, et umbrohtude liigiline mitmekesisus oli mõlemal katseaastal suurim mahesüsteemi kontrollvariandis ning mahevariantide võrdlusena selgus, et vahekultuuride kasvatamine vähendab umbrohtude liigilist mitmekesisust. Antud katses selgus ka, et talviste vahekultuuride kasvatamine külvikorras vähendab umbrohtude arvukust ja biomassi, kuid vahekultuuride kasvatamisel ja sõnniku lisamisel mulda puudub statistiliselt usutav mõju herne saagikusele. Umbrohtude arvukus, biomass ning liigiline mitmekesisus olid suuremad mahesüsteemides, kajastudes ka herne saagikuses. Ilmnes, et herne terasaagikus on tavaviljelussüsteemides kõrgem kui maheviljelussüsteemides.

Tänuavaldused. Töö autor avaldab tänu magistritöö „Viljelusviisi mõju herne (*Pisum sativum*) umbrohtumusele ja saagikusele“ juhendajatele Liina Talgrele ja Helena Madsenile nõuannete ja abi eest töö valmimise ajal.

Kirjandus

- VanTine, M., Verlinden, S. 2003. *Organic Weed Management*. West Virginia University [http://www.guamsustainableag.org/organicpestcontrol/weedmang%20\(10\)](http://www.guamsustainableag.org/organicpestcontrol/weedmang%20(10)) (28.09.2017)
- Boguzas, V., Marcinkeviciene, A., Kairyte, A. 2004. Quantitative and qualitative evaluation of weed seed bank in organic farming. *Agronomy Research*, 2: 13–22.
- Larney, F.J., Blackshaw, R.E. 2003. Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. *Journal of Environmental Quality*, 32, 1105–1113.
- Grundy, A.C., Green, J.M., Lennartsson, M. 2013. The Effect of Temperature on the Viability Of Weed Seeds in Compost. *Compost science & utilization*, 6 (3), 26–33.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Bailey, B.A. 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36, 2733–2757.
- Kunz, C.H., Sturm, D.J., Varnholt, D., Walker, F., Gerhards, R. 2016. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. *Plant Soil Environment*, 62 (2), 60–66.
- Bhadoria, P.B.S. 2011. Allelopathy: A Natural Way towards Weed Management. *American Journal of Experimental Agriculture*, 1 (1), 7–20.

Taimeekstraktide mõju suur-kapsaliblika (*Pieris brassicae* L.) röövikutele

Katrin Jõgar, Angela Ploomi, Luule Metspalu, Anne Luik, Külli Hiiesaar

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► katrin.jogar@emu.ee

Sissejuhatus

Suur-kapsaliblika (*Pieris brassicae* L.) lai leviku areaal põhjustab taimekasvatuse vallas suuri majanduslikke kahjusid. Tõrjet saab efektiivselt teha keemiliste preparaatidega, kuid nendega kaasnevate ohtude tõttu otsitakse selle kahjuri vaos hoidmiseks alternatiivseid lahendusi. Bioloogiliste tõrjevahenditena saab kasutada erinevate taimede ekstrakte, mis võivad mõjuda nii peletajana, arengu pärssijana kui ka mürgistuse esilekutsujatena, samuti on neid kasutatud taimede vastupanuvõime suurendamiseks kahjurite ja haigustekitajate vastu (Metspalu jt., 1997). Putukaid mõjutavate omadustega taimi on avastatud kõige rohkem troopika- maades. Need alluvad rüüsteile ulatuslikumalt ja seetõttu on nende sekundaarsete metaboliitide kui kaitseühendite kompleks paremini välja kujunenud kui parasvöötme taimedel (Luik, 2012). Samas ka meie parasvöötme tingimustes kasvavad taimed sisaldavad toimeaineid, mis putukaid mõjutavad ja nende arvukust reguleerivad. Kahjurite tõrjeks on kasutatud soolikarohu (*Tanacetum vulgare* L.), koi-rohu (*Artemisia absinthium* L.), kesalille (*Tripleurospermum inodorum* L.), puju (*Artemisia vulgaris* L.), tomati (*Lycopersicon esculentum* Mill.), rabarberi (*Rheum rhaponticum* L.) jt. taimede ekstrakte (Luik, 2012; Metspalu, 2017). Taimed võivad sisaldada ka samaaegselt erinevalt mõjuvaid ühendeid, mis koos toimides üksteise mõju tugevdavad. Nii võib üks ja seesama taim putukale mõjuda nii peletajana, söömise ja munemise pärssijana, aga ka toksiliselt. Ekstrakti toime tugevdamiseks lisatakse lahustele mõnikord ka rohelist seepi (Ploomi jt., 2015; Metspalu, 2017).

Luik (1997) leidis, et erinevad taimeekstraktid mõjuvad suur-kapsaliblika valmikutele ja röövikutele samuti mitmetoimeliselt: kontaktelt, kuid ka söömise ja munemispärssijana. Näiteks soolikarohu tõmmisega töödeldud kapsale ei munetud üldse, samuti pärssis munemist tugevasti kesalille tõmmis. Puju ja raud-rohu (*Achillea millefolium* L.) tõmmised avaldasid munemisele mõnevõrra vähem

mõju. Suur-kapsaliblika röövikuid mõjutasid jällegi kõige enam kesalildest, pujust, soolikarohust, rabarberist ning tomatist valmistatud tõmmised.

Uurimistöö eesmärk oli selgitada kolmest meie tingimustes levinud taimest – kilpjalast (*Pteridium aquilinum* L.), paiselehest (*Tussilago farfara* L.) ja põldosjast (*Equisetum arvense* L.) valmistatud ekstraktide mõju suur-kapsaliblika röövikute toitumisele.

Materjal ja metoodika

Katse viidi läbi 2015. aasta suvel Eesti Maaülikooli taimekaitse osakonna rakendusentomoloogia laboris. Katseputukaks valiti suur-kapsaliblikas, kes on meil üks olulisematest ristõieliste kultuuride liblikkahjuritest. Suur-kapsaliblika munakurnad koguti Eerika katsepõllult. Röövikuid kasvatati kasvatuskambris (MLR-350H, Sanyo, Jaapan) temperatuuril +23 °C ja lühipäeva tingimustes (10 tundi valgust, 14 tundi pimedust) kolm kasvujärku, toites neid töötlemata valge peakapsa (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) lehtedega. Ekstraktide mõju uurimisel röövikute toitumisele kasutati kilpjala, paiselehe ja põldosja 20%lisi vesi-tõmmiseid ning märgajana osades variantides ka 0,1% rohelseebi (edaspidi RS) lahust. Katsesse võeti äsja neljandasse kasvujärku koorunud röövikud, kes asetati ühekaupa 24 tunniks vastava taimeekstraktiga töödeldud lehekettale sööma ning seejärel mõõdeti ööpäeva jooksul söödud lehepindala. Igas katsevariantis oli 20 röövikut. Lehekettad mõõdeti lehepinna mõõturiga Area Meter AM 100-ga (ADC BioScientific Ltd, England). Selleks asetati lehepinna mõõturile lehekettad ning skanneriga mõõdeti toitumisel järele jäänud leheketta pindala ja sellele järgnes andmete analüüs.

Tulemused ja arutelu

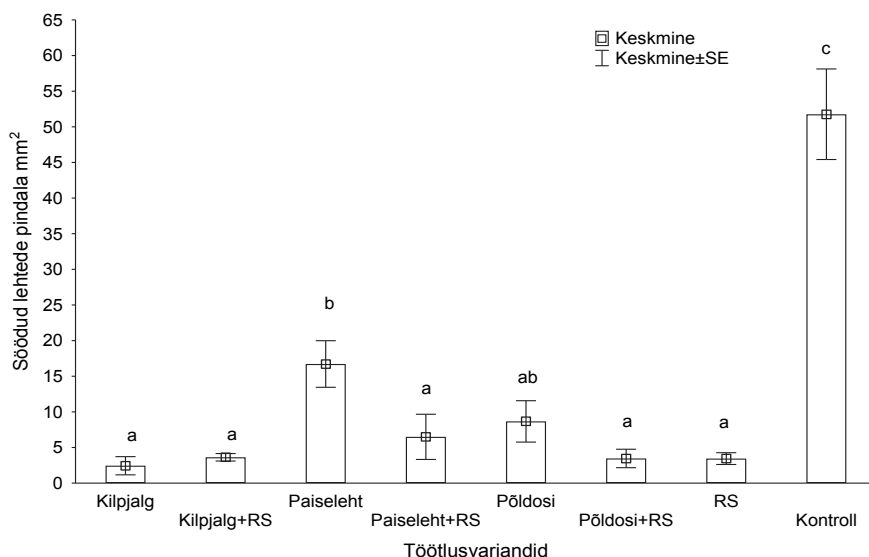
Suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsus oli katses olnud töötlusvariantides erinev. Katsetulemuste statistiline andmetöötlus näitas, et lehtede töötlemine erinevate lahustega mõjutas oluliselt röövikute toitumisaktiivsust (ANOVA: $F_{7,16} = 26,91$; $p < 0,001$; Tukey test, $p < 0,001$). Selgus, et röövikute toitumisaktiivsus oli statistiliselt usaldusväärselt kõrgem kontrollvariantis võrreldes kõigi teiste katses olnud variantidega (Tukey test, $p < 0,05$) (joonis 1). Selle variandi röövikud sõid ööpäeva jooksul ära enam kui pool katses olnud toidust. Teistes katses olnud variantides oli söödud lehtede pindala oluliselt väiksem. Töödeldud variantide

omavahelisel võrdlemisel selgus, et röövikute poolt söödud lehe pindala oli oluliselt suurem puhta paiselehe ekstrakti variandis (Tukey test, $p < 0,05$) ning sellele järgnes puhta põldosja variant. Sarnaseid tulemusi said oma uurimuses ka Park jt. (2014), kes lisaks leidsid, et paiselehe alkoholiekstrakt oli vesilahusest märksa tõhusam ning pärssis toitumist.

Meie katses ülejäänud töötlusvariantide omavahelisel võrdlemisel erinevusi ei leitud (Tukey test, $p > 0,05$) (joonis 1).

Varasemad uuringud (Ploomi jt., 2015) on näidanud, et taimeekstraktide toime tõhustamisel on oluline roll rohelisel seebil. Nende autorite uuringutest selgus näiteks, et suur-kapsaliblika röövikud hukkusid kilpjalatõmmise ja rohelise seebi koostoimel kiiresti ning nad järeldasid, et selle kahjuri tõrjumisel tuleb nii kleepuvuse tõstmiseks kui ka tõmmise toime tugevdamiseks lisada rohelist seepi. Rohelise seebi vesilahuseid on viimastel aastakümnetel kasutatud nii kahjurite ja kui ka nende poolt levitatavate haiguste kontrollimiseks.

Rohelise seebi lisandiga valikkatseis eelistasid kahjurid valdavalt töötlemata taimi (Dancewicz ja Gabrys, 2008; Kim jt., 2010; Metspalu, 2017). Üldiselt ollakse seisukohal, et roheline seep aitab üheltpoolt kaasa lahuse kleepuvuse suurenda-



Joonis 1. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute keskmine söödud lehepindala erinevates töötlusvariantides (ANOVA, $F_{7,16} = 26,91$; $p < 0,001$; Tukey test, $p < 0,001$); erinevad tähed tulpadel näitavad usaldusväärset erinevust. Joonisele on kantud standardviga.

misele, aga võib tugevdada ka ekstrakti toimet. Nii näiteks leidsid Dancewicz jt. (2011), et kui küüslaugu ekstraktile lisati rohelist seepi või soolikarohtu, suurenes mõlema segu söömistpärssiv toime lehetäidele. Ka on leitud, et köömne õli ja rohelse seebi koostoime oli oluliselt toksilisem röövlesta (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) munadele ja punase kedriklesta (*Tetranychus urticae* Koch) munadele ning vastsetele (Tsolakis ja Ragusa, 2008). Kirjanduse andmetel aitab ekstrakti toime tugevdamisele kaasa ka mõne teise ekstrakti lisamine, mille tulemusena toimeained sünergeeruvad. Nii näiteks saadi koirohu ja männi ekstrakti seguga punase kedriklesta tõrjel paremaid tulemusi kui kummagi ekstraktiga eraldi (Metspalu, 2017).

Järeldused

Katsete tulemustest selgus, et kapsalehtede töötlemine taimeekstraktidega mõjub suur-kapsaliblika röövikute toitumisele negatiivselt. Katses olnud taime-dest oli kõige tõhusam kilpjala ekstrakt, sellega töödeldud lehtedel oli röövikute toitumine kõige enam pärsitud.

Kõikide ekstraktide toime oli tõhusam siis, kui neile lisati rohelist seepi. Seega tuleb suur-kapsaliblika röövikute tõrjumisel lisada lahustele nii kleepuvuse tõstmiseks kui ka ekstrakti toime tugevdamiseks rohelist seepi.

Tänuavaldused. Uurimistöö on valminud IUT36-2 toetusel.

Kirjandus

- Dancewicz, K., Gabryś, B., Przybylska, M. 2011. Effect of garlic (*Allium sativum* L.) and tansy (*Tanaceum vulgare* L.) extracts and potassic horticultural soap on the probing and feeding behaviour of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776). *Aphids and other hemipterous insects*, 17, 129–136.
- Dancewicz, K., Gabrys, B. 2008. Effect of extracts of garlic (*Allium sativum* L.), wormwood (*Artemisia absinthium* L.) and tansy (*Tanaceum vulgare* L.) on the behavior of the peach potato aphid *Myzus persicae* (Sulz.) during the settling on plants. *Pesticides*, (3–4), 93–99.
- Kim, D.I., Kim, S.G., Kim, S.K., Ko, S.J., Kang, B.Y., Choi, D.S., Hwang, I.C. 2010. Characteristics and toxicity of *Chrysanthemum* sp. line by extract part and methods against *Tetranychus urticae*, *Nilaparvata lugens*, and *Aphis gossypii*. *Journal of Organic Agriculture*, 18(4), 573–586.

- Luik, A. 2012. *Looduslikud vahendid mahepõllumajanduslikus taimekaitstes*. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus, Tartu, 32 lk.
- Metspalu, L., Hiiesaar, K., Kuusik, A. 1997. *Katmikkultuuride kahjurid, nende bioloogia ja keskkonnasäästlik tõrje*. AS Tartumaa Trükk, 98 lk.
- Metspalu, L. 2017. *Taimedega kahjurite vastu*. OÜ Hea lugu, 192 lk.
- Park, S.H., Oh, H.W., Kwon, H.R., Seo, M.J., Yu, Y.M., Youn, Y.N. 2014. Insecticidal Activities of *Tussilago farfara* Extracts against *Culex pipiens pallens* and *Tetranychus urticae*. *Korean Journal of Agricultural Science*, 41(3), 177–185.
- Ploomi, A., Metspalu, L., Luik, A., Jõgar, K., Hiiesaar, K., Sibul, I., Kivimägi, I. 2015. Roheline seep tugevdab taimsete tõmmiste toimet. *Agronoomia* 2015, 151–154.
- Tsolakis, H., Ragusa, S. 2008. Effects of a mixture of vegetable and essential oils and fatty acid potassium salts on *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70, 276–282.

Mullaharimise ja väetamise mõju vihmaussikooslusele

Greete Kahu, Liina Talgre, Endla Reintam, Viacheslav Eremeev, Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► greete.kahu@gmail.com

Sissejuhatus

Tänapäeval toimub pidev maakasutuse intensiivistamine, mis omakorda mõjutab mullaorganismide elutegevust. Vihmaussid on maakasutuse ja mullaviljakuse jälgimiseks head indikaatorid. Nende arvukus on suur, nad on kergesti identifitseeritavad ja erinevatest põllumajandustöödest otseselt mõjutatavad. Vihmaussidel on mullas mitmeid ülesandeid. Nad osalevad orgaanilise aine lagunemisel ja mulla mineraliseerumise protsessis, suurendavad selle poorsust, õhutavad ning parandavad veehoiuvõimet ja toitainete olemasolu mullas (Edward ja Bohlen, 1996) suurendades sellega taimekasvu (Brown jt., 2004). Liikudes läbi mulla jätavad vihmaussid endast maha koproliite (Edwards, 2004), mis parandavad lämmastiku, fosfori, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi kättesaadavust mullast (Pierzynski jt., 2005).

Kuna erinevad liigid reageerivad välistele mõjutajatele kiiresti (mullaomadused ja inimtegevus), on ussid mulla bioloogilisele seisundile kiireks ja lihtsaks hinnangu andmiseks kõige sobivamad. Töö eesmärgiks oli uurida mahe- ja tava viljeluse külvikordades mullaharimise, talviste vahekultuuride, väetamise ja põhikultuuride mõju vihmausside arvukusele ja biomassile.

Materjal ja meetoodika

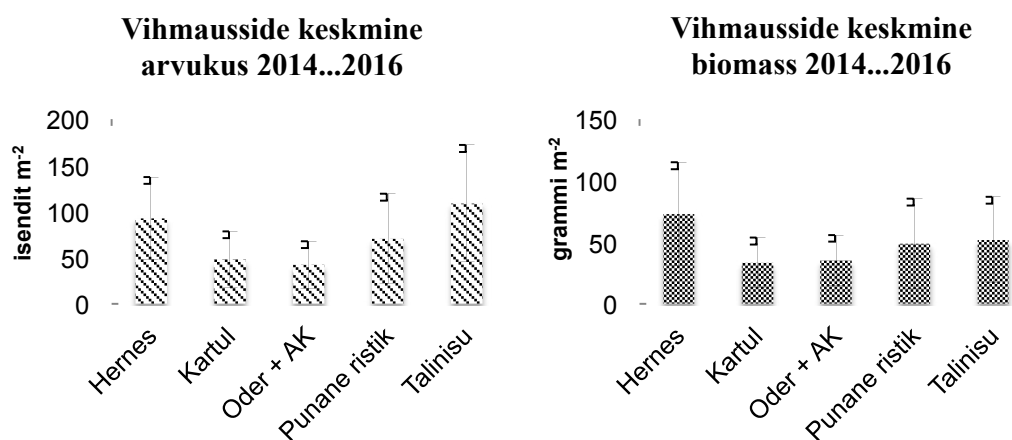
Uurimaks erinevate tegurite mõju vihmaussikooslusele, viidi 2014.–2016. aasta sügisel läbi katse Tartu maakonnas Eerikal asuval Eesti Maaülikooli tava- ja maheviljeluse katsepõllul. Viieväljalises külvikorras kasvatatavad kultuurid olid punane ristik, punase ristiku allakülviga oder, kartul, hernes ja talinisu. Proovid võeti Mahe 0 (kontrollvariant), Mahe I (talviste vahekultuuridega), Mahe II (talviste vahekultuuridega + sõnnik 40 t ha⁻¹), Tava 0 (kontrollvariant + pestitsiidid) ja Tava 150 (mineraalväetistega N₁₅₀P₂₅K₉₅ + pestitsiidid). 2016. aasta sügisel viidi läbi katsed tootmispõldudel, milleks valiti kahe Lõuna-Eesti tootja põllud – Hummuli Agro OÜ-s ja Rannu Seeme OÜ-s. Hummuli Agro OÜ põldudest valiti välja kaks

tavaviljelusega põldu, millest üht väetati veise vedelsõnnikuga ja teist mitte. Ettevõtte põldudel toimub intensiivne tootmine, kus külvikord on planeeritud. Katseaastal olid eelnimetatud põllud rohumaa all. Rannu Seeme OÜ tavaviljelusega põldudel võrreldi omavahel küntud ja minimeeritud harimist. Mullaharimissüsteeme on kasutatud pikaajaliselt ning analüüsi aastal kasvatati mõlemal katsepõllul teravilja.

Tulemused ja arutelu

Eesti Maaülikooli tava- ja maheviljeluse katsete võrdlemisel leiti, et vihmausside arvukust ja biomassi mõjutasid oluliselt nii kultuurid kui ka väetamine. Kolme aasta keskmisena esines kultuuride toime võrdlusel selline tendents, et kõrgeim vihmausside arvukus ja biomass esines talinisu, herne ja ristiku aladel. Sellised tulemused võisid olla tingitud sellest, et libliköielised nagu hernes ja ristik (talinisu eelvili) on heaks orgaaniliseks aineks mullas, mis on omakorda hea toiduallikas vihmaussidele. Ristiku sisseküünd parandas vihmausside elutingimusi (toiduvaru) ja seeläbi suurenes nende biomass ning arvukus talinisu aladel.

Madalaima arvukusega alad olid punase ristiku allakülviga odra ja kartuli katsepõllud (joonis 1). Kartulipõllul võisid põhjuseks olla mullaharimistööd, mis võrreldes teiste kultuuridega olid intensiivsemad ja häirisid vihmausside elutegevust. Peale selle võis teiste kultuuridega võrreldes madala arvukuse põhjus olla väik-



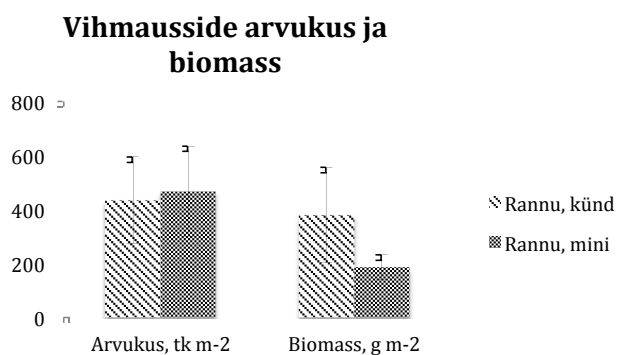
Joonis 1. Vihmausside (tava- ja maheviljeluse) keskmine arvukus (isendit m⁻²) ja biomass (g m⁻²) 2014...2016 aastate sügisel sõltuvalt kultuurist väetusvariantide keskmisena. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi ($p < 0,05$) Tukey meetodil kultuuride vahel katseaastal.

sem mulda viidud taimejäänuste kogus, mis tähendas vähemat toiduvaru ussidele. Ristiku allakülviga odra puhul võis vihmausse mõjutada külvikorras eelnenud kar- tul, millest usside arvukus ei olnud jõudnud veel piisavalt taastuda (joonis 1).

Maheviljeluses väetusvariandi puhul oli näha tendentsi, et sõnnikuga väeta- tud ja talviste vahekultuuridega (Mahe II) aladel oli vihmausside arvukus kõrgem. Sarnane tendents esines ka 2015. aastal, kus kõrgem arvukus ja mass olid Mahe II ja madalaim Mahe 0 süsteemis. Kõrgema arvukuse tagasid head toitumistingimu- sed Mahe II alal, kuna sinna lisati sõnnikut, mille lisamisega mulda kaasneb suu- rem toitainete kogus, mis omakorda suurendab vihmausside arvukust ja biomassi. Talviste vahekultuuride haljasväetisena kasvatamine mõjus vihmaussidele samuti soodsalt. Suurenes nii vihmausside arvukus kui ka biomass. Kolme aasta keskmii- sena suurendas vahekultuuride kasvatamine vihmausside arvukust ja massi 11%.

Tavaviljeluses esines kõrgem mass ja arvukus Tava 0 alal võrreldes Tava 150 alaga. Tavaviljeluse väetamata ala (Tava 0) eeliseks võis olla see, et seal ei kasu- tatud Tava 150 alaga võrreldes mineraalväetisi. On leitud, et mineraalväetiste mõju on vihmaussidele enamasti negatiivne, kuna vihmaussid on väga tundlikud ammoniaagi ja ammoniaagipõhiste väetiste suhtes ning pikaajaline lämmastiku kasutamine muudab mulla happelisemaks (Rashid, 2014).

Tootmisettevõttes, kus kasutati minimeeritud harimist, esines tendents, et usside arvukus oli veidi kõrgem kui põldudel, kus künti. Kõrgem arvukus mini- meeritud alal tähendab paremaid elutingimusi vihmaussidele tänu sellele, et neid



Joonis 2. Rannu Seeme OÜ teravilja katsepõldude vihmausside keskmine arvukus (isendit m⁻²) ja biomass (grammi m⁻²).

häiritakse vähem. Peale selle jäävad taimejäänused mulla pinnale, mis muudab mulla orgaanilise aine kogust ning tagab ussidele toidu. Küntud aladel oli kõrge biomass, mis tähendas täiskasvanute usside rohkemat esinemist. Minimeeritud harimisel oli see aga madal, mis tähendas kõrget juveniilsete vihmaus- side osakaalu (joonis 2).

Lisaks võrreldi tootmispõldudel veiselägaga väetatud ja lägata katsealasid. Võrdlusele leiti, et vedelsõnniku kasutamisel oli vihmausside arvukus ja biomass kõrgem kui väetamata mullas. Kõrgem arvukus ja biomass võisid olla tingitud sellest, et läga suurendab orgaanilise aine kogust mullas ning muudab ka mulla happesust neutraalsemaks (läga oli aluseline, pH > 8), mis omakorda tähendas paremaid elutingimusi väetatud alal.

Kokkuvõte

Talvised vahekultuurid, kompostitud tahesõnnik ning veise vedelsõnnik suurendasid vihmausside arvukust ja biomassi, samal ajal kui mineraalväetiste kasutamine vähendas nii vihmausside arvukust kui ka biomassi.

Tänuavaldused. Autor tänab oma juhendajaid Endla Reintami ja Liina Talgret. Uurimus on valminud ERA-NET CORE ORGANIC FertilCrop ja Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekti P170062PKTM toel.

Kirjandus

- Brown, G.C., Edwards, C.A., Brussaard, L. 2004. How earthworms affect plant growth: Burrowing into the mechanisms, pp. 13–52 In: *Earthworm Ecology* (Edwards, C.A., ed.). Second edition, London, CRC Press.
- Edwards C.A. 2004. The Importance of Earthworms as Key Representatives of the Soil Fauna, pp. 3–11. *Earthworm Ecology* (Edwards, C.A., ed.). Second edition, London, CRC Press.
- Edwards C.A., Bohlen P.J. 1996. *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd Edition. London, Chapman&Hall. 426 pp.
- Pierzynski, G.M., Sims, J.T., Vance, G.F. 2005. *Soils and environmental quality*. 3rd ed. Boca Raton, CRC Press. 592 pp.
- Rashid, M.I., de Goede, R.G.M., Nunez, G.A.C., Brussaard, L., Lantinga, E.A. 2014. Soil pH and earthworms affect herbage nitrogen recovery from solid cattle manure in production grassland. *Soil Biology & Biochemistry*, 68, 1–8.

Aдру ja sapropeeli kasutamine mahekaera kasvatamisel

Tiia Kangor, Liina Edesi, Valli Loide, Elina Akk, Ene Ilumäe

Eesti Taimekasvatuse Instituut

► tiia.kangor@etki.ee

Sissejuhatus

Aдру on kasutatud orgaanilise väetisena Eesti saartel ja rannikualadel juba pikka aega. Teaduslikel uurimistöödel põhinevaid artikleid adru kasutamisest maheviljeluses on kirjutatud vähe (Särekanno ja Kotkas, 2010; Bender, 2011).

Sapropeeli e järvemuda kasutamise kohta orgaanilise väetisena on uuritud veelgi vähem ning enamasti on seda käsitletud lõunanaabrite uurimustes (Baksiene, 2009).

Antud töö eesmärgiks oli uurida nii adru kui ka sapropeeli kui maheviljeluses lubatud mullaparanusainete mõju mulla mikrobioloogilisele aktiivsusele, toiteelementide sisaldusele mullas ning kaera terasaagile ja -kvaliteedile.

Materjal ja meetoodika

Eesti Taimekasvatuse Instituut (ETKI) rajas 2015. a Sakku ja Jõgevale kaks põldkatset. Saku katsealal oli kerge liivsavi lõimisega (ls_1) kamar-karbonaatmuld (K), Jõgeval raske liivsavi lõimisega (ls_3) gleistunud leetjas muld (KIg).

Sakus viidi läbi katsed adrug, kus variantideks olid A0 (kontroll), A1 (adru 20 t ha⁻¹) ja Jõgeval sapropeeliga, kus variantideks olid S0 (kontroll), S1 (sapropeel 50 t ha⁻¹) ja S2 (sapropeel 100 t ha⁻¹). Orgaanilised väetised viidi mulda enne seemne külvi. Saku katse rajati neljas korduses 25 m² lappidele, Jõgeva oma kuues korduses 10,5 m² lappidele. Mõlemas katses oli sama kaerasort 'Eugen', mis külvati normiga 600 idanevat tera ruutmeetrile. Umbrohutõrjeks äestati mõlema katse põlde, kui kaerataimed olid 3–4 lehe faasis.

Toiteelementide sisalduse võimalike muutuste hindamiseks võeti mõlemalt katsealalt keemiliseks analüüsiks mullaproovid enne orgaaniliste väetiste laotamist ja pärast vilja koristamist. Analüüsid tehti Põllumajandusuuringute Keskuse laboris.

Mulla mikrobioloogilise aktiivsuse iseloomustamiseks kasutati ensümaatilise aktiivsuse määramise meetodit. Määratud ensüümiks oli dehüdrogenaas. Selleks võeti mullaproovid 0–20 cm sügavuselt ühekuuse intervalliga ajavahemikul enne väetisainete laotamist kuni augusti lõpuni ning need analüüsiti ETKI Saku laboris.

Kaera terasaagid arvatati 14% niiskusele ning terakvaliteedi (proteiinisisaldus, 1000 tera ja mahumass) analüüsid tehti ETKI Jõgeva laboris.

Ilmaolud olid mõlemas katsekohas kaera kasvuks soodsad. Sademeid tuli normilähedaselt või enam, ainult mai II, III ja juuni I, II dekaadis esines mõlemas katsekohas lühiajalist kuivust. Samuti oli tera täitumisfaasis juuli III dekaadis ja kogu augustikuu mõlemas katsekohas kuivem.

Saagi- ja terakvaliteedi andmed töödeldi dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures statistikaprogrammiga Agrobases™. Mulla dehüdrogenaasi aktiivsusele arvatati standardhälbed.

Tulemused ja arutelu

Mulla toiteelementide dünaamika. Saku katses anti adrugale (20 t ha⁻¹) ümber arvatuna ühele hektarile kilodes 192,7 N; 17,8 P; 103,6 K; 353,3 Ca; 102,8 Mg; 4,5 Mn; 0,04 Cu ja 2,4 B. Jõgeva katses viidi sapropeeli kahe normiga (50 t ha⁻¹ ja 100 t ha⁻¹) mulda vastavalt N – 62,3 ja 124,6; P – 37,7 ja 75,4; K – 34,8 ja 69,7; Ca – 1300,8 ja 2601,6; Mg – 58,9 ja 117,8; Mn – 15,2 ja 30,4; Cu – 0,15 ja 0,30; B – 0,4 ja 0,8 kg ha⁻¹. Mõlema katse kontrollvariandid neid elemente ei saanud. Seega anti Jõgeva katses mõlema sapropeeli normiga mulda rohkem P, Ca ja Cu kui Saku katses adrugale. Kõige suurem erinevus oli Mn osas, mille sisaldus oli sapropeeli kasutamisel mullas suurem kui adru variandis. Seevastu adrugale väetamisel sai mulda enam K, B ja N.

Kevadel ja sügisel võetud mullaproovide keemilise analüüsi tulemuste võrdlemisel selgus, et enamike toiteelementide sisaldus oli mõlema katseala mullas kasvuperioodi lõpuks vähenenud. Jõgeval oli kõikides variantides kõige rohkem vähenenud N sisaldus, kuid sapropeeli variantides siiski vähem kui kontrollvariandis. Seevastu Mn, K ja B sisaldused olid tõusnud, Cu sisaldus jäi kõikides variantides samaks.

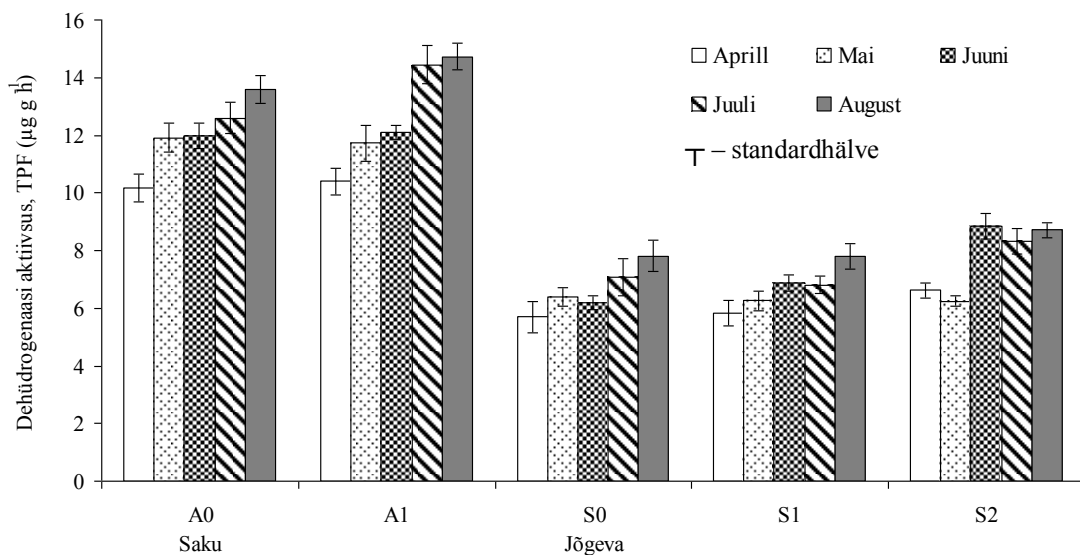
Adru kasutamisel Sakus oli veidi tõusnud B sisaldus, teised elemendid olid vähenenud. Sellest järeldub, et nähtavasti ei suutnud adru korralikult laguneda. Adrus sisalduvad toiteelemendid ei olnud seetõttu ka kaerataimede jaoks piisavalt kättesaadavad.

saadavad. Kuna mai lõpus ja ka juunis oli vähe sadanud, siis kuiv muld takistas adru lagunemist. Järelikult on adru kasutamisel oluliseks faktoriks ilmastikutingimused.

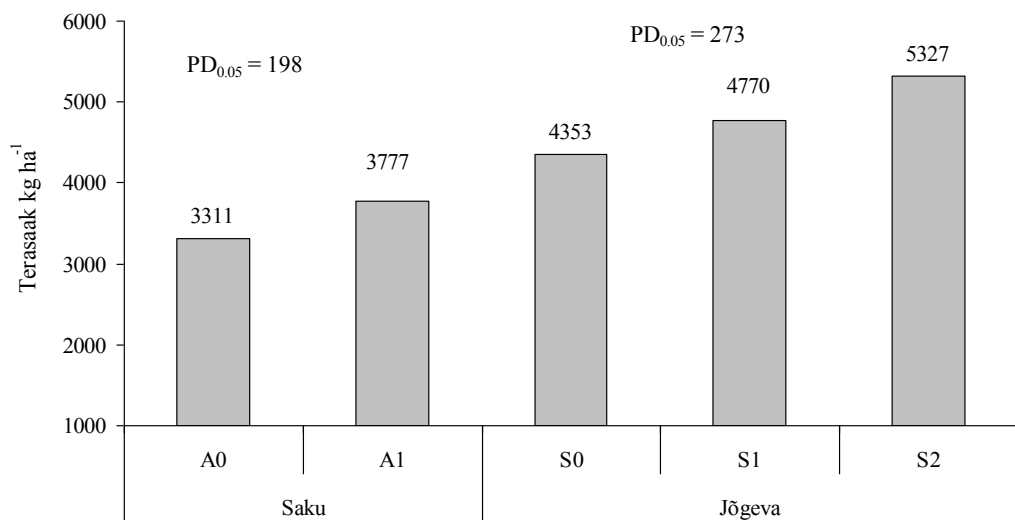
Mulla mikrobioloogiline aktiivsus. Saku katseala mõlema variandi mulla dehüdrogenaasi aktiivsus oli üldiselt kõrge (joonis 1), eelkõige kõrge orgaanilise süsiniku (C_{org} 4,6–5,4%) ja suure toiteelementide sisalduse tõttu. Sellest katsest selgus, et dehüdrogenaasi aktiivsuse järsk tõus adru variandis toimus juulikuus (neljandal määramisel), mil adru hakkas lagunema ning see püsis katse lõpuni kõrge.

Jõgeval jäi mulla dehüdrogenaasi aktiivsus madalamaks. Põhjuseks oli madalam toiteelementide ja orgaanilise süsiniku sisaldus (C_{org} 1,8–2,0%). Jõgeva katses oli samuti mai II dekaadist kuni juuni I dekaadi lõpuni kuivem, mistõttu mulla dehüdrogenaasi aktiivsuse märgatav tõus ilmes alles 15. juunil võetud suurema sapropeeli normiga (100 t ha^{-1}) väetatud proovist. Väiksema sapropeeli normiga väetatud katses (50 t ha^{-1}) oli see sarnane kontrolliga ja see ei muutunud kogu katsetsükli jooksul. Suurema normiga sapropeeli variandis püsis dehüdrogenaasi aktiivsus kõrge kaera kasvuperioodi lõpuni.

Kuivaine sisalduse määramine näitas, et adru kuivaine sisaldus oli 80% ja sapropeelil oli see 27%, mis viitas sellele, et adru lagunemiseks oligi vaja enam niiskust ja aega.



Joonis 1. Mulla dehüdrogenaasi aktiivsus Sakus (A0 – kontroll, A1 – adru 20 t ha^{-1}) ja Jõgeval (S0 – kontroll, S1 – sapropeel 50 t ha^{-1} , S2 – sapropeel 100 t ha^{-1}).



Joonis 2. Kaera terasaak erinevates variantides Sakus (A0 – kontroll, A1 – adru 20 t ha⁻¹) ja Jõgeval (S0 – kontroll, S1 – sapropeel 50 t ha⁻¹, S2 – sapropeel 100 t ha⁻¹).

Terasaak ja -kvaliteet. Kaera keskmine saagitase oli Jõgeval mõnevõrra kõrgem kui Sakus (joonis 2). Sakus andis adruiga variant kontrollvariandist usutavalt suurema enamsaagi. Sama oli ka Jõgeval, mõlema sapropeeli normiga väetatud variantide terasaagid olid usutavalt suuremad kui kontrollvariandis.

Saku katses oli adruiga väetamisel proteiinisaldus (9,2%) sarnane kontrollvariandi omaga (9,4%), 1000 tera mass jäi aga usutavalt väiksemaks, vastavalt 43,4 g (adru) ja 46,4 g (kontroll). Parema väetamise tulemusena suurenes Jõgeva sapropeeli 100 t ha⁻¹ variandis kaera 1000 tera mass (41,7 g), kuid vähenes proteiinisaldus (9,2%). Sapropeeli väiksema normiga variandis jäid need näitajad sarnaseks kontrollvariandile, vastavalt 38,9 g ja 10,0% (sapropeel) ning 39,4 g ja 9,9% (kontroll). Mahumass suurenes oluliselt mõlemas sapropeeliga väetatud variandis (vastavalt järvemuda 50 t ha⁻¹ variandis 537 ja järvemuda 100 t ha⁻¹ variandis 538 g l⁻¹). Adruiga väetamisel jäi küll kaera mahumass väiksemaks kui sapropeeliga väetamisel, kuid oli siiski usutavalt suurem (517 g l⁻¹) kontrollvariandi mahumassist (506 g l⁻¹).

Järeldused

Sapropeeli kasutamine suurendas mulla toitainete sisaldust ja selle mõju mulla mikrobioloogilisele aktiivsusele ning kaera terasaagile avaldus kõige paremini kasutusnormi 100 t ha⁻¹ juures.

Atru kui kuivainerikka mullaparandusaine lagunemine võttis enam aega, mistõttu ei olnud toiteelemendid taimedele kohe kättesaadavad. Selle mõju avaldus alles kasvuperioodi teisel poolel ja jäi seetõttu tagasihoidlikuks.

Tänuavaldused. Uurimus viidi läbi Maaeluministeeriumi poolt rahastatud projekti „Ülevaade alternatiivsete mullaparandusainete kasutusvõimalustest ja tehnoloogiatest mahepõllumajanduslikus taimekasvatuses” raames.

Kirjandus

- Baksiene, E. 2009. The influence of lake sediments on the fertility of Cambisol. *Agronomy Research*, 7 (Special Issue I), 175–182.
- Bender, I. 2011. Kõõgiljakatsete tulemusi. Efektiivne taimekasvatus. *Aastaseminar 2011*, 68–75.
- Särekanno, M., Kotkas, K. 2010. Mereadrust üldiselt ja selle kasutamise võimalustest kartuli kasvatamisel. *Agronoomia 2010/2011*, 109–116.

Mikroobne biopreparaat rapsikahjurite tõrjeks: potentsiaal ja võimalikud ohud

Reet Karise, Risto Raimets, Anna Bontšutšnaja, Marika Mänd

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► reet.karise@emu.ee

Sissejuhatus

Intensiivse põlluharimisega kaasnevad mitmesugused probleemid sunnivad taimekasvatajaid leidma ja rakendama uusi meetodeid. Moodne taimekaitse, nn integreeritud taimekaitse, rõhutab järjest enam pestitsiidide kasutamise piiramisel agrotehniliste võtete olulist rolli: mitmekesisemat külvikorda, mille abil saab efektiivselt kahjustajate populatsioonide arvukust alla suruda või ka vahekultuure külvates vältida külvipinna ettevalmistamisel herbitsiidi kasutamist (Barzman jt., 2015). Samas ei välista integreeritud taimekaitse sugugi ka pestitsiidide kasutamist, kuid soovitatavalt tuleks sünteetilised preparaadid asendada mikrobioloogiliste, botaaniliste või muude keskkonnasõbralikumate toodetega (Biddinger ja Rajotte, 2015; Nyadar jt., 2016). Paraku on Eestis ja tundub, et ka terves Euroopa Liidus, väga vähe registreeritud mikrobioloogilisi preparaate.

Senini on Euroopas hiilamardikate (*Brassicogethes (Meligethes) spp.*) vastu katsetatud seenpreparaatides kasutatud entomopatogeeni *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Inyang et al., 2000; Carreck et al., 2007). Teise potentsiaalse seene *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. kohta on samuti mõningaid teadustöid: Šveitsis on uuritud selle seene erinevate tüvede nakatamisvõimet hiilamardikatel, efektiivsust põllul (Kuske jt., 2011) ning samuti seda, missugune peaks olema sobivaim preparaadi koostis (Kuske jt., 2011; Lohse jt., 2015). Mikrobioloogiliste preparaatide kasutuselevõtu eelduseks on igale regioonile sobivate meetodite välja töötamine. Kahjuks ei ole Euroopas rapsikahjurite tõrjumiseks registreeritud veel ühtki preparaati. Küll aga on olemas mõningaid preparaate, mida kasutatakse kasvuhoonetes kahjurputukate tõrjumisel. Meie uurimistöö eesmärgiks on selgitada, kas naeri-hiilamardika (*B. aeneus* Fab.), kui rapsi ühe olulisema kahjuri valmikud on vastuvõtlikud *B. bassiana* eoseid sisaldava preparaadi BotaniGard 22WP juhendis ette nähtud doosile ning kas meemesilane (*Apis mellifera* L.), kui kasulike putukate grupi üks esindaja, on samale doosile vastuvõtlik. Eelnevalt oletasime, et Itaalias kasvuhoonetes karilaste, ripslaste ja lehetäide tõrjumiseks mõel-

dud preparaadi kasutusnorm ei ole piisav, et põhjustada nii hiilamardikate kui ka meemesilaste olulist suremust, kui nad satuvad kontakti pritsitud pinnaga.

Materjal ja metoodika

Põllul pritsiti õitsvaid suvirapsi taimi preparaadiga BotaniGard 22WP (Mycotech Corporation, USA) kulunormiga 5 g 10 l⁻¹ vee kohta. Saadud segu pritsiti põllule arvestusega 200 l ha⁻¹. Preparaat põhineb entomopatogeensel seenel *B. basiana* ning selles preparaadis on grammi kohta $4,4 \times 10^{10}$ idanemisvõimelist seene-eost. Pritsiti 14.juulil ja 23. juulil 2017. aastal.

Katse viidi läbi kolmes osas: 1) Töötlemata suvirapsi õitsvalt põllult korjatud hiilamardikad toodi laborisse ning paigutati suletud Petri tassidesse (igasse tassi 5 mardikat) niiskele filterpaberile. Igasse tassi lisati vastavalt katseskeemile, kolm töödeldud või töötlemata suvirapsi õit. Katse viidi läbi toatemperatuuris 22 ± 2 °C juures. Niiske filterpaber tagas kõrge õhuniiskuse, mis on vajalik seene arenguks. Kaheksa päeva jooksul loendati surnud mardikate arv; 2) Kolmandal päeval pärast katselappide pritsimist korjati töödeldud ja töötlemata katselappidelt (N = 6) 5 taime peavarre õisikust hiilamardikad, toodi laborisse ning paigutati sarnaselt eelmisele katseosale Petri tassidesse niiskele filterpaberile lisades mardikatele toiduks kolm töötlemata suvirapsi õit. Surnud mardikad loendati igapäevaselt järgneva 7 päeva jooksul; 3) Tarust toodud meemesilased (töölised) paigutati minitarudesse (N = 5 kummaski töötluses, igas tarus 20 mesilast), mille põhja asetati eelnevalt põllul kasutamiseks soovitatud koguse preparaadi vesisuspensiooniga pritsitud filterpaber, et simuleerida pritsitud pinnal liikumist ning selle kaudu preparaadiga kokku puutumist. Minitarusid hoiti 22 °C ning RH = 60% juures pimedas kasvatuskambris. Toiduks anti mesilastele suhkrulahust (50%). Kaheksa päeva jooksul hinnati igapäevaselt meemesilaste suremust.

Andmete analüüsil kasutati tarkvara paketti Statistica 13. Erinevusi töödeldud ja töötlemata katsegruppide vahel analüüsiti Kruskal-Wallise mitteparameetrilise dispersioonanalüüsiga. Erinevused loeti statistiliselt oluliseks, kui p-väärtus oli väiksem kui 0,05.

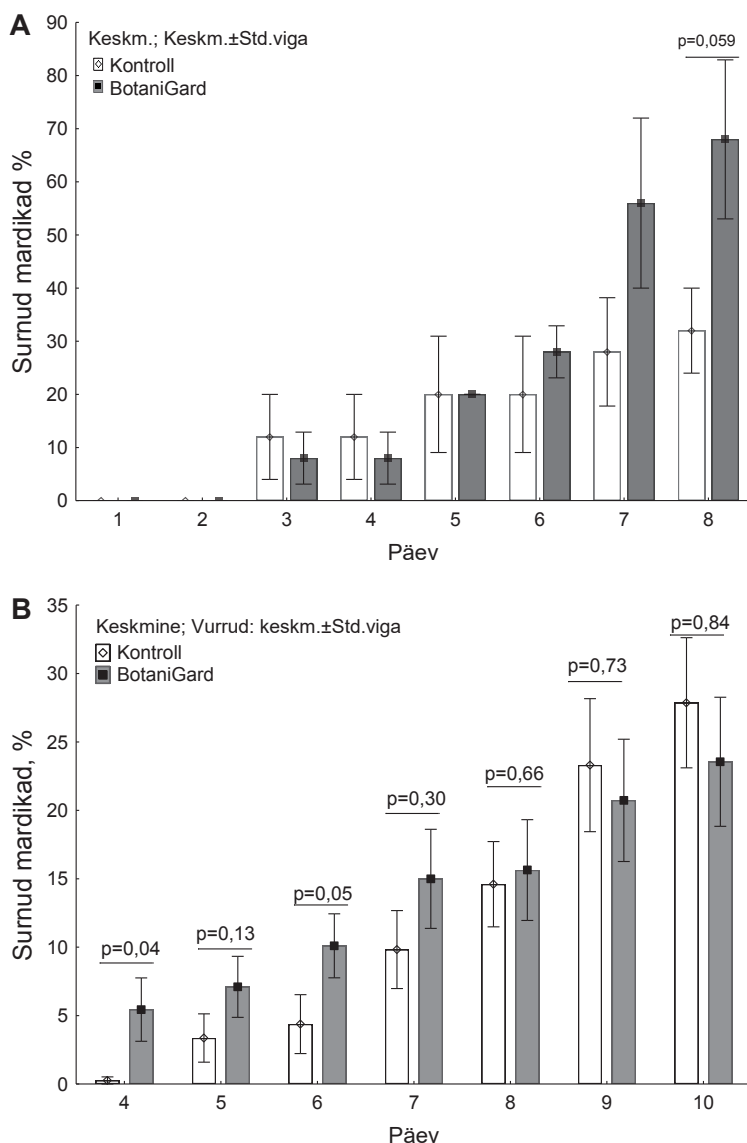
Tulemused ja arutelu

Laboris läbi viidud katseosas ei täheldatud statistiliselt olulisi erinevusi ühelgi päeval, kuigi BotaniGardiga töödeldud naeri-hiilamardikate puhul suurenes

suremus mõnevõrra – kaheksandal päeval pärast katse algust oli erinevus kahe grupi vahel piiripealne ($p = 0,059$) (joonis 1A). Samas oli töödeldud õitel toitunud mardikate suremus üle 60%, kuid töötlemata õitel toitunud mardikate suremus jäi 30% lähistele. Arvatavasti jäi antud katses kasutatud doos siiski liiga madalaks, et saavutada statistiliselt oluline erinevus katsegruppide mardikate suremuses. Doosi suurendamisega võiks arvatavasti saavutada ka kõrgema ja kiirema suremuse taseme (Dogan jt., 2017). Laborikatse tulemust võisid mõjutada ka kunstlikud elutingimused ning toidu piiratud kättesaadavus.

Töödeldud põllult toodud mardikate puhul leidsime kõrgeenenud suremuse neljandal kuni kuuendal päeval pärast katselappide pritsimist (joonis 1B). Järgnevatel päevadel see erinevus kadus. *B. bassiana* seenest põhjustatud katseputukate suremist just 4.–5. päeval on leitud ka teistes uurimistöodes (Bustillos-Rodríguez et al., 2016; Karise et al., 2016). Nii meie uuringu kui ka viidatud varasemate tööde tulemused annavad tunnistust, et kahe pritsimise vahe ei tohiks olla suurem kui kuus päeva. Samas oli põllult korjatud mardikate suremuse tase siiski väga madal, jäädes kuuendal päeval pärast pritsimist kõigest 10% juurde, mis ei ole kindlasti piisav efektiivse tõrje jaoks. Sellest hoolimata on käesoleva pilootuuringu tulemused aluseks katsetega jätkamiseks, et leida parim preparaadi kogus ning pritsimiste intervall.

Preparaadi insektitsiidne komponent, entomopatoogeenne seen *B. bassiana*, lahustab kokkupuutel putukaga selle kitiinkestast ning tungib kehasse. Organismi sisemuses seene eosed idanevad ning hüüfide kasvades lagundatakse putuka siseelundkond (Vega jt., 2012). Kasvamise käigus toodab seen selliseid ainevahetussaadusi, mis aitavad lagundada putuka kudesid. Olles küll kasutusel keskkonnasõbraliku taimekaitsevahendina, tuleb siiski arvestada, et *B. bassiana* on võimeline nakatama paljusid putukaliike (Florenz, 2002). Nakatamisvõime sõltub paljuski keskkonnatingimustest, eriti aga temperatuurist ja õhuniiskusest (Antwi jt., 2007). Tuleb arvestada, et võrdväärselt kahjuritega võivad ohtu sattuda nii põllul jahti pidavad kasulikud mardikad, ämblikud, kõikvõimalikud tolmeldajad kui ka parasitoidid, kes aitaksid hoida kahjuripopulatsiooni kontrolli all. Samas saab positiivse aspektina nimetada preparaadi loodussõbralikkust, kuna selles pole kunstlikke kauapüsivaid toksilisi aineid. Ta ei tekita inimesega kokku puutudes tervisekahjustusi ning on kosmopoliitse organismina enamikes ökosüsteemides niikuinii olemas (Mondal jt., 2017), seega ei too me tema kasutamisega sisse



Joonis 1. Preparaat BotaniGard 22WP'ga töötlemise mõju naeri-hilamardikate suremusele. A: Töötlemata põllult korjatud mardikad asetati preparaadiga töödeldud suvirapsi õitega varustatud Petri tassidesse ning jälgiti mardikate suremust päevade lõikes. B: Pritsitud ja pritsimata katselappidelt korjatud mardikad viidi laborisse, paigutati töötlemata suvirapsi õitega varustatud Petri tassidesse ning jälgiti suremust alates neljandast päevast peale pritsimist.

ühtegi võõrliiki. Muidugi, liigsete koguste tarvitamisel võime kallutada ökoloogilist tasakaalu, kuid agaraarökosüsteem on juba niigi kallutatud.

Seda entomopatogeeni on edukalt kasutatud mitmete kasvuhoonekahjurite vastu (Kapongo jt., 2008). Avamaa tingimustes on aga ökosüsteem mitmekülgsem ning ka keskkonnategurid muutlikumad. Uurimaks preparaadist tulenevat võimalikku ohtu kasulikele putukatele, kasutasime meemesilast kui näidisorganismi. Meemesilased külastavad rapsiõisi meelsasti, kuid ei veeda õitel kunagi väga pikka aega. Nad lähevad tarru ning sealne sisekliima ei ole sobilik entomopatogeensete seente arenguks (Carreck jt., 2007), mistõttu mesilased jäävad patogeenist kahjustamata. Meie katse tulemus näitas, et töödeldud pinnal ja toatemperatuuril hoitud meemesilased elasid sama kaua kui töötlemata pinnal hoitud meemesilased ($p > 0,05$). See tulemus annab alust oletamiseks, et ka teistele mesilaselaadsetele putukatele, kes ei ela kõrge temperatuuriga tarudes, ei pruugi selle preparaadi mõju oluline olla. Samas tuleks antud oletuse paikapidavust kontrollida veel mitmete teiste kasulike putukaliikidega.

Järeldused

Mikrobioloogiline preparaat BotaniGard 22WP võib osutada sünteetilistele insektitsiididele alternatiivseks, keskkonda vähem mõjutavaks vahendiks, kuid vajab veel põhjalikke katseid, et määratleda tulus kulunorm ning pritsimise sagedus. Samaaegselt tuleb katseliselt kindlaks määrata ka preparaadist tulenev oht kasulikele organismidele, kuna tegu on laia toimespektriga putukaid surmava vahendiga.

Tänuavaldused. Antud uurimistööd rahastab Haridus- ja teadusministeerium (IUT36-2) ja Maaeluministeerium Euroopa Innovatsioonipartnerluse programiga EIP-AGRI (T170145PKTK).

Kirjandus

- Antwi, F.B., Olson, D.L., Knodel, J.J. 2007. Comparative evaluation and economic potential of ecorational versus chemical insecticides for crucifer flea beetle (*Coleoptera: Chrysomelidae*) management in Canola. *Journal of Economic Entomology*, 100, 710–716.
- Barzman, M., Bärberi, P., Birch, A.N.E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J.E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J.R., Messéan, A., Moonen, A.-C., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L., Sattin, M. 2015. Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 1199–1215.
- Biddinger, D.J., Rajotte, E.G. 2015. Integrated pest and pollinator management – adding a new dimension to an accepted paradigm. *Current Opinion in Insect Science*, 10, 204–209.

- Bustillos-Rodríguez, J.C., Rios-Velasco, C., Valdéz-Licano, R., Berlanga-Reyes, D.I., Ornelas-Paz, J.J., Acosta-Muñiz, C.H., Ruiz-Cisneros, M.F., Salas-Marina, M.A., Cambero-Campos, O.J. 2016. Laboratory assessment of *Metarhizium* spp. and *Beauveria* spp. isolates to control *Brachystola magna* in Northern México. *Southwestern Entomologist*, 41, 643–656.
- Carreck, N.L., Butt, T.M., Clark, S.J., Ibrahim, L., Isger, E.A., Pell, J.K., Williams, I.H. 2007. Honey bees can disseminate a microbial control agent to more than one inflorescence pest of oilseed rape. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 179–191.
- Doganm Y.O., Hazir, S., Yildiz, A., Butt, T.M., Cakmak, I. 2017. Evaluation of entomopathogenic fungi for the control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and the effect of *Metarhizium brunneum* on the predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Biological Control*, 111, 6–12.
- Florez, F.J.P. 2002. Microbial control of the coffee berry borer in Colombia. *Proceedings of the 35th International Conference on Bacillus thuringiensis*, SIP-EMB, 35, 18–23.
- Inyang, E.N., McCartney, H.A., Oyejola, B., Ibrahim, L., Pye, B.J., Archer, S.A., Butt, T.M. 2000. Effect of formulation, application and rain on the persistence of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* on oilseed rape. *Mycological Research*, 104, 653–661.
- Kapongo, J.P., Shipp, L., Kevan, P., Sutton, J.C. 2008. Co-vectoring of *Beauveria bassiana* and *Clonostachys rosea* by bumble bees (*Bombus impatiens*) for control of insect pests and suppression of grey mould in greenhouse tomato and sweet pepper. *Biological Control*, 46 (3), 508–514.
- Karise, R., Muljar, R., Smagghe, G., Kaart, T., Kuusik, A., Dreyersdorff, G., Williams, I.H., Mänd, M. 2016. Sublethal effects of kaolin and the biopesticides Prestop-Mix and BotaniGard on metabolic rate, water loss and longevity in bumble bees (*Bombus terrestris*). *Journal of Pest Science*, 89, 171–178.
- Kuske, S., Schweizer, C., Kölliker, U. 2011. Mikrobielle Rapsglanzkäferbekämpfung: Erste Erfahrungen aus der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz*, 2, 454–461.
- Lohse, R., Jakobs-Schönwandt, D., Vidal, S., Patel, A.V. 2015. Evaluation of new fermentation and formulation strategies for a high endophytic establishment of *Beauveria bassiana* in oilseed rape plants. *Biological Control*, 88, 26–36.
- Mondal, S., Datta, S., Mukhopadhyay, A., Bhattacharya, P. 2017. Studies on isolation, optimization and bioprocess engineering behaviour of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*. *Indian Chemical Engineer*, 59, 41–56.
- Nyadar, P., Zaitsev, A.S., Tajudeen, A.A., Shumskykh, M.N., Oberemok, V.V. 2016. Biological control of gypsy moth (*Lymantria dispar*): an RNAi-based approach and a case for DNA insecticides. *Archives of Biological Sciences*, 68, 677–683.
- Vega, F.E., Meyling, N.V., Luangsa-ard, J.J., Blackwell, M. 2012. Fungal Entomopathogens, pp. 171–220. In: *Insect Pathology* (Vega, F., Kaya, H.K., eds), 2nd ed. Academic Press; San Diego.

Miks toota mahelamba liha

Jaan Kivistik

Eesti Maaülikool, Majandus- ja sotsiaalinstituut

► jaan.kivistik@emu.ee

Sissejuhatus

Tervislikust toitumisest räägitakse ja kirjutatakse viimasel ajal palju. Otseselt mahetootmisest kui tervisliku toitumise alusest mitte niipalju, kusjuures vahtuid uurimusi mahetootmise probleemidest on harva. Tervislikku toitu saab teha tervetest loomadest ja tervetest taimedest. See idee kajastus ka 2016.a sügisel EMÜs toimunud konverentsi nimetuses „Terve loom ja tervislik toit“. Seega tuleks terved taimed ja loomad kasvatada ilma mürgiseid taimekaitsevahendeid kasutamata. Samuti tuleks põllu- ja rohumaadel vähendada lämmastikvähendite kasutamist. Taimekaitses peaksime toime tulema looduslike vahendite ja tehnoloogiatega, sest tõeliselt tervislik toit eeldab mahetootmist. Siinkohal võime eraldi vajalikuks lugeda nimetatud konverentsil kahte EMÜ ettekannet: Elen Peetsmann „Mahetoidu kvaliteediuuringutest“ ning Reet Karise „Pestitsiidide esinemine Eesti korjealade mees ja suiras: mõju meemesilastele“ (EMÜ, 2016). Konverentsi eeskujul on käesoleva artikli eesmärgiks valitud üks paljudest võimalikest mahetootmise suundadest, milleks on lamba maheliha tootmine ja toetamine. Lamba maheliha tootmist tuleb tutvustada ning julgustada, tunnistades seejuures, et mahetootmine vajab eraldi riigipoolset tähelepanu ning toetamist.

Materjal ja metoodika

Artikli aluseks ning põhiliseks materjaliks on EMÜ Majandus- ja sotsiaalinstituudis Jana Rammulüüsi (2017) kaitstud bakalaureusetöö „Lamba ja kitse maheliha tootmise perspektiivid Eestis“. Nimetatud uurimistöö ja seega ka antud artikkel põhineb kvalitatiivsel uurismetoodil, mille tulemused selguvad SWOT analüüsiga. Bakalaureusetöö andmeid koguti intervjuudena nii lamba- kui ka kitsepidajatelt. Et artikkel on piiritletud ühe riigi ja loomakasvatuse ühe kitsama tootmissuunaga, siis ei ole artiklis toodud ega viidatud töös olevaid teemakohaseid mahukaid teoseid mahetootmise enda ja karjatamise kui mahetootmise olulise nõude kohta. Paraku kõik värskemad ja viimastel aastatel avaldatud mahetoot-

mise ning lambakasvatuse seisukohad on kättesaadavad ajakirjanduses, mistõttu pole võimalik loobuda tsiteerimast ajakirja- ja ajaleheartikleid.

Tulemused

Materjalina kasutatud bakalaureusetöös käsitleti koos nii lamba- kui ka kitseliha. Antud artiklis on võetud vaatluse alla ainult lambaliha kui lambakasvatuse põhitoodang. Paratamatuks kõrvaltoodanguks on siinjuures lambavill ja -nahad. Ajalooliselt oli lambakasvatuse kõrvaltoodang taludes ja terves riigis väga oluline. Rääkimata villastest rõivastest, sukkadest ja sokkidest, oli talveperioodil vajalik veel lambanahkne kasukas. Praeguseks on nimetatud kõrvaltoodangu vajadus ja kunagine võlu vähenenud ja osaliselt isegi kadunud. Samas lambavillale ekspordivõimaluste otsimine võib olla ka edukas, kuid lambavilla kohapealsele kasutamisele on viimastel aastatel tulnud tugev võistleja – alpakavill. Alpakavilla hinnatakse väga soojapidava, tugeva ja luksusliku kiu tõttu kõrgelt, pidades teda, võrreldes lambavillaga, kuni seitse korda soojapidavamaks, pehmemaks, tugevamaks, kortsumatumaks ja allergiavabamaks, kuna ei sisalda lanoliini. Kas alpakavilla kõrvalsaadusena hakkab tulema ka alpakaliha, on senini uurimata küsimus. Samas alpakad taluvad külma kuni 35 miinuskraadini ja seetõttu võivad soodsalt areneda ka Eestis.

Lamba maheliha tootmise väljavaateid selgitati ülal nimetatud uurimuses tegelike tootjate intervjuude alusel. Kogutud andmetest koostati kokkuvõte, milles tuuakse välja SWOT analüüsiga lamba maheliha tootmise eeldatavad tugevused, nõrkused, ohud ja võimalused.

Tugevused. Lambaliha ja eriti lamba maheliha tootmise oluliseks tugevuseks on ajalooliselt eesti taludes väljakujunenud lambapidamine loomakasvatuse ühe tootmisharuna. Ennesõjaaegses eesti põllumajanduses esineski praktiliselt mahetoodang, kuna põhiliseks väetiseks oli laudasõnnik ja keemilisi taimekaitsevahendeid ei kasutatud. Kuigi lambakasvatuse olulisema toodangu moodustasid sel ajastul vill ja lambanahad, oli sea- ja veiseliha kõrval lambaliha läbi sajandite eestlase toidulaua kindlal kohal. Üldtuntud kasutuskoht lambalihale on riisist pilaff, vahepealse nimega „plov“. Selles idamaise päritoluga kergelt praetud lihaga toidus kasutataksegi peamiselt lambaliha.

Lambakasvatuse tugevaks küljeks saame lugeda veel lammaste võimet toituda rohumaadel, mis on küll viljakad, kuid taimekasvatuskultuuride kasvatamiseks ei

sobi oma konfiguratsiooni või reljeefi tõttu. Siia lisandub lammaste karjatamisega kaasnev positiivne tulemus rohumaa võsastumise vastu.

Nõrkused. Esimeseks nõrkuseks võib lugeda mahetoodanguga kaasnevat madalamat tootlikkust ja see ei käi mitte ainult lamba maheliha, vaid praktiliselt kõikide põllumajanduslike tootmisalade kohta. Mahetootmise korral võib lammastel ja teistel kariloomadel esineda rohkem parasiite ja haigusi kuna tõrjevõimalused on piiratud.

Nõrkuseks on juba varem Maaeluministeeriumi poolt peetud asjaolu, et nõuetele vastavaid väiketapamaju on vähe, millest tuleneb suur omatarbeks tapmise osakaal. Nõrkuseks on ka lamba maheliha odavus realiseerimisel. Suhteliselt paremat hinda on võimalik saada turult, kuid samas võib lambanahk ja -vill jääda kasutamata. Nõrkuseks võime lugeda ka lambaliha säilitamise väheseid võimalusi ja reklaami vähesust ostukohtade leidmiseks ja ostuhuvi tõstmiseks.

Üheks omapäraseks nõrkuseks võib lugeda lambaliha „kasukamaitset“. Tegemist on lambalihale omase erilise lõhna ja maitsega. Samas on inimesi, kellele liha nimetatud omadused isegi meeldivad.

Ohud. Suur ja üldine oht lambakasvatusele on Eestis kiskjate poolt. Tavakohaselt tuntud huntidele ja vähemlevinud ilvestele on juurde tulnud uus kiskjaliik šaakalid. Huntide kahjustuse näiteks on artikkel „Huntide tapatöö võtab lambakasvatajatelt tegutsemisisu“ (Arula, 2015). Näide on Jõgeva valla Lalluka OÜ lambakarjast, kust märtsikuu lõpus murdsid hundid kümme lammast. Maikuu alguses Jõgevamaa teisest karjast murdsid hundid juba 39 lammast. Lalluka OÜ juht Jakob Kuld selgitas, et mõned aastad varem on samuti hundid nende karjas tapatööd teinud, kuid siis toimusid murdmised sügise poole, lisades: „Nii varakult poleks tõesti osanud hundirünnakuid oodata“. Artikli illustreerimiseks on Kristian Teedemaa foto lammastest karjamaal. Fotolt näha olev aed ei suuda ilmselt lambaid kiskjate eest kaitsta. Huntide kaitseks vajalik aed peaks olema vähemalt meetrikõrgune võrkaed, millel peal täienduseks elektrikarjuse liin. Sellise aia maksumus pole paljudele lambakasvatajatele jõukohane.

Šaakalite kui uudsete kiskjate kohta avaldas Teele Talve artikli „Lambakasvatajatele teevad muret šaakalid“ ajalehes „Pärnu Postimees“, Eesti lambakasvatajate seltsi liikme Urmas Aava 300 pealisest lambakarjast on šaakalid poole aastaga ära viinud üle kümne talle ja vigastanud kahte jäära. Omanik hindab šaakalite tehtud kahju umbes 1500 euro suuruseks (Talve, 2016). Šaakalite levik algas Eesti

lääneosast, kuid nüüd on tekkinud juba küsimus: Kas šaakalid on vallutamas ka Kagu-Eestit? Nimelt on šaakalid kohanenud juba Valga-, Võru- ja Põlvamaal. Aastal 2016 leiti üks pesakond šaakaleid isegi Piirissaarelt ja samal aastal murdsid šaakalid Eestis kokku 108 lammast. Seega on šaakalite oht laienenud ja selle ohuga tuleb võidelda riigi tasemel. Lambakasvatajate endi poolt on võimalik ainult karjakaitse koorte hankimine (Allas, 2017).

Lisaks kiskjatele on lamba maheliha tootmisele suureks ohuks üha kasvav lambaliha import. Lamba- ja kitseliha import, millest rõhuva enamuse moodustab lambaliha, on just viimastel aastatel tugevasti suurenenud. Kui aastal 2014 imporditi lamba- ja kitseliha 188 558 kg, siis aastal 2016 juba 317 514 kg, seega import kasvas paari aastaga ligi 130 tonni. Kuigi sageli näeme soovitusi „Tarbi kodumaist“, siis tarbijat süüdistada pole sünnis, sest hinnavahed on tunduvalt importliha kasuks. Hinnavahedest tuleb oht, et lambaliha tootjad ei tunne huvi toodangu suurendamise vastu, pigem kaalutakse tootmise lõpetamist, kuna riigipoolne toetus ei ole piisav.

Võimalused. Mahelammaste pidamise häid võimalusi Eestis selgitab artikkel: „Võrumaa mahetalu upitasid võidule tuhat lammast“. Võrumaal Varstu vallas Kõrgepalu külas asuv Tuuma talu on spetsialiseerunud mahelamba kasvatusele, kus põhikarja 350 vanalammast lähevad kevadel koos talledega karjamaale, moodustades nii tuhandepealise karja. Toodanguks olevad lihalambad müüakse peamiselt elusloomadena Lääne-Euroopasse. Peamisteks ostjariikideks on Holland, Belgia, Saksamaa ja Prantsusmaa. Aastas müüakse 500 kuni 600 noorlammast, vanemad lambad müüakse Lätimaale pelmeenitehasesse või kokkuostjatele. Eestimaa Talupidajate Keskliit andis suurima tunnustuse ehk tiitli „Eesti talu 2014“ kirjeldatud Tuuma talule (Raudla, 2014).

Võimaluste otsimiseks oli lambakasvatajatele intervjuuküsimus: Milline on Teie arvamus mahetoodangu riikliku toetamise vajaduse kohta? Vastuseks oli kõigi intervjuueeritavate üksmeelne „väga vajalik“, sest müügiturg on üle ujutatud importlihaga ja mahetoodangu tootmiskulud on suuremad võrreldes tavalisega tootmiskuludega.

Üheks võimaluseks on veel lambaliha spetsiifilist „kasukamaitset“ kui nõrkust teatud määral vähendada või isegi kõrvaldada. Põhiliseks võimaluseks on siinjuures lihaks müüa nooremaid lambaid, kelle rasv on kuni aasta vanuseni valge ja vähema „kasukamaitsega“. Vanemate lammaste rasva värv muutub kollasemaks ja

„kasukamaitse“ on tugevam. Sellise maitse leevendamiseks võib liha hõõruda enne ahjupanekut sidruniga. „Kasukamaitset“ vähendavad ka sellised maitseained nagu ingver, vürtsköömen, värske tüümian, aga ka küüslauk ja isegi porgand.

Järeldused

Lamba maheliha tootmine on senini ja ka tulevikus enamasti väiketootmine. Siinkohal nimetame veelkord põhjuseid, miks toota lamba maheliha ka edaspidi. Lamba maheliha on tervislik toiduaine ja tasub seetõttu toota. Lamba maheliha tootmine võimaldab kasutada ka sellist põllumajandusmaad, mis teatud omaduste tõttu ei sobi põllukultuuridele. Lamba maheliha tootmine ja töötlemine loob maal uusi töökohti ning aitab sellega säilitada maaelanikkonda. Lamba maheliha tootmine võib olla olemasoleva suurtootmise kõrvalharuks. Sellega saame ka sisuliselt vähendada kahjulikku lambaliha importi. Järelikult on küllalt põhjuseid, miks toota Eestis lamba maheliha.

Tänuavaldused. Eelkõige tänan artikli põhimaterjali kogujat Jana Rammulüüsi, kelle bakalaureusetöö on toodud kirjandusallikana. Tänu väärivad need lambakasvatajad, kes leidsid aega väljasaadetud intervjuuküsimustele vastata. Tänan EMÜ Majandus- ja sotsiaalinstituuti, kes pidas mahetemaatikat ajakohaseks ja võimaldas bakalaureusetöö kaitsmise. Tänu väärib ajaleht „Sakala“ toimetuse lamba maheliha teemal artikli avaldamise eest.

Kirjandus

- Allas, E. 2017. Kas šaakalid on vallutamas ka Kagu-Eestit? *LõunaLeht*. Nr 34 (726), 7. september, lk 9.
- Arula, E. 2015. Huntide tapatöö võtab lambakasvatajatelt tegutsemisisu. *Postimees. Maa-eluedendaja*. Nr 6 / 20, 8. juuni, lk 3–4.
- Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. 2016. *Terve loom ja tervislik toit*. Konverentsi „Terve loom ja tervislik toit 2016“ artiklite kogumik. Tartu, 128 lk.
- Rammulüüs, J. 2017. Lamba ja kitse maheliha tootmise perspektiivid Eestis. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikool. Majandus- ja sotsiaalinstituut. Tartu, 51 lk.
- Raudla, H. 2014. Võrumaa mahetalu upitasid võidule tuhat lammast. *Maaleht*. Nr 31 (1399) 31. juuli, lk 21
- Talve, T. 2016. Lambakasvatajatele teevad muret šaakalid. *Pärnu Postimees* 4. august, lk 1.

Kuidas talvised vahekultuurid mõjutavad mulla umbrohuseemnete sisaldust

Jaan Kuht, Liina Talgre, Helena Madsen, Viacheslav Eremeev, Evelin Loit, Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► jaan.kuht@emu.ee

Sissejuhatus

Keskkonnasõbralik umbrohutõrje maheviljeluses koosneb viljavaheldusest, äestamisest, vaheltharimisest, multšimisest, liblikõieliste kasvatamisest külvikorras ja vahekultuuride (sh talviste kattekultuuride) kasvatamist (Thorup-Kristensen jt., 2003). Käesoleva uurimisega seotud varasemad tulemused näitasid, et talvistest vahekultuuridest rukis osutus umbrohtudele kõige kahjulikumaks, pärssides umbrohuseemnete idanevust. Mõnevõrra vähem toimis raihein, mida oli märgata järgnevates kultuurides – herne ja odra umbrohutaimede tiheduses (Barberi jt., 2014). Lisaks kasvutihedusele vähendasid talvised vahekultuurid ka umbrohtude biomassi (Madsen jt., 2015). Väiksem umbrohtude arvukus ja biomass mõjutavad ka mulla umbrohuseemnete varu. Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada mahekülvikorras erinevate talviste kattekultuuride ja sõnnikuga väetamise mõju umbrohuseemnete varu muutustele mullas.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada viieväljalises külvikorras erinevate kasvatussüsteemidega (mahe ja tava) talviste kattekultuuride ja erineva väetamise mõju umbrohuseemnete varu muutustele mullas.

Metoodika

Eesti Maaülikooli Põllumajanduse- ja keskkonnainstituudi Rõhu katsejaama Eerika katsepõldudele rajati 2008. a pikaajaline maheviljeluse põldkatse, mis on kestnud tänaseni. Käesolev uurimus tugineb 2015. a sügisel kogutud andmestikule umbrohuseemnete arvukuse kohta mullas. Viieväljalises külvikorras järgnesid üksteisele punane ristik, talinisu, hernes, kartul ja oder punase ristiku allakülviga. Uurimise all oli kolm erinevat viljelussüsteemi:

1. TavII – tavaviljelusele tuginev viljelussüsteem, kus kasutati keemilist taimekaitset ja mineraalväetisi (P 25 kg ha⁻¹; K 95 kg ha⁻¹). Lämmastikuga väetamine olenes kultuurist: hernele N 20, odrale N 120, talinisule ja kartulile N 150 kg ha⁻¹. Talviseid vahekultuure seal ei kasvatatud.

2. OrgI – maheviljelusele tuginev viljelussüsteem, kus kasvatati talviseid vahekultuure – odrale talirukist (Ru), kartulile talirüpsi (Rü) ja hernele nende segu (Rü + Ru). Seemned külvati sügisel eelkultuuri koristusjärgselt haritud alale ja järgmisel kevadel künti ületalve seisnud taimkate mulda.
3. OrgII – maheviljelusele tuginev viljelussüsteem, kus kasvatati samasuguseid talviseid vahekultuure, mis OrgI, kuid koos kevadel mulda küntud kääritatud laudasõnnikuga.

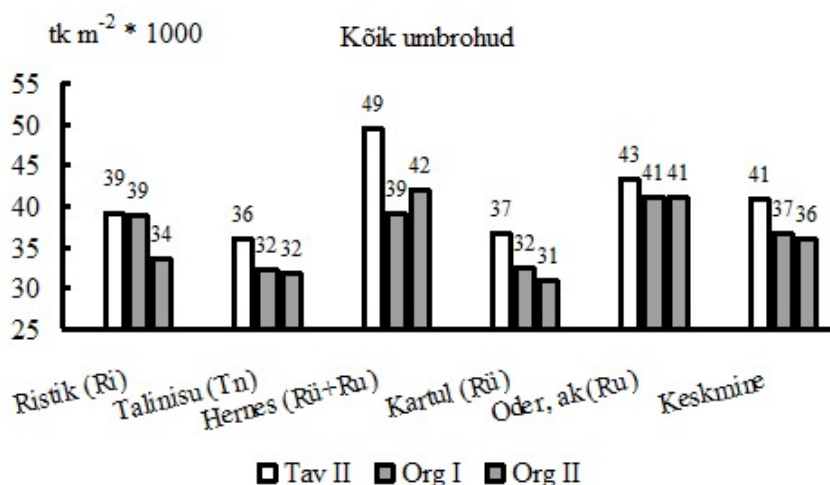
Talvised kattekultuurid, so sügisel külvatud talinisu (Tn) ja kattevilja alt vabanevad ristik (Ri), kasvasid, lähtuvalt kultuuri agrotehnikast, nii tava- kui ka maheviljeluses ühtemoodi.

Tulemused ja arutelu

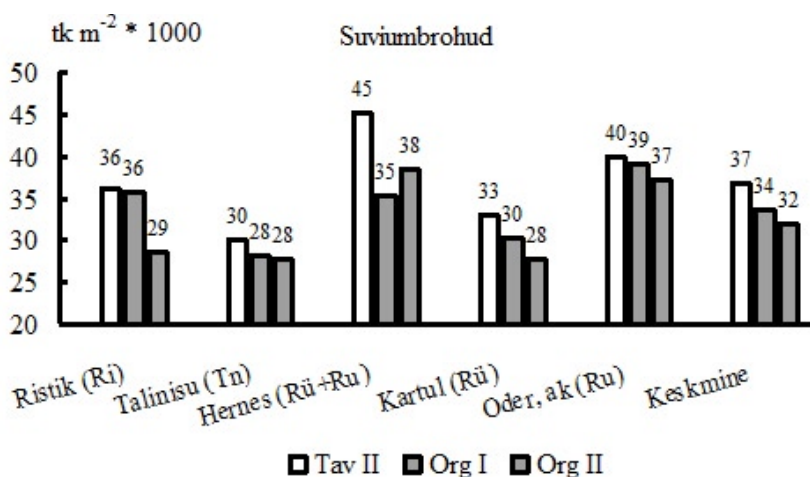
Külvikorrakultuuride keskmisena oli TavII viljelusel mullas umbrohuseemneid üle 10% rohkem kui mahealadel (OrgI ja OrgII) (joonis 1). Talviste vahekultuuride suurim umbrohuseemnete arvukust piirav toime avaldus herne alalt kogutud proovides, kus mahepõllus oli tavapõlluga võrreldes 18–20% võrra vähem seemneid. Talvise vahekultuurina kasvatati siin rüpsi ja rukki segu (Rü + Ru). Seemnete hulka kahandav toime ilmnis ka kartuli ja odra aladel (rüps ja rukis eraldi vahekultuuridena). Sarnast mõju oli märgata ka mulla umbrohuseemnete varu muutumisele 2011. a katsetes, kus umbrohu seemnete arvukusele avaldasid mõju nii odra eelviljale koristusjärgselt külvatud kui ka kevadel mulda viidud talirukis ning ka enne herne külvi mulda küntud raihein (Kuht jt., 2017). Laudasõnniku mulda künd vahekultuuridega aladel (OrgII) avaldas võrreldes OrgI-ga nõrka mõju umbrohuseemnete arvukusele.

Umbrohuseemnete varu koosneb paljudest erinevatest liikidest, millest mõned domineerivad liigid moodustavad 70–90% kogu seemnevarust, olles enamasti ka põhiprobleemiks (Wilson, 1988). Ligi samas suurusjärgus domineeris meil suvi-umbrohtude hulgas valge hanemalts (*Chenopodium album* L.), jäädes domineerivaks ka mulla kogu seemnevarus. Viljelusviiside vahelised erinevused mulla suvi-umbrohtude arvukuses osutusid võrrelduna joonisel 1 toodud umbrohuseemne varuga, sarnasteks (joonis 2).

Taliumbrohtude seemnete arvukuse vähenemine kultuuride keskmisena talviste vahekultuuridega aladel ilmnis eelkõige kartuli ja odra (ak) foonil OrgI ja TavII võrdluses (joonis 3). Laudasõnniku lisamine variandis OrgII tõstis nende

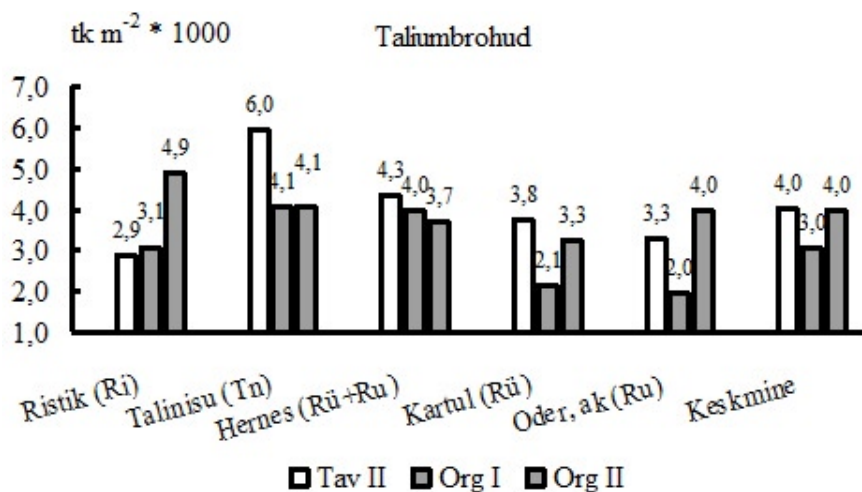


Joonis 1. Talviste vahe- ja kattekultuuride mõju mulla kõikide umbrohuseemnete sisaldusele erinevatel külvkorra väljadel.



Joonis 2. Talviste vahe- ja kattekultuuride mõju mulla suviumbrohtude seemnete sisaldusele erinevatel külvkorra väljadel.

arvu tavaviljeluse (TavII) näitajatega samale tasemele ja odra kasvualal isegi 21% võrra suuremaks. Kui talviste vahekultuuridega koos tärganud suviumbrohud ei elanud talve üle, siis suur osa talvitunud taliumbrohtusid jätkasid kasvu ka kevadel ja arenesid jõudsamalt just viljakal sõnniku foonil. Oma osa etendasid ka sõnnikus peitunud ja kääritamise üle elanud seemned.



Joonis 3. Talviste vahe- ja katekultuuride mõju mulla tali- ja talvituvate umbrohtude seemnete sisaldusele erinevatel külvkorra väljadel.

Järeldused

Umbrohuseemnete varu mullas mõjutasid katse keskmisena vähendavalt eelviljade koristamisele järgnenud talviste vahekultuuride kasvatamine, kusjuures parima tulemuse andis hernele eelnenud talirapsi ja talirukki segukülv. Seega on võimalik korraliku talvise katekultuuriga vähendada umbrohtumist ja muuta varisenud umbrohuseemnete elukeskkond ebasoodsaks nii mullapinnal kui ka mullas. Külvikorras tuleks valida kultuuridele ja kasvukohale sobivad vahekultuurid, näiteks Toom jt, 2007. a uurimisaluste liikide hulgast, nagu suure maapealse biomassiga ja seeläbi mullapinda hästi katvad valge sinep, tatar, talivikk, aleksandria ristik, jt. Soovitav on täpsemalt järgida sõnniku kääritamise ning kompostimise reegleid, et umbrohuseemned häviksid nende protsesside käigus.

Tänuavaldus. Artikkel on valminud ERA-NET Core Organic projekti Fertil-Crop, Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekti 8-2/T15121PKTM ja "Institutsionaalne uurimistoetus" projekti IUT36-2 toel.

Kirjandus

Barberi, P., Aendekerk, R., Antichi, D., Armengot, L., Berner, A., Bigongiali, F., Blanco-Moreno, J. M., Carlesi, S., Celette, F., Chamorro, L., Crowley, O., Döring, T., Grosse, M., Haase, T., Hess, J., Huiting, H., Jose-Maria, L., Klaedtke, S., Klanzler, A., Luik, A.,

- Peigné, J., Sukkel, W., Surböck, A., Talgre, L., Sans, F.X. 2014. Reduced tillage and cover crops in organic arable systems preserve weed diversity without jeopardising crop yield, pp. 765–768. In: *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference*. 'Building Organic Bridges', Organic World Congress 2014, 13–15 Oct., Istanbul, Turkey.
- Kuht, J., Ereemeev, V., Talgre, L., Madsen, H., Toom, M., Loit, E., Luik, A. 2017. Muutused mulla umbrohuseemnete sisalduses maheviljelusliku taimekasvatuse alguses. *Taimekasvatuse alased uuringud Eestis 2017*, taimekasvatuse pikaajaline programm, Jõgeva, 53–58.
- Madsen, H., Talgre, L., Ereemeev, V., Luik, A., Mäeorg, E. 2015. In organic crop rotation winter cover crops improve soil, weed suppression and crop yields, pp. 91–96. In: *Nordic view to sustainable rural development*. Proceedings of the 25th NJF Congress, June 16–18, Riga .
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen, L.S. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy*, 79, 227–302.
- Toom, M., Lauringson, E., Talgre, L., Tamm, S., Narits, L. 2017. Sügiseste ja talviste vahekuultuuride biomassi moodustumine ja toitainete sidumine. *Taimekasvatusalased uuringud Eestis 2017*, Taimekasvatuse pikaajaline programm, Jõgeva, 26–32.
- Wilson, R.G. 1988. Biology of weed seeds in the soil, pp. 25–39. In: *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches* (Altieri, M.A., Liebman, M. eds). Boca Raton, FL, CRC Press.

Põldherne herne saak ja proteiinisisaldus maheviljelussüsteemide võrdluskatses

Jaan Kuht, Viacheslav Eremeev, Maarika Alaru, Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► jaan.kuht@emu.ee

Sissejuhatus

Õhulämmastikku siduvate ja mügarbaktereid moodustavate liblikõieliste taimede kasvatamine on maheviljeluse üheks põhitingimuseks. Maheviljeluses kasutatakse mitmeaastast külvikorda, mis säilitab ja suurendab mulla viljakust ja bioloogilist aktiivsust ning kus kasvatatakse liblikõielisi ja haljasväetistaimi (Palts ja Vetemaa, 2012). Põldhernest (*Pisum sativum* L.) kasvatatakse enamasti inimestele ja loomadele toiduks. Herned kui liblikõieliste taimed on ühtlasi mulla toitainete seisukohalt kasulikud, sest nende jäägid on proteiinirikkad, mistõttu nad võivad pikema aja jooksul parandada mulla kvaliteeti (Sanchez, 2004). Hernes ei vaja lämmastikväetisi, kuna ta seob õhulämmastikku, muutudes sellega väärtuslikuks järgnevate kultuuridele. Sobivaks eelviljaks on hernele teravili.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida, kuidas mõjutavad maheviljeluses kasutatavad võtted herne saaki ja proteiinisisaldust.

Materjal ja metoodika

Põldkatsed viidi läbi aastatel 2012–2016 Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Rõhu katsejaama Eerika katsepõldudel. Külvikorras oli viis üksteisele järgnevat põllukultuuri: oder punase ristiku allakülviga, punane ristik, talinisu, hernes ja kartul. Analüüsiti kolme erinevat viljelusviisi – talviste vahekultuurideta viljelussüsteem (Mahe 0; M0, kontrollvariant), mis järgib ainult külvikorda; talviste vahekultuuridega viljelussüsteem (Mahe I; MI) ning talviste vahekultuuride ja komposteeritud veisesõnnikuga (kevadell teraviljadele 10 t ha⁻¹, kartulile 20 t ha⁻¹) viljelussüsteem (Mahe II; MII). MI ja MII süsteemis külvatakse vahekultuuridena pärast talinisu koristust rukki ja talirapsi segu (2012. aastal oli raihein), pärast hernest taliraps ning pärast kartulit rukis. Maheviljeluse katselapidel mineraalväetisi ja sünteetilisi mürkkemikaale ei kasutata.

Katsed viidi läbi neljas korduses, iga katselapi suurus oli 60 m². Herne saak koristati katsekombainiga „Sampo“. Määrati herneterade keemiline koostis, sealhulgas proteiinisaldus. Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi Statistica 12 (Fisher LSD test) (Statsoft, 2005).

Tulemused ja arutelu

Hernele eelnevalt künti kevadel süsteemides MI ja MII mulda talvine vahekultuur (talirapsi ja talirukki segu). Neis kahes süsteemis võibki kahel katseaastal, 2013 ja 2014, saadud herne usutavalt kõrgemat saagikust võrreldes M0 variandiga seletada talvise vahekultuuri mõjuga (tabel 1). Kuid järgnevatel aastatel herne saagikus neis süsteemides osutus madalamaks kui kontrollsüsteemis. Selle üheks põhjuseks võis olla herne eelvilja, talinisu, suhteliselt suur taimetoitainete tarbimine (Kuht jt., 2014).

Selline oletus põhineb kahe viimase aasta saakide võrdlemisel, kus herne saagid võrreldes M0-ga olid 6–8% võrra väiksemad (tabel 1), eelkultuuris olnud talinisu saagid aga 8–11% suuremad (tabel 2). Põldherne puhul täheldatakse tugevat seost fosforiga varustatuse ja terasaagi vahel (Johnston jt., 2002). Talinisu eelviljana on hea fosfori tarbija, aga tagastab seda taimejäänustega mulda väga vähe (Lupwayi jt., 2003).

Viljelusviiside võrdluses ei erinenud üksteisest herneterade toorproteiini sisaldus, välja arvatud 2016. aastal, kus MII viljelusviisis langes see M0-ga võrreldes 12% (tabel 3). McLean jt. (1974) on leidnud, et põldherne proteiinide sisaldus sõltub suurel määral mulla N sisaldusest ja on mulla lämmastiku efektiivne seemnevalguks muundaja.

Tabel 1. Herne tera kuivainesaa (t ha⁻¹) kolmes maheviljelussüsteemis 2012.–2016. a

Viljelusviis	Kasvuaasta				
	2012	2013	2014	2015	2016
Mahe 0	1,81 ^{A1a2}	2,44 ^{Ba}	1,36 ^{Aa}	1,90 ^{ABa}	1,51 ^{Aa}
Mahe I	1,78 ^{Aa}	2,98 ^{Bb}	1,69 ^{Ab}	1,74 ^{Aa}	1,42 ^{Aa}
Mahe II	1,55 ^{Aa}	2,72 ^{Bab}	1,67 ^{Ab}	1,58 ^{Aa}	1,47 ^{Aa}

¹ Erinevad suured tähed tähistavad statistilist olulist erinevust aastate vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$). ² Erinevad väiksed tähed tähistavad statistilist olulist erinevust viljelusviiside vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$).

Nii nagu suurim hernesaa, saadi ka suurim toorproteiini saak 2013. aastal MII ja MI viljelusviisides, mis oli kontrollist (M0) vastavalt 15% ja 18% võrra suurem. Ka 2014. aastal oli proteiinisaagi usutav tõus märkimisväärne, mis oli nii MI kui MII variandis 23% võrra suurem (tabel 4.). Ülejäänud aastatel süsteemide vahelised usutavad erinevused puudusid.

Tabel 2. Talinisu (herne eelvili) kuivainesaa (t ha⁻¹) maheviljelussüsteemides 2011.–2015. a

Viljelusviis	Kasvuaasta				
	2011	2012	2013	2014	2015
Mahe 0	–	4,40 ^{Ba}	2,68 ^{Aa}	3,42 ^{Aa}	4,41 ^{Ba}
Mahe I	2,83 ^{A1a2}	5,04 ^{Cab}	2,92 ^{ABa}	3,70 ^{Ba}	4,88 ^{Ca}
Mahe II	2,01 ^{Aa}	5,66 ^{Eb}	2,81 ^{Ba}	3,52 ^{Ca}	4,71 ^{Da}

¹ Erinevad suured tähed tähistavad statistilist olulist erinevust aastate vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$). ² Erinevad väiksed tähed tähistavad statistilist olulist erinevust viljelusviiside vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$).

Tabel 3. Herne terade toorproteiini sisaldus (g kg⁻¹) maheviljelussüsteemides 2012.–2016. a

Viljelusviis	Kasvuaasta				
	2012	2013	2014	2015	2016
Mahe 0	202,3 ^{A1a2}	191,9 ^{Aa}	183,9 ^{Aa}	185,6 ^{Aa}	197,1 ^{Ab}
Mahe I	203,9 ^{Ba}	192,7 ^{ABa}	190,8 ^{ABa}	178,1 ^{Aa}	189,6 ^{ABab}
Mahe II	198,5 ^{Ca}	198,6 ^{Ca}	192,4 ^{BCa}	181,4 ^{ABa}	172,6 ^{Aa}

¹ Erinevad suured tähed tähistavad statistilist olulist erinevust aastate vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$). ² Erinevad väiksed tähed tähistavad statistilist olulist erinevust viljelusviiside vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$).

Tabel 4. Herne toorproteiini saak (t ha⁻¹) maheviljelussüsteemides 2012.–2016. a

Viljelusviis	Kasvuaasta				
	2012	2013	2014	2015	2016
Mahe 0	367,0 ^{AB1a2}	468,8 ^{Ba}	254,5 ^{Aa}	354,8 ^{ABa}	297,7 ^{Aa}
Mahe I	362,3 ^{Aa}	570,8 ^{Bb}	328,6 ^{Ab}	312,5 ^{Aa}	268,6 ^{Aa}
Mahe II	308,9 ^{Aa}	541,0 ^{Bab}	329,9 ^{Ab}	286,7 ^{Aa}	252,8 ^{Aa}

¹ Erinevad suured tähed tähistavad statistilist olulist erinevust aastate vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$). ² Erinevad väiksed tähed tähistavad statistilist olulist erinevust viljelusviiside vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$).

Järeldused ja soovitused

Katsetulemustest selgus, et tingimustes, kus kasvatatakse talviseid vahekuultuure ja lisaks sellele väetatakse eelvilja sõnnikuga, on võimalik kasvatada korraliku saagi ja kvaliteediga hernest. Kuid samas ilmnes, et kui herne eelviljaks on talinisu, viiakse saagiga põllult ära taimetoitaineid sedavõrd palju, et temale järgneva põldherne saak võib väheneda ka väetatud mahealadel.

Eelviljaga eemaldatud mulla toitainete puuduse kompenseerimiseks võiks hernel kasutada mahetootmises lubatud väetisi, näiteks orgaanilist NPK maheväetist, mille komponendid lahustuvad mullas järk-järgult ning, mis sisaldab vees lahustuvat P_2O_5 – 3,5% ja K_2O – 7% (Orgaaniline maheväetis, 2017). Mulla toitainete kao vältimiseks on otstarbekas arvutada igale põllule kultuuripõhised toitainete bilansid ja orgaanilise aine käibe hindamiseks kasutada huumusbilansi kalkulaatorit (Huumusbilansi kalkulaator, 2017).

Tänuavaldused. Artikkel on valminud ERA-NET Core Organic projekti Fertil-Crop, Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekti 8–2/T15121PKTM ja institutsionaalne uurimisprojekti IUT36-2 toel.

Kirjandus

- FAO, 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006, Second Edition. *World Soil Resources Report 103*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Huumusbilansi kalkulaator. <http://pk.emu.ee/struktuur/muld/teadustoo/huumusbilansi-kalkulaator/> (5. 10. 2017)
- Johnston, A., Karamanos, R., McKenzie, R. 2002. Field pea responses to phosphorus fertilization. *News and Views Newsletter, Potash and Phosphate Institute of Canada*, 2.
- Kuht, J., Ereemeev, V., Talgre, L., Tein, B., Alaru, M., Luik, A. 2014. Herne saak ja kvaliteet maheviljeluses olenevalt orgaanilise väetamise viisist, lk 51–55. *Teaduselt mahepõllumajandusele, Konverentsi toimetised* (Metspalu, L., Luik, A. toim.), Tartu.
- Lupwayi, N.Z., Clayton, G.W., Harker, K.N., Turkington, T.K., Rice, W.A., Johnston, A. M. 2003. Impact of Crop Residue Type on Phosphorus Release. *Better Crops*, 87(3), 4–5.
- McLean L.A., Sosulski F.W. and Youngs C.G. 1974. Effects of nitrogen and moisture on yield and protein in field peas. *Canadian Journal of Plant Science*, 54, 301–305.
- Orgaaniline maheväetis <http://agripartner.ee/toode/orgaaniline-mahevaetis-bioilsa-777/>
- Palts, E., Vetemaa, A. 2012. Mahepõllumajanduse nõuete selgitus tootjale 2013. *Eesti Põllumajandusministeerium*, 66 lk.
- Sanchez E. 2004. The organic way – selecting green manure crops for soil fertility. *Virginia vegetable, small fruit and speciality crops*, 3 (4), 11–13.
- Statsoft 2005. *Statistica 7.0*. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA, 716 lk.

Bioaktivaatorite mõju porgandi ja sibula saagikusele köögivilja külvikorra katses

Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Eesti Maaülikooli Mahekeskus

► anne.luik@emu.ee

Sissejuhatus

Taimede kasvu ja arengu edendamiseks on viimastel aastatel turule ilmunud hulgaliselt erinevaid maheviljelusse sobivaid tooteid, näiteks nn bioaktivaatoreid. Neid kasutatakse erinevatel viisidel mulla, seemnete või taimede töötlemiseks. Selline seemnete töötlemine peaks aitama luua taime algarenguks soodsaimaid tingimusi, mis lõppeesmärgina võiks viia parema saagikuseni. Preparaat EM (efektiivsed mikroorganismid) sisaldades üheaegselt nii taimede toitumist soodustavaid kui ka taimehaigusi pärssivaid mikroorganisme, peaks aitama parandada idanemiskeskonda ja sellega edendama taimede kasvu ning arengut. EM mõjul on täheldatud soja oa idanevuse ja kasvuhoone kultuuride ning kõrvitsaliste istikute kasvu paranemist. Kaalikal ja põldhernel on tõusnud EM toimet ka saagikus, samas kui kapsa ja küüslaugu saaki see oluliselt pole mõjutanud (Olle, 2013, 2015a,b; Olle, Narits, 2015; Olle, Williams, 2015). Eeltoodud tulemused on sõltunud nii kultuurist, toote erinevast kasutusviisist kui ka kasvatustingimustest. Leidmaks oma tingimustele sobivat vahendit on oluline selgitada, kuidas need tooted ja ka toodete kombinatsioonid toimivad eri kultuuridele konkreetsetes kasvutingimustes. Selleks võeti köögiviljade seemnetööstlusteks katsesse Agri Partner OÜ poolt pakutavad tooted nagu EM, Raskila ja vetika ekstrakt. Raskila, mis põhineb vihmaussidega kompostimisel hobusesõnnikust saadaval vermihuumusel, peaks toimima loodusliku kasvustimulaatorina nii, nagu ka vetika ekstrakt. Katsete eesmärgiks oli selgitada, kas seemnetööstlused bioaktivaatoritega mõjutavad porgandi ja sibula saagikust.

Materjal ja meetodika

Eelnimetatud bioaktivaatoritega seemnetööstlusi katsetati porgandil ja sibulal Eesti Maaülikooli Mahekeskuse köögivilja külvikorra katses, kus ühel väljal aas-

tate kaupa järjestikku kasvatatakse nelja erinevat kultuuri: valge peakapsas – porgand – sibul – 2 aastat valge ristiku ja kõrrelise segu. Säilitamiseks ja parandamiseks mullas taimetoitainete/orgaanilise aine sisaldust, külvati kapsa ja porgandi järele talviseks katteks vahekultuurina rukis, mis viidi mulda kevadel. Sibula koristuse järgselt külvati kohe ristiku-körrelise segu. 2010. aastal alustatud külvikorra katse on jõudnud teise rotatsiooni. 2016. aastal kasvatati seal porgandit 'Nantes Jõgeva' ning 2017. a järgnes sibul 'Peipsiveere'. Mulla orgaanilise aine sisaldus loob eeldused mulla elustiku arenguks ja sellega saab mõjutada ka bioaktivaatorite toimet. Mõlemal katseaastal oli orgaanilise süsiniku sisaldus küllaltki kõrge, pisut üle 3% (vastavalt 3,12 ja 3,04%) ja pH 7,14.

Porgandi seemneid ja tippsibulaid hoiti külvielselt tund aega vastavate bioaktivaatorite vesilahuses ning kontrollvariandi omi vees. EM lahustati vastavalt veega vahekorras 1 : 5, vetika ekstrakt 1 : 10 ja Raskila 1 : 100. Lahusejärjad seemned/sibulad viidi koheselt mulda.

Porgandiga katsetati kuues variandis.

1. Kontroll
2. EM – efektiivsed mikroorganismid
3. R – Raskila
4. V – vetika ekstrakt
5. EM + R – efektiivsed mikroorganismid ja Raskila võrdses segus
6. EM + R + V – efektiivsete mikroorganismide, Raskila ja vetika ekstrakti võrdses segus

Porgandid külvati 26. mail ja koristati 15. oktoobril 2016.

Sibulaga katsetati neljas variandis.

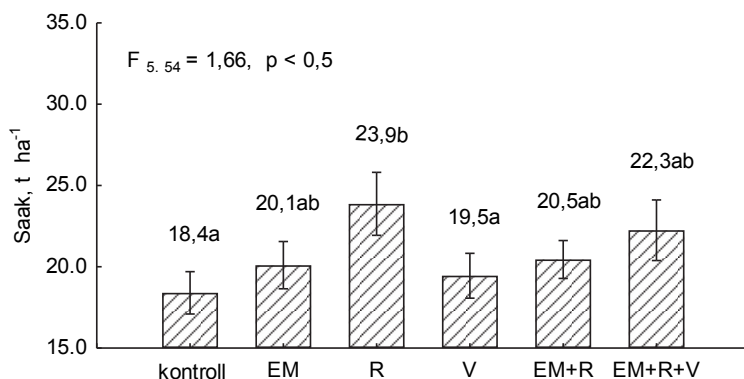
1. Kontroll
2. EM – efektiivsed mikroorganismid
3. R – Raskila
4. EM + R – efektiivsed mikroorganismid ja Raskila võrdses segus

Sibulad istutati 26. mail ja koristati 11. augustil 2017. Katsed olid blokkasetuses ja neljas korduses. Mõlemal katseaastal oli kevad kuiv ja jahe, mis mõjutas taimede algarengut.

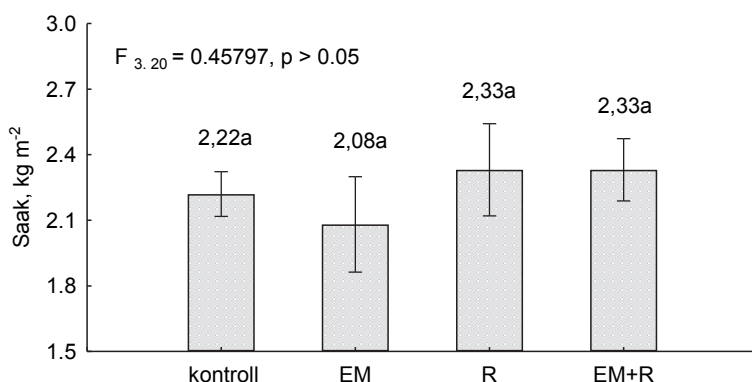
Tulemused töödeldi programmiga Statistika 13 (ANOVA) kasutades saakide erinevuste usaldusväärsuse võrdluses Tukey HSD testi.

Tulemused ja arutelu

Võrreldes kontrollvariandiga avaldus usaldusväärne positiivne mõju saagikusele porgandi seemnete töötlemisel Raskilaga ning vetika ekstraktiga (joonis 1). Mõnevõrra soodustas saagikust ka EM, vetika ekstrakt ja nende ning Raskila seguga töötlemine. Kuid segudega töötlemisel jäi saagikus siiski madalamaks kui Raskilaga mõjutamisel. Kuivõrd kevad oli jahe ja kuiv, siis on võimalik, et need tingimused ei soodustanud EM preparaadis sisalduvate mikroorganismide aktiveerumist. Samas, küllaltki kõrge orgaanilise aine sisaldus viitab, et mullas on olemas ulatuslik kohalik



Joonis 1. Bioaktivaatorite EM (efektiivsed mikroorganismid), R (Raskila) ja V (vetika ekstrakt) ning nende segudega seemnetöötamise mõju porgandi saagile 2016. aastal. Vertikaaljooned tähistavad tulpadel standardhälvet. Erinevate tähtedega tulbad erinevad statistiliselt usaldusväärselt (Tukey HSD test, $p < 0,05$).



Joonis 2. Bioaktivaatorite EM (efektiivsed mikroorganismid) ja R (Raskila) ning nende segudega seemnetöötamise mõju sibula saagile 2017. aastal. Vertikaaljooned tähistavad tulpadel standardhälvet. Erinevate tähtedega tulbad erinevad statistiliselt usaldusväärselt (Tukey HSD test, $p < 0,05$).

mikroelustik. Need võisid pärssida preparaadiga mulda toodud mikroobe (Wardle, 2006). Raskilaga mulda antud ühendid võisid just aktiveerida kohalikku elustikku, kes soodustasid taimede kasvu ja arengut. Raskila variandis tärkasid ka taimed mõnevõrra varem kui teistes katsevariantides. Raskila segus nii EM-iga kui ka EM ja vetika ekstraktiga soosis ka saagikust rohkem kui EM või vetika ekstrakt üksinda, kuigi need tulemused ei olnud statistiliselt usaldusväärsed. Raskila ja vetika ekstrakti erinev mõju seletub ilmselt nende toimeainete erinevusega.

Sibula katsetes ei ilmnunud EM-i ega Raskilaga, samuti nende seguga seemnete töötlemise usaldusväärset mõju saagikusele. Samas avaldus siiski ka siin, nagu ka porgandi puhul, Raskila taimede algarengut kiirendav toime. Kui juuni algul olid Raskilaga töödeldud variandis tärganud 75% sibulaist, siis teistes vaid 30–50%. Kuid see erinevus ei viinud lõpptulemusena oluliselt kõrgema saagikuseni. Raskilaga ja Raskila + EM-ga töötlemine mõnevõrra siiski tõstis saagikust võrreldes ainult EM-iga töötlusega, kus saagikus oli isegi madalam kui kontrollvariandis.

Selles külvikorra katses on mullas küllaltki kõrge orgaanilise aine sisaldus, mis viitab rikkalikule mikroobide kooslusele. Tõenäoliselt seetõttu polnudki uued EM-iga mulda toodud mikroorganismid soodustatud, vaid pigem alla surutud. Ka ei pannud mikroorganisme paremini toimima Raskila mõju, mis puhul nende koostoime olnuks tugevam kui Raskilal üksi.

Kevadine jahedus ja kuivus võisid aga üldiselt pärssida aktiveerivate preparaatide toimet mõlemal katseaastal.

Järeldused

Nii porgandi kui ka sibula katsest nähtub, et mõlema kultuuri puhul avaldas suhteliselt orgaanilise aine rikkas keskkonnas suuremat mõju saagikusele eelkõige Raskilaga töötlemine. Tema kasutamine seemnetöötluses koos EM ja vetika ekstraktiga ei suurendanud efektiivsust. Seega on praktikas otstarbekas kõigepealt selgitada eraldi kõikide preparaatide toimimine kohalikes tingimustes, sest nii mulla kui ka ilmastiku olud on ju erinevates ettevõtetes erisugused. Alles seejärel saab otsustada, kas ja milline töötlemine tasub end ära. Kindlasti tuleks aga pidevalt panustada orgaanilise aine varu, kui mullaviljakuse ja tervise kandja, säilitamisele ja parandamisele kohalike taastuvate ressursside baasil (eelkõige mitmekesine vahekultuuride rikas külvikord). See võib välistada vajaduse kasutada täiendavaid aktiveerivaid preparaate.

Tänuavaldused. Uurimus valmis firma Agri Partner OÜ ja institutsionaalse uurimistoetuse IUT36-2 toel.

Kirjandus

- Olle, M. 2013. The effect of Effective Microorganisms (EM) on the yield, storability and calcium content in swede, pp. 714–715. In: *International Plant Nutrition Colloquium and Boron Satellite Meeting Proceeding Book: International Plant Nutrition Colloquium and Boron Satellite Meeting, Istanbul/Turkey, 19–23 August 2013*. Sabanci University, Turkey.
- Olle, M. 2015a. Effective microorganisms influences vegetables and soybeans production. *LAP LAMBERT Academic Publishing*, 88 pp.
- Olle, M. 2015b. Efektiivsete mikroorganismide mõju taliküüslaugu saagile ning kuivaine ja kaltsiumisisaldusele. *Agronoomia* 2015, 191–194.
- Olle, M., Narits, L. 2015. Efektiivsete mikroorganismide mõju põldherne saagile, ning selle lämmastiku- ja magneesiumisisaldusele. *Agronoomia* 2015, 86–88.
- Olle, M., Williams, I.H. 2015. The influence of effective microorganisms (EM) on the growth and nitrate content of cucumber and squash transplants. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 2(1), 25–28.
- Wardle, D.A. 2006. The influence of biotic interactions on soil biodiversity. *Ecological Letters*, 9, 870–886.

Maheviljelus koos talviste vahekultuuridega parandab ökosüsteemide teenuseid

**Anne Luik, Liina Talgre, Helena Madsen, Viacheslav Eremeev,
Endla Reintam, Evelin Loit**

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► anne.luik@emu.ee

Meie elu ja tegevus sõltuvad loodusest, tema poolt pakutavatest hüvedest ehk teenustest. Need on rühmitatult välja toodud Maailmapanga poolt koostatud hinnangus (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Looduse poolt pakutav jaotatakse seal nelja kategooriasse. Esimese moodustavad elu aluseks olevad toetatavad hüved – mulla moodustumine ja areng koos toitainete ringluse ning primaarproduktiooniga. Teise kuuluvad reguleerivad hüved, nagu kliima kujundamine, kultuuride tolmeldamine, kahjustajate reguleerimine, vee puhastamine jne. Kolmanda moodustavad pakkuvad hüved – toodetav (saadav) toit, küte, kiud ja vesi. Loodus tekitab meis esteetilisi ja vaimseid naudinguid ning pakub hariduslikke väärtusi ja puhkamise võimalusi – need moodustavad neljanda, kultuuriliste hüvede kategooria. Need hüved toimivad süsteemselt ning üksteisest sõltuvalt. Ent hinnangu analüüs tõdeb, et ökosüsteemide hüvesid pole säästlikult kasutatud, üha vähemaks jääb neid meie järglaste kasutada. Viimase viiekümne aasta jooksul on hüvede kasutamine olnud väga aktiivne – intensiivne toidu ja tarbeainete tootmine. See on viinud 60% ulatuses ökosüsteemide poolt saadavate hüvede degradeerumisele. Eriti tugevalt on kannatada saanud muld ja elurikkus. Muld aga on võtmetähtsusega ökosüsteemide talitlustes sh nii põllumajandustootmises kui ka kliima kujundamises. Viimases näiteks nii süsiniku sidumise kui ka vee reguleerimise kaudu. Tagamaks ökosüsteemide kestlikku toimimist, sh jätkusuutlikku toidutootmist, on äärmiselt tähtis viia tegevusi loodusega rohkem kooskõlla nõ ökoloogiliselt intensiivistades (Bommarco jt., 2013). Mullaomaduste parandamine koos elurikkuse suurendamisega on selle juures möödapääsmatu ning koos sellega on vajalik leida ja arendada soosivaid tehnoloogiaid.

Selles töös selgitatakse pikaajalise viieväljalise külvikorra katses, viies erinevas taimekasvatuse süsteemis, mullaomaduste ja talitlusliku elurikkuse muutumisi. Praeguseks on katse jõudnud teise rotatsioon lõpusirgele.

Materjal ja metoodika

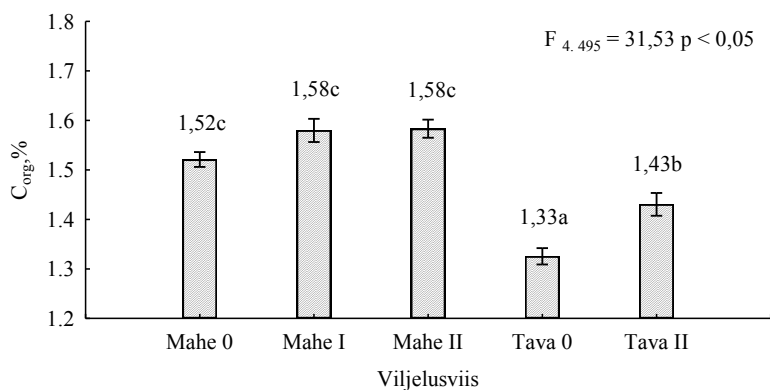
Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllu näivleetunud mullale rajati 2008. aastal külvikorrakatse, mis koosneb erinevatest kasvatussüsteemidest: kolmest mahe- (0, I ja II) ja kahest tavaviljeluse süsteemist (0 ja II). Külvikorras on oder 'Anni' ristik 'Varte' allakülviga – ristik 'Varte' – talinisu 'Freddis' – hernes 'Tudor' – kartul 'Maret'. Mahe 0 süsteem järgib ainult külvikorda. Mahe I ja II süsteemides kasutatakse põhikultuuride vahel talviseid vahe- ehk kattekultuure. Neis mahesüsteemides külvatakse peale talinisu koristust talvise vahekultuurina rukki/talirapsi segu, peale hernest talirapsi ning peale kartulit rukist. Mahe II süsteemis antakse lisaks talviste vahekultuuridele kompostitud lehmasõnnikut 10 tonni ha⁻¹ kummalegi teraviljale ja 20 tonni ha⁻¹ kartulile. Sõnnik antakse kevadel. Talvel on kõik Mahe I ja II väljad roheline katte all. Mahe 0 süsteemis jääb maa herne ja kartuli järel talveks mustaks. Talvised vahekultuurid külvatakse kohe pärast põhikultuuri koristust ja küntakse sisse kevadel, tavaliselt aprilli kolmandal dekaadil. Punast ristikut niidetakse ja multšitakse kahel korral suve jooksul ja küntakse siis sisse.

Tavaviljeluse süsteemid põhinevad keemilisel taimekaitsel. Nagu Mahe 0 järgib ka Tava 0 süsteem külvikorda, kuid seal kasutatakse keemilist umbrohu-, kahjuri- ning haigustõrjet. Sama toimub ka Tava II süsteemis, kus kõigil kultuuridel kasutatakse põhiväetistena mineraalväetisi P 25 kg ha⁻¹ ja K 95 kg ha⁻¹ ning lämmastikuga väetamine oleneb kultuurist: hernele N 20, odrale N 120, talinisule ja kartulile N 150 kg ha⁻¹.

Katse toimub neljas korduses, iga kultuuri katsevälja suurus on 60 m². Aastatel 2012–2014 oli katse lülitatud ERA Net Core Organic TILMAN-ORG ning 2015–2017 FertilCrop projekti. Mullaproovid võeti kevadeti kõikidelt katseväljadelt ja analüüsiti vastavalt projektide nõuetele (Handbook of methods – TILMAN-ORG, 2012). Andmete analüüsil kasutati programme MS Excel 2013 ja Statistica 12.

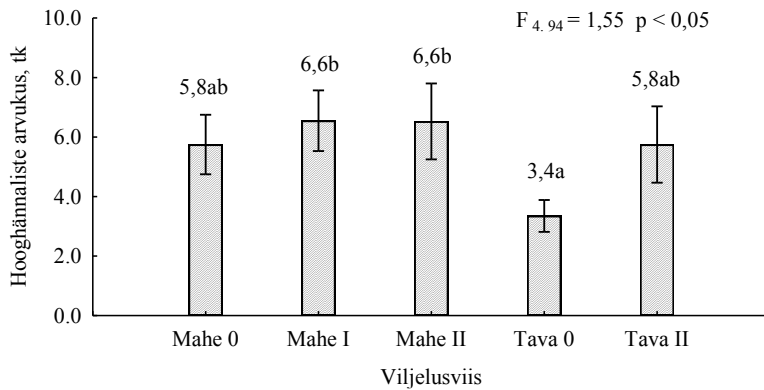
Tulemused ja arutelu

Mahe- ja tava-süsteemide mulla orgaanilise aine sisalduse võrdlemisel ilmnesid olulised erinevused ja seda tava-süsteemide kahjuks (joonis 1). Mulla kvaliteedi, tervise ja viljakuse kandja on orgaaniline aine, mis loob bioloogilise aktiivsuse selles oleva elurikkusega (makro- ja mikroorganismidega). Tänu sellele orgaanilised ühendid lagundatakse ja muudetakse taimedele kättesaadavaks toiteelementideks ning teiseneb ka mulla keemiline ja füüsikaline koostis. Mitmekesise kireva

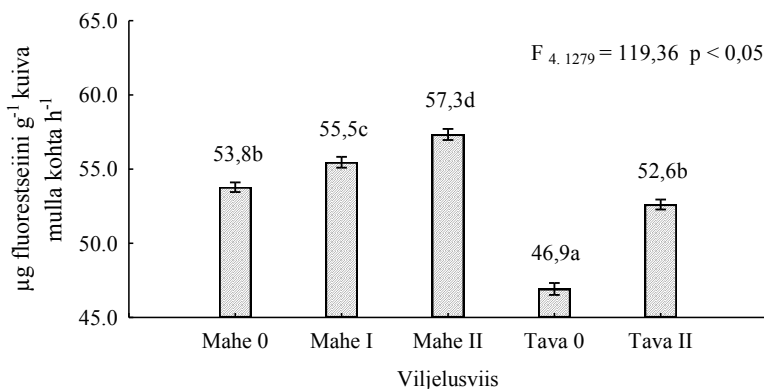


Joonis 1. Mulla orgaanilise aine (C_{org} % 2012–2016 aastate keskmine), sisaldus erinevates kasvatussüsteemides (Mahe 0: viieväljane külvikord (VK), Mahe I: VK + talvised vahekultuurid (TV), Mahe II: VK + TV + kompostitud sõnnik; Tava 0: VK + keemiline taimekaitse (KT), Tava II: VK + KT + mineraalväetised). Vearibad joonisel tähistavad standarddviaga. Erinevad tähed tähistavad statistilist olulist erinevust (Tukey HSD test, $p < 0,05$).

elustikuga reguleeritakse ka võimalike taimekahjustajate esinemissagedusi (Blanco-Canqui jt., 2015). Selle katse maheviljeluse süsteemides (Mahe I ja II) esines vihmausse arvukamalt seal, kus kasutati talviseid vahekultuure ja eriti koos kompostitud sõnnikuga (Reintam jt., 2015). Hooghännaliste kui oluliste taimejäänuste lagun-dajate arvukus oli mõnevõrra kõrgem maheviljelussüsteemides. Kuivõrd vahekul-tuurid pakuvad neile rohkem toitu, siis ilmnes tendents, et neid oli arvukamalt just talviste vahekultuuridega maheviljelussüsteemides (joonis 2). Kuivõrd Mahe 0 ja Tava 0 süsteemid järgivad mõlemad vaid külvikorda, siis nende omavahelisel võrdlusel selgus, et tavasüsteemi mullas oli orgaanilise süsiniku sisaldus oluliselt madalam (joonis 1). Nähtavasti sünteetilised taimekaitsevahendid tavasüsteemi-des pärsvad mullaprotsesse ning põhjustavad mulla madalama bioloogilise aktiiv-suse just seetõttu, et mõjuvad negatiivselt mulla mikroobide aktiivsusele (joonis 3). Need tulemused on kooskõlas varasemate uurimistulemustega, kust on selgunud, et pestitsiidide jäägid mullas pärsvad mullaelustikku, mõjutavad mulla ensüüme, suruvad alla mikroorganismide aktiivsust ning muudavad nende liigilist koosseisu (Makaw jt., 1979; Sarfas jt., 2009; Angelini jt., 2013). Mulla mikroobide aktiivsus oli usaldusväärselt kõrgem talviste vahekultuuridega mahesüsteemides (Mahe I ja Mahe II) võrreldes ilma vahekultuurideta Mahe 0-ga ja mõlema tavasüsteemiga.



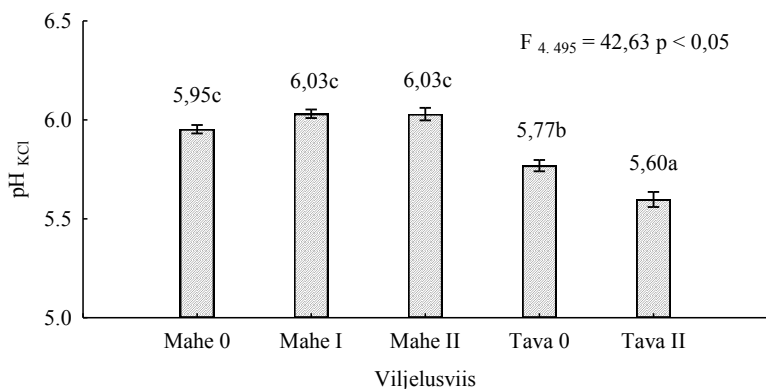
Joonis 2. Hooghännaliste arvukus 2017 kevadel erinevate kasvatussüsteemide mul-
las (Mahe 0: viieväljane külvikord (VK) , Mahe I: VK + talvised vahekultuu-
rid (TV), Mahe II: VK + TV + kompostitud sõnnik; Tava 0: VK + keemiline
taimekaitse (KT), Tava II: VK + KT + mineraalväetised). Vearibad joonisel
tähistavad standardviga. Erinevad tähed tähistavad statistilist olulist erinevust
(Tukey HSD test, $p < 0,05$).



Joonis 3. Mulla mikroobide hüdrolüütiline aktiivsus (μg fluoresceini g⁻¹ kuiva mulla
kohta h⁻¹ 2012–2017 aastate keskmine) erinevates kasvatussüsteemides
(Mahe 0: viieväljane külvikord (VK) , Mahe I: VK + talvised vahekultuurid
(TV), Mahe II: VK + TV + kompostitud sõnnik; Tava 0: VK + keemiline taime-
kaitse (KT), Tava II: VK + KT + mineraalväetised). Vearibad joonisel tähista-
vad standardviga. Erinevad tähed tähistavad statistilist olulist erinevust (Tukey
HSD test, $p < 0,05$).

Kõrgeim mikroobide aktiivsus Mahe II süsteemis seletub kompostitud sõnniku mõjuga, sest nõ elava kompostiga viiakse mulda mitte üksnes toitaineid, vaid ka hulgaliselt erinevaid mikroobe. Võrreldes ainult vahekultuuride kasutamisega, loob kompost soodsama keskkonna mikroobide arenguks.

Mulla orgaanika sisalduse tõusuga korreleerus ka happesuse kahanemine. Madalama orgaanika sisaldusega tavasüsteemide muld oli oluliselt happelisem (pH madalam) (joonis 4). Tava II süsteemis aitas hapestamisele kaasa mineraalne väetamine. Mahesüsteemides ilmnes aga talviste vahekultuuride mõjul hoopiski happesuse kahanemise tendents. See on taimefüsioloogiliselt soodne, kui võrd happelisemas keskkonnas on taimel toitaineid raskem omastada. Kõrgem orgaanilise aine sisaldus maheviljeluse süsteemides korreleerub mullas suurema toitainete varuga. Nii oli mahesüsteemides üldlämmastik (0,131–0,134%) usaldusväärselt kõrgem kui tavasüsteemides (0,105–0,115%). Samuti olid oluliselt suuremad ka fosfori (vastavalt 109–122 ja 97–103 mg kg⁻¹), kaltsiumi (vastavalt 1402–1485 ja 1173–1156 mg kg⁻¹) ja magneesiumi sisaldused (vastavalt 169–199 ja 102–117 mg kg⁻¹). Kaaliumi sisalduses ei olnud Mahe II (130 mg kg⁻¹) ja Tava II (131 mg kg⁻¹) süsteemides vahet, kuid tavasüsteemis toetas seda ilmselt mineraal-



Joonis 4. Mulla happesus (pH_{KCl} 2012–2016 aastate keskmine) erinevates kasvatussüsteemides (Mahe 0: viieväljane külvikord (VK), Mahe I: VK + talvised vahekultuurid (TV), Mahe II: VK + TV + kompostitud sõnnik; Tava 0: VK + keemiline taimekaitse (KT), Tava II: VK + KT + mineraalväetised). Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Erinevad tähed tähistavad statistilist olulist erinevust (Tukey HSD test, $p < 0,05$).

väetise ($K\ 95\text{ kg ha}^{-1}$) kasutamine. Teistes mahesüsteemides oli see usaldusväärselt kõrgem kui ilma väetamata Tava 0 süsteemis (vastavalt 121 ja 110 mg kg^{-1}).

Mahesüsteemides avaldus küll tendents, et toitaineid oli vahekultuuride toimetel mullas mõnevõrra rohkem, kuid statistiliselt usaldusväärselt kõrgem on see üksnes magneesiumi puhul.

Vahekultuuride toimetel olid oluliselt paranenud ka mulla füüsikalised näitajad: Mahe I ja II süsteemides oli suurenenud mulla veehoiuvõime ja vee läbilaskvus (Talgre jt., 2015). Vee läbilaskvuse suurenemine vähendab põldudel loikude teket, veehoiuvõime suurendab aga põuale vastupidavust. Võrreldes tavasüsteemidega soodustasid vahekultuurid uuritavates maheviljeluse süsteemides usaldusväärselt ka maapinnal liikuvate taimekahjurite looduslikke vaenlasi – jooksiklasi (Kruus jt., 2012), kel on oluline roll kahjurputukate arvukuse reguleerimisel. Samuti on vahekultuurid pärssinud kartulihaiguste esinemist (Tein jt., 2014).

Seega võrreldes tavaviljeluse süsteemidega, avaldasid vahekultuuridega maheviljeluse süsteemid mitmekülgset soodustavat mõju looduslike hüvede paranemisele: suurenes talitluslik elurikkus (mullaelustik, taimekahjustajate looduslikud vaenlased) ja aktiveerusid mullaprotsessid ning mullas tõusis toitainete sisaldus ja paranesid mulla füüsikalised omadused. See tõi kaasa kõikide kultuuride puhul ka saagikuse tõusu (Talgre jt., 2015). Tuleb märkida, et see jäi siiski mõnevõrra madalamaks kui maksimaalse mineraalse väetamisega Tava II süsteemis. Kuid viimane ei ole kestlik tootmisviis, arvestades eelkõige tavatootmise negatiivset toimet talitluslikule elurikkusele.

Järeldused

Antud katsete tulemuste põhjal võib järeldada, et jätkusuutlik põllumajandustootmine vajab ökoloogilist intensiivistamist ehk ökoloogiliste talitluste paremat juurutamist tootmistsükklisse nii nagu ilmnes vahekultuuridega maheviljeluse süsteemides.

Maheviljelus mitmekesise külvikorraga, hästi integreeritud põhi- ja vahekultuuridega, parandab mullaprotsesse, suurendab talitluslikku elurikkust. Selle tõstmine, arvestades nii mulla toitainete ringlust kui ka põllumajandusmaastiku mitmekesistamist ning harimistehnoloogiate optimeerimist, võimaldaks saavutada põllukooslusi kui isereguleerivaid agro-ökosüsteeme

Tänuavaldus. Uurimus on valminud ERA-NET Core Organic projekti FertilCrop ning institutsionaalse uurimistoetuse IUT36-2 ja Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekti 8–2/T15121PKTM toel.

Kirjandus

- Angelini, J., Silvina, G., Taurian, T., Ibanez, F., Tonelli, M.L., Valetti, L., Anzuay, M.S. Luduena, L., Munoz, V., Fabra, A. 2013. The effect of pesticides on bacterial nitrogen fixers in peanut growing area. *Arch. Microbiol.* 195 (10–11), 683–692.
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T.M., Lindquist, J.L., Shapiro, C. A., Elmore, R.W., Francis, C.A., Hargest, G. W. 2015. Cover crops and Ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy Journal*, 107 (6), 2449–2474.
- Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, S. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends Ecol. Evol.*, 28, 230–238.
- Makaw, A.A., Abdel-Nasser, M., Abdel-Moneim, A.A. 1979. Effect some pesticides on certain micro-organisms contributing to soil fertility. *Zentralbl. Bakteriол. Naturwiss.* 134 (1), 5–12.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 155 pp .
- Reintam, E., Kahu, G., Sulp, K., Sanches de Cima, D., Are, M., Luik, A. 2015. Viljelusviisi ja väetamise mõju vihmaussidele. *Agronoomia* 2015, 34–39.
- Talgre, L., Eremeev, V., Reintam, E., Tein, B., Sanches de Cima, D., Madsen, H., Alaru, M., Luik, A. 2015. Talvised vahekultuurid parandavad mulda ja kultuuride saagikust. *Agronoomia* 2015, 40–44.

Ristõieliste maakirpude suvise põlvkonna toidutaimede valik ning liikide koosseis

Luule Metspalu, Kert Kiis, Katrin Jõgar, Angela Ploomi

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► luule.metspalu@emu.ee

Sissejuhatus

Ristõieliste maakirbud *Phyllotreta* perekonnast on noores kasvueas kultuuride tõsised kahjustajad. Toidutaimede hulgas on nii õlikultuure (sinep, raps, rüps), köögivilju (valge peakapsas, kaalikas, naeris), ilutaimi (levkoi, kressid) kui ka umbrohtusid (harilik hiirekõrv, harilik tõlkjas). Valmikud närivad lehépinnad auklikuks, auke ümbritsev kude aga kuivab, taime kasv ning areng pidurdub. Suure kahjustuse korral hävib noor, enamasti just idulehtede faasis taim täielikult. Neljandasse viiendasse pärislehte jõudnud taim suudab kahjustustest taastuda, kuigi see jätab jäljed nii edasisele arengule kui ka saagile (Gavloski ja Lamb, 2000).

Meie tingimustes on neil kahjureil üks põlvkond. Uued mardikad ilmuvad taimedele juulis ja augustis (Metspalu jt., 2014), kui neid on rohkesti, on talvitunud põlvkond oma paljunemispotentsiaali maksimaalselt ära kasutanud. Kuigi maakirbud tekitavad põhilise kahju kevadel, pole kahjutu ka uus põlvkond, kes tuleb suvel kultuuridele talvituseelsele küpsussöömale. Nende arvukus võib mõnel aastal olla märkimisväärne (Knodel, 2017). Suvine kahjustus on valmimisjärgus kapsakultuuridele harva ohtlik, kuid siiski võidakse taimedel põhjustada veekadusid ning vähendada fotosünteesivõimet. Suvirapsile võivad maakirbud muutuda ohtlikuks siis, kui kahjuri suvise põlvkonna ilmumise ning noorte kõtrade moodustamise aeg langeb kokku. Kuna maakirbud kannavad edasi mitmeid ohtlikke taimehaigusi, siis juba väiksemagi kahjustuse korral võivad noored kõdrad nakatuda (Hoffman jt., 1999). Kahjustusi võib ära kasutada ka kõdrasääsk (*Dasineura brassicae* (Winnertz)), kes muneb vigastatud kõtradesse (Knodel ja Olson, 2002). Sügisel tekitatakse kahju ka talirapsi tõusmetele ning noortele taimedele, eriti põllu äärealadel. Löögi all on ristõieliste köögiviljade korduskülvid (nt lehtkapsas). Üldiselt arvatakse, et suvise põlvkonna järgi on võimalik järgmiseks kevadeks kahjuri arvukust prognoosida (Soroka ja Elliot, 2011), kuid on ka täiesti teistsuguseid tulemusi (Laugen, 2017).

Valdavalt tõrjutakse maakirpe keemiliste taimekaitsevahenditega. Intensiivse tõrje tagajärjel on nad muutunud resistentseks ja ohtlikuks inimese tervisele ning keskkond on saastunud (Bensen ja Temple, 2008). Kuivõrd mahekasvatustes pole keemilised tõrjevahendid üldse lubatud, siis püütakse sellele tõrjeviisile leida alternatiive. Kevadiste maakirpude tõrjumiseks rakendatakse mitmel pool maa-ilmal üsnagi edukalt püünis- e. lõksutaimi. Need on kaitstavast põhikultuurist atraktiivsemad taimeliigid, mida kasvatatakse põhikultuuri lähikonnas. Neile kogunevad kahjurid eemaldatakse keskkonnast enne, kui nad lähevad põhikultuurile (Hokkanen, 1991). Maakirpude suvise põlvkonna arvukuse ning taime-eelistuste kohta on meil väga vähe teada. Ometi on neid viimastel aastatel just suve teisel poolel meil väga palju, mis on nähtavasti seotud nii suvi- kui ka talirapsi külvipindade olulise kasvuga. Töö eesmärgiks oli selgitada, milline on meil maakirpude suvise põlvkonna liigiline koosseis ning kas neil on köögiviljakultuuride osas eelistusi.

Materjal ja metoodika

Põldkatse toimus 2015. aastal Tartus Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul. Katses olid: naeris 'Goldana', kaalikas 'Kohalik sinine', varajane peakapsas 'Parel', keskvalmiv peakapsas 'Leopold', hiline peakapsas 'Lennox', punane peakapsas 'Mars', nuikapsas 'Delikatess Weiss' ja paktsoi e. hiina lehtkapsas 'Cash'.

Aprillis külvati laboris seemned $5 \times 5 \times 5$ cm külvitopsidesse, mis paigutati standardsetele plastikkandikutele. Istikuid kasvatati pikas päevas (16h : 8h), 20–22 °C juures. Selleks, et taimed karastuksid, hoiti neid nädal aega enne põllule istutamist õues. Kuna erinevatel taimeliikidel on erinev arengukiirus, erinesid külviajad nii, et väljaistutamise ajal, 7. mail, olid kõik katsetaimede liigid 2–3 pärislehe faasis.

Uue põlvkonna maakirpude püük algas 1. augustil ning toimus kord nädalas, hommikupoolikuti (kella 9–10 ajal), kui temperatuur oli madalam ning maakirbud vähemaktiivsed. Maakirpe koguti aspiraatoriga kõikidelt katsetaimedelt, iga kordus pandi eraldi topsidesse ja märgistati ning surmati sügavkülmikus.

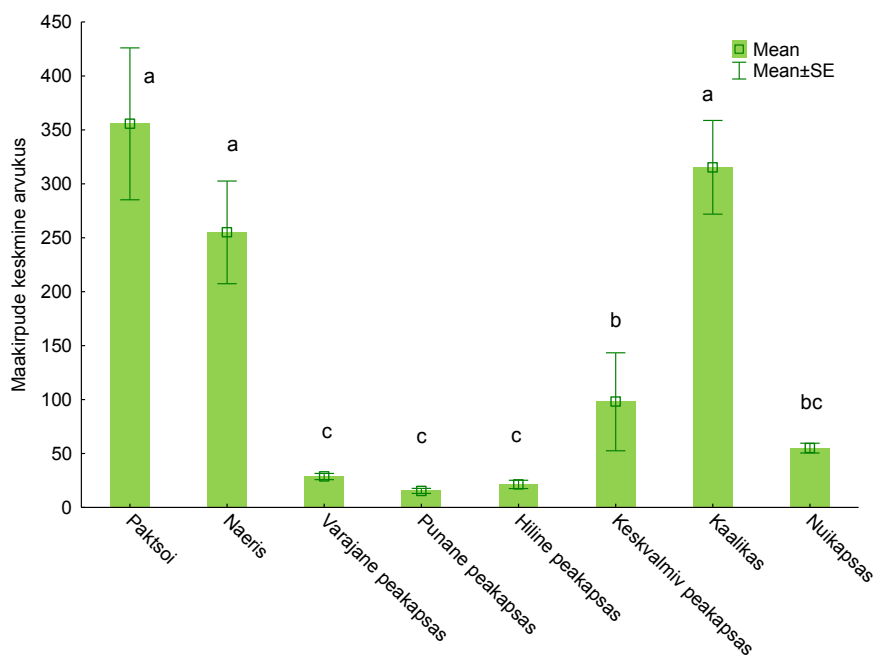
Kasutades mikroskoopi Olympus SZ-CTV (Olympus Optical Co. Ltd, Japan) määrati proovides olevate maakirpude liigid, loendati arvukus ning moodustati andmebaas, kasutades arvutiprogrammi Excel 2013. Statistiline analüüs tehti programmiga Statistica 13. Erinevused maakirpude arvukuses katsekultuuridel leiti ühefaktorilise ANOVA abil, võrdluses kasutati Tukey HSD post-hoc testi ($p = 0,05$).

Tulemused ja arutelu

Võrreldes antud katsealal talvitunud maakirpude arvukust (Metspalu jt., 2016; Kiis, 2016) meie andmetega, selgus et uue põlvkonna mardikaid oligi rohkem. Seosed uue põlvkonna maakirpude arvukuse ja keskmise õhutemperatuuri vahel polnud märgatavad, kuna kogu vaatlusperioodi jooksul oli keskmine õhutemperatuur valmikute jaoks soodne, st. stabiilselt üle 12 °C.

Uue põlvkonna maakirpudel oli katsekultuuride osas statistiliselt usaldusväärseid eelistusi ning kultuur oli arvukuses oluline faktor (ANOVA; $F_{7,16} = 14,39$; $p < 0,05$). Võrreldes mardikate arvukust erinevatel taimeliikidel selgus, et kapsastega võrreldes koguti statistiliselt usaldusväärsest rohkem maakirpe paktsoilt, naerilt ja kaalikalt ($p < 0,05$), nende kolme taimeliigi omavahelises võrdluses küll usaldusväärseid erinevused puudusid ($p > 0,05$), kuid trend oli paktsoi kasuks (joonis 1).

Tulemused ühtivad meie varasemate tähelepanekutega, et paktsoi rohtsed osad on suve lõpus kaetud maakirpudega. Naeri ja kaalika atraktiivsus tuleneb nähtavasti ka nende taimeliikide arengu iseärasustest. Kuivõrd maakirbud eelistavad noori lehti, siis võrreldes vananevate kapsastega, muudab kaalika ning naeri



Joonis 1. Uue põlvkonna maakirpude keskmine arvukus erinevatel ristõielistel köögiviljakultuuridel. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usutavaid erinevusi (ANOVA, Tukey HSD test; $p < 0,05$). (Mean = keskmine, SE= standardviga).

pidevalt noorenev lehestik nad atraktiivseteks. Kapsastele tuli vähe maakirpe ning kahjustus praktiliselt puudus. Kapsaste omavahelisel võrdlusel oli mõnevõrra eelistatum keskvalmiv peakapsas ($p < 0,05$), teiste puhul usaldusväärne erinevus puudus ($p > 0,05$).

Erinevate maakirbuliikide omavaheline võrdlus näitas, et liik oli arvukuses statistiliselt oluline tunnus (ANOVA; $F_{6,14} = 360,1$; $p < 0,001$). Kõige rohkem oli katsealal musta maakirpu (*Phyllotreta atra* F; M (korduste keskmine) = 539). Seda liiki püüti üle kahe korra rohkem kui harilikku maakirpu (*Ph undulata* Kutschera; M = 242). Mustal maakirbul teatakse olevat arvukalt erinevatesse sugukondadesse kuuluvaid toidutaimi (Cagan jt., 2000). Meie varasematest uuringutest on teada, et ristõielistel õlikultuuridel jääb selle liigi arvukus üldiselt tagasihoidlikuks (Hiisaar jt., 2003; Metspalu jt., 2014). Arvukam on ta olnud suvel ristõielistel köögiviljakultuuridel, eriti paktsoil (Metspalu jt., 2016; Kiis, 2016). Szénási ja Marko (2015) andmeil toitub must maakirp kevadel paljudesse sugukondadesse kuuluvatel taimeliikidel ja vaid uus põlvkond kasutab talvitumiseks ettevalmistamisel toiduks peamiselt ristõielisi. Nähtavasti see ongi põhjuseks, miks see liik oli suvel antud katses nii arvukas.

Harilik maakirp eelistab ristõieliste sugukonda, eriti aga Brassica perekonda kuuluvaid taimeliike, mistõttu tema on aiakultuuridel arvukas nii kevadel (Kiis, 2016) kui ka suvel. Nii sinihelk (*Ph. nigripes* F; M = 19,2), kurmtreibulist (*Ph. vittata* F; M = 6,3) kui ka suurt (*Ph. nemorum* L.; M = 2,2) maakirpu ning samuti laia peremeeste ringiga *Chaetocnema* spp. (M = 2,6) leiti antud katses vähe ning nende liikide arvukuse omavahelisel võrdlusel puudus statistiliselt usaldusväärne erinevus ($p > 0,05$). Võrreldes nii musta kui ka hariliku maakirbu arvukusega, oli kõikide teiste liikide hulk statistiliselt usaldusväärselt madalam ($p < 0,05$).

Tööst järeldus, et ka maakirpude uue põlvkonna valmikuil oli taimeliikide osas eelistusi ning atraktiivsemad olid paktsoi, naeris ja kaalikas. Kevadisel ja suvisel põlvkonnal oli taimeliikide valikus mõningaid erinevusi. Kui kevadel valiti, võrreldes naeri või paktsoiga, kaalikat vähe (Kiis, 2016), siis sügisel oli ta kolme eeliskultuuri hulgas. Edaspidi vajab selgitamist, kas kahjurite suvise põlvkonna püümis-taimedelt hävitamine vähendab järgmisel kevadel nende hulka antud katsealal.

Tänuavaldused. Uurimustöö viidi läbi Eesti Haridus- ja Teadusministeeriumi uurimistoetuse IUT36-2 abil.

Kirjandus

- Bensen, T.A., Temple, S.R. 2008. Trap cropping, planting date, and cowpea variety as potential elements of an integrated pest management strategy for *Lygus hesperus* in blackeyed cowpea. *Crop Protection*, 27, 1343–1353.
- Cagán, L., Vráblová, M., Tóth, P. 2000. Flea beetles (Chrysomelidae: Alticinae) species occurring on *Amaranthus* spp. in Slovakia. *Journal of Central European Agriculture*, 1, 14–25.
- Gavloski, J.E., Lamb, R.J. 2000. Compensation by cruciferous plants is specific to the type of simulated herbivory. *Environmental Entomology*, 29, 6, 1273–1282.
- Hiiesaar, K., Metspalu, L., Lääniste, P., Jõgar, K., 2003. Specific composition of flea beetles (*Phyllotreta* spp), the dynamics of their number on the summer rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* subvar. *annua*) 'Mascot' *Agronomy Research*, 1, 123–130.
- Hoffman, M., Hoebeke, R., Dillard, H. 1999. Flea Beetle Pests of Vegetables. www.nysipm.cornell.edu/factsheets/vegetables/misc/fb.pdf (29.08.17).
- Hokkanen, H.M.T. 1991. Trap cropping in pest management. *Annual Review of Entomology*, 36, 119–138.
- Kiis, G. 2016. Maakirbud ristõielistel köögiviljakultuuridel. Magistritöö, 50 lk.
- Knodel, J.J. 2017. Flea beetles (*Phyllotreta* spp.) and their management, pp. 1–12. In: *Integrated Management of Insect Pests on Canola and Other Brassica Oilseed Crop* (Reddy, G.V.P., ed.).
- Knodel, J.J., Olson, D.L. 2002. *Biology and Integrated Pest Management of the Crucifer Flea Beetles in Canola*. North Dakota State University Cooperative Extension Service Publication E-1234, Fargo, North Dakota.
- Laugen, K. 2017. Küüslauguekstraktide mõju maakirpude arvukusele ja liigilisele koosseisule. Magistritöö, 57 lk.
- Metspalu, L., Kiis, K., Jõgar, K., Ploomi, A., Hiiesaar, K. 2016. Ristõieliste maakirbud valivad peremeestaimi. *Eesti Taimekaitse* 95, 15–18.
- Metspalu, L., Kruus, E., Ploomi, A., Williams, I.H., Hiiesaar, K., Jõgar, K., Veromann, E., Mänd, M. 2014. Flea beetle (Chrysomelidae: Alticinae) species composition and abundance in different cruciferous oilseed crops and the potential for trap crop system. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil, Plant Science*, 64 (7), 572–582.
- Soroka, J.J., Elliot, B. 2011. Innovative methods for managing flea beetles in canola. *Prairie Soils & Crops Journal*, 4, 1–7. www.prairiesoilsandcrops.ca (31.08.17).
- Szénási, A., Markó, V. 2015. Flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae, Alticinae) in Bt- (MON810) and near isogenic maize stands: Species composition and activity densities in Hungarian fields. *Crop Protection*, 77, 38–44.

Mükotoksiin patuliin maheõunamahas ja selle teket mõjutavad tegurid

Ulvi Moor, Lagle Heinmaa, Priit Põldma

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► ulvi.moor@emu.ee

Sissejuhatus

Õun on eestlaste jaoks kõige olulisem kodumaine puuvili ja ka õunamahla tarbitakse rohkesti: keskmiselt tarbib eestlane 17,4 g õunamahla päevas, apelsinimahla tarbitakse poole vähem (7,4 g päevas) (Eesti Rahvastiku Toitumise Uuring, 2014).

Mahepõllumajanduse registri andmetel oli Eestis 2016. a 396 ha õunaaedu maheviljeluses (PMA, 2016). Mitmed neist on rajatud kolhoosiaegadel, 50–60 aastat tagasi ja uutel omanikel pole jagunud vahendeid või tööjõudu tugevakasvuliste puude võrade harvendamiseks. Seetõttu on võrad tihedad ja õhu liikumine neis takistatud, mis loob soodsad tingimused seenhaiguste arenguks. Mõned seenorganismid toodavad oma elutegevuse käigus inimesele ja loomadele mürgiseid ainevahetusprodukte ehk mükotoksiine. Mükotoksiinidel võib olla kantserogeenne ehk vähki tekitav või teratogeenne ehk loote väärarenguid põhjustav toime; samuti kahjustavad need organismi immuunsüsteemi (Da Cruz Cabral jt., 2013). Õuntes leiduv mükotoksiin on patuliin, mida peamiselt toodab rohehallitust põhjustav seen *Penicillium expansum* Link. Patuliin ei lagune kuumutamisel, seetõttu kandub see toksiin õuntest edasi ka õunamahla, püreedesse ja moosidesse. Euroopa Liidus on patuliini sisaldusele kehtestatud piirnormid: puuviljamahas ja puuviljatoodetes peaks patuliini sisaldus olema madalam kui 50 µg ja beebitoitudes madalam kui 10 µg liitris.

Aastatel 2015 ja 2016 viidi Eesti Maaülikoolis läbi uuring, mille eesmärgiks oli välja selgitada: 1) kas maheviljeluses kasvatatud õunte mahlas leidub rohkem patuliini kui samade sortide puhul tavaviljeluses kasvatatud õunte mahlas; 2) kas pressimiseelselt optimaalsest soojemas säilitatud õunte mahlas leidub rohkem patuliini kui soovituslikul säilitustemperatuuril hoitud õunte mahlas.

Materjal ja metoodika

2015. aastal olid katses sordid 'Krameri tuviõun' ja 'Talvenauding' (Vasula mahe- ja tavaviljeluse õunaaedadest) ja 'Krista' (Polli Aiandusuuringute Keskuse mahe- ja tavaaedadest). Igast variandist korjati 200 kg õunu, millest pooled säilitati 3 ± 2 °C juures ja pooled 9 ± 2 °C juures Eesti Maaülikooli sundjahutusega hoiukambrites. Sordi 'Krameri tuviõun' õunu säilitati 4 nädalat, 'Krista' õunu 12 nädalat ja 'Talvenauding' õunu 10 nädalat. Enne mahla pressimist eemaldati katsest kõik visuaalselt eristatavate rohehallituse tunnustega õunad (neid oli vaid kümme) ja ka kõik mustmädaniku ja laomädaniku tunnustega õunad. Vaid kaltsiumipuuduse laikudega 'Krameri tuviõun' ja koore pruunistumise tunnustega 'Talvenauding' pressiti mahlaks. Kasutati vesipressi Lancman ja mahl pastöriseeriti 85 °C juures. Mahl pakendati 1,5-liitristesse alumiiniumkatttega mahlakottidesse ja suleti õhukindlalt. Patuliinianalüüsid teostati Terviseameti Tartu laboris.

2016. aastal võeti katsesse 'Liivi kuldrenett' (Mooste mahe- ja Vasula tavaviljeluse aedadest), 'Krameri tuviõun' ja 'Talvenauding' (Vasula mahe- ja tavaaedadest). Kõiki õunu säilitati 3 ± 2 °C juures. 'Liivi kuldreneti' ja 'Krameri tuviõuna' vilju säilitati kolm nädalat, 'Talvenauding' vilju seitse nädalat. 2016. aastal lõigati igast sordist ca 20 kg õunu pooleks eesmärgiga selgitada välja võimalikud seenhaiguste tunnused õunte südamikes. Arvutati sisemiste seenhaiguste tunnustega õunte protsent, õunte südamikest leitud hallitusseened külvati laboris PDA söötmele, millel neid kasvatati toatemperatuuril 7 päeva. Hallitusseeni vaadeldi mikroskoobi all ning nende liigid määrati morfoloogiliste tunnuste alusel.

Tulemused ja arutelu

2015. aastal leiti patuliini üle määramispiiri ($< 4 \mu\text{g l}^{-1}$) viiest katsevariandist (tabel 1). 'Krameri tuviõuna' puhul leiti kõrgeim patuliinisisaldus mahlas, mis oli pressitud tavaviljeluses kasvatatud ja madalamal temperatuuril säilitatud õuntest. Ainuke oletatav põhjus võis seisneda kaltsiumipuuduse laikudes, mida oli tavaviljeluses kasvatatud õuntel rohkem. Kuna kaltsiumipuuduse laigud on sisuliselt surnud rakkude kogumikud, võib oletada, et need osad viljalihast on hallitusseentega nakatumisele vastuvõtlikud, kuigi teaduskirjanduses selle kohta andmeid ei leidu.

Maheviljeluses kasvatatud 'Krameri tuviõuna' puhul leiti patuliini üle määramispiiri vaid 9 °C juures säilitatud õunte mahlast. Sarnane olukord valitses 'Talvenauding' puhul, kus patuliinisisaldus oli suurem kõrgemal temperatuuril

säilitatud õuntest valmistatud mahlas. Põhjus võis ka siin olla seotud füsioloogiliste häiretega – kõrgemal temperatuuril säilitatud 'Talvenaudingu' õunel esines rohkem koore pruunistumist, mis taaskord on seotud rakkude suremisega. Kuna rohehallituse tekitaja *P. expansum* on haavapatogeen, siis ei suuda seen nakatada terveid, vigastusteta õunu (Vilanova jt., 2014).

'Krista' puhul esines patuliini üle määramispiiri vaid madalamal temperatuuril säilitatud viljadest pressitud mahemahlas, kuid patuliinisisaldus oli väga väike ($6 \mu\text{g l}^{-1}$).

2016. aastal tuvastati sordi 'Krameri tuviõun' maheõunte südamikest hallitusseen perekonnast *Penicillium* ja sordi 'Talvenauding' maheõunte südamikest perekonnast *Fusarium*, mis mõlemad võivad erinevate allikate andmetel produtseerida patuliini. Nimetatud mükotoksiini aga 2016. aastal ühestki õunamahlast ei leitud. Põhjus võis seisneda kas 2015. ja 2016. aasta erinevas ilmastikus või siis selles, et 2016. aastal hakkasid õunad kiiremini riknema ja seetõttu pressiti mahl mõnevõrra varem ('Krameri tuviõun' nädal varem ja 'Talvenauding' kolm nädalat varem kui 2015. aastal). On võimalik, et hallitusseened ei olnud veel mükotoksiini produtseerima hakanud.

Tabel 1. Mükotoksiini patuliin sisaldus õunamahlas 2015. aastal sõltuvalt sordist, viljelusviisist ja õunte säilitustemperatuurist

Sort	Viljelusviis	Säilitus-tempera-tuur, °C	Säilitusaeg enne pressimist	Patuliini sisal-dus mahlas $\mu\text{g l}^{-1}$
'Krameri tuviõun'	mahe	9±2	4 nädalat	8
	tava	9±2	4 nädalat	< 4
	mahe	3±2	4 nädalat	< 4
	tava	3±2	4 nädalat	25
'Krista'	mahe	9±2	12 nädalat	< 4
	tava	9±2	12 nädalat	< 4
	mahe	3±2	12 nädalat	6
	tava	3±2	12 nädalat	< 4
'Talvenauding'	mahe	9±2	10 nädalat	28
	tava	9±2	10 nädalat	5
	mahe	3±2	10 nädalat	< 4
	tava	3±2	10 nädalat	< 4

Järeldused

Käsitletud uurimuses ei ilmnunud viljelusviisi selget mõju patuliini esinemisele õunamahlas, pigem mõjutas tulemusi õunte säilitustemperatuur ja see, kas sort on vastuvõtlik füsioloogilistele häiretele või mitte. Füsioloogilistele häiretele vastuvõtlikke sorte nagu 'Krameri tuviõun' ja 'Talvenauding' ei tohiks säilitada optimaalsest kõrgemal temperatuuril. Kuna 'Krameri tuviõuna' maheviljade südamikest tuvastati *Penicillium* ja 'Talvenaudingu' maheõunte südamikest *Fusarium* perekonna hallitusseeni, peaks vältima nende sortide pikaajalist säilitamist enne mahla pressimist. Kuna inimtervisele ohtlikud hallitusseened ei pruugi esmasel visuaalsel vaatlemisel vilja pealispinnal nähtavad olla, on oluline enne mahla pressimist vähemalt osa õunu pooleks lõigata, et tuvastada võimalikud seenhaiguste tunnused õunte südamikes.

Tänuavaldused. Uuring viidi läbi Euroopa Liidu mahepõllumajanduse teaduskoostöövõrgustiku ERA-Net CORE Organic Plus programmi raames, projekti FaVOR-DeNonDe („Mis juhtub inimetervisele kasulike ja ohtlike ühenditega maheviljeluses kasvatatud puu- ja köögiviljade töötlemisel (mooside, mahlade ja kuivtoodete valmistamisel)“ rahastas Maaeluministerium.

Kirjandus

- Da Cruz Cabral, L., Fernández Pinto, V., Patriarca, A. 2013. Application of plant derived compounds to control fungal spoilage and mycotoxin production in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 166 (1), 1–14.
- Eesti Rahvastiku Toitumise Uuring, 2014. *Rahvastiku toitumise uuring aastatel 2013–2015 – Kainem ja tervem Eesti*. Tervise Arengu Instituut. Väljavõte andmebaasist, (05.05.2017.a)
- PMA, 2016. *Mahepõllumajanduslik taimkasvatuse 2016*. Põllumajandusamet <http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=128&sub2=296&sub3=297> (10.09.2017.a)
- Vilanova, L., Viñas, I., Torres, R., Usall, J., Buron-Moles, G., Teixidó, N. 2014. Increasing maturity reduces wound response and lignification processes against *Penicillium expansum* (pathogen) and *Penicillium digitatum* (non-host pathogen) infection in apples. *Postharvest Biology and Technology*, 88, 54–60.

Mesinduse roll ning olulisus mahemesinduse perspektiivis

Sigmar Naudi, Risto Raimets, Anna Bontšutšnaja, Reet Karise

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► sigmarnaudi@gmail.com

Sissejuhatus

Mesilased (joonis 1) on eksisteerinud Maal ligikaudu 100 miljonit aastat, see on umbes 98 miljonit aastat varem, kui esimene homo perekonna esindaja ilmalgust nägi. Euroopas, Valencias on leitud 8000. aasta vanune koopamaaling, kus kujutatakse inimest mett korjamas. Kui inimene avastas, et mesi sisaldab talle vajalikke toitaineid ning energiat – algas jaht mesilaste toodetud materjalidele. Jaht kõige konkreetsemas võtmes, sest mesilaspere enda saatus homo perekonna esindajaid ei huvitanud.

Järgmist etappi võime kujutada metsamesindusena, mis oli teadlikum ja inimesi huvitas juba meemesilaste olemus ning saatus, sest saaki sooviti jätkusuutlikult korjata. Mesilaspered asusid puuõõnsustes. Mett prooviti võtta nii, et mesilaspere kahjustada ei saaks. Alati see küll ei õnnestunud, sest veel ei olnud välja kujunenud konkreetseid (mesilasi mitte kahjustavaid) töövõtteid. Küll aga järk-järgult õpiti ning areneti edasi.



Joonis 1. Meemesilane õunapuuoksal nektarit kogumas (foto: Margret Jürison).

Meie jaoks teadlik ja praktiline mesindus algas 1789. aastal, kui Šveitsi pastor François Huber leiutas liigutatavate raamidega taru (Huber, 1821). Huberi leiutise tulemusena algas ka mesinduse tõsisem areng. Järgneva kuuekümne aastaga leiutati praktiliselt kõik, mida mesinikud kasutavad ka tänapäeval. Umbes samal ajal tutvustas Christian K. Sprengel õistaimede ja putukate koostöö põhimõtteid. Tema 1793. aastal avaldatud töö tulemusena tekkis arusaam, et enamuse taimeliike ei suuda ilma putukate osaluseta paljuneda (Vogel, 1996). Varasemalt arvati, et taimed paljunevad pelgalt jumala tahte kohaselt. C.K. Sprengeli uurimustöö tulemus oli tolmeldajate jaoks tähendusrikas – inimene hakkas üha enam looma sidet mesilaste ning põllumajanduse vahel.

Tänapäeval on teada, et maailmas on ligikaudu 20 000 mesilasliiki, kõige tähtsamaks peetakse meemesilast (*Apis mellifera* L.). Teada on, et ülemaailmselt sõltub 35% kasvavatest põllukultuuridest just tolmeldajatest ning rahvastiku kasvuga kaasneva üha suureneva toiduvajadusega suureneb meemesilaste kui tolmeldajate roll tulevikus veelgi (Klein jt., 2007). Hinnanguliselt $\frac{1}{3}$ kogu Ameerika Ühendriikides toodetavast toidust on saadud just tänu meemesilastele tolmeldamisele (Neumann ja Carreck, 2010). Looduslike tolmeldajate vähesuse tõttu on Ameerikas jõutud olukorda, kus igal aastal rendivad sealsed põllumehed ligikaudu 2 miljonit mesitaru (Morse ja Calderon, 2000). Tolmeldajate tolmeldamisteenuse väärtuseks põllumajanduses hinnatakse 153 miljardit eurot aastas. Ameerikas on see umbes 20 miljardit dollarit (Gallai jt., 2009).

Kas mesindus ja põllumajandus on alati ökoloogiline ning jätkusuutlik?

Tänapäevaks on tehtud lõputu hulk uurimistöid, mille tulemustena on selgunud, et põllumajanduslikud töövõtted on ohtu seadnud nii looduslikud mesilase- laadsed putukad kui ka inimese peetavad meemesilased. Tolmeldajate kolossaalse väljasuremise üheks põhjuseks peetakse tugevatoimeliste taimekaitsevahendite kasutamist nii põllumajanduses kui ka koduaianduses, mis lisaks eesmärgipärasele toimele mõjutavad ka tolmeldajaid. Viimastel aastakümnetel on täheldatud nii USA-s kui ka Euroopas meemesilaste arvukuse vähenemist. Eriti problemaatiline on olukord Ameerika Ühendriikides, kus 2008. aasta seisuga on meemesilaste arvukus vähenenud 1947. aastaga võrreldes üle poole – 5,9 miljonilt mesilasperelt 2,3 miljoni pereni (vanEngelsdorp jt., 2008; Ellis jt., 2010). Euroopas on mesilasperede suremus mõnevõrra väiksem – kui 1970. aastal oli peresid 21

miljonit, siis 2007. aastaks oli nende arv vähenenud ligikaudu kuue miljoni võrra (vanEngelsdorp jt., 2008; Breeze jt., 2014).

Mitmed Euroopas teostatud uuringud näitavad, et pestitsiidide (fungitsiidid, insektitsiidid, herbitsiidid ja varroalesta tõrjumiseks mõeldud akaritsiidid) jääke on leitud nii öietolmust kui ka vahast (Pilling ja Jepson, 1993; Bogdanov, 2006; Ellis jt., 2010; Breeze jt., 2014). Pestitsiidid mõjutavad nii putuka füsioloogiat kui ka käitumist (Mullin jt., 2010). Mullini ja ta kaasautorite uuringute kohaselt võib töölismesilaste töövõime pestitsiididega kokkupuutel väheneda ligikaudu 20% (Mullin jt., 2010).

Kuidas liikuda ökoloogilisema mesinduse suunas?

Üheks võimaluseks on hakata mahemesinikuks. Kuid selleks tuleb täita mahe-põllumajanduse nõudeid. Tunnustamisega seotud nõuded ja dokumendid leiab Põllumajandusameti veebilehelt

<http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=128> ja

http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Trykised/trykis_mahemesindus_2012.pdf.

Toome lugejateni mõned mahemesinduse olulisemad aspektid:

- Mesilaspered peavad paiknema puhtas keskkonnas. Lühidalt öeldes, kolme kilomeetri raadiuses on põhilised korjetaimed kas looduslikud või mahe-põllumajanduslikud. Kui kolme kilomeetri raadiuses olevat kultuurtaimede põldu töödeldakse pestitsiididega, siis mahemesindusega antud piirkonnas tegeleda ei saa.
- Mesilaspered peavad olema võimalikult kaugel saasteallikatest (linnad, maanteed, tööstuspiirkonnad jms).
- Kärjed ning taruraamid peavad olema puidust või looduslikust materjalist.
- Mesindusinventar peab olema roostevaba, tööruumidele kehtivad üldised toiduainete töötlemise nõuded.
- Mesindusinventari võib töödelda üksnes määruse (EMÜ) nr 2092/91 II lisa osades B ja E loetletud toodetega.
- Mesilasvaha, mida kärjepõhjade tootmiseks kasutatakse, peab olema mahe. Kõige parem selleks on neid ise toota, siis välditakse riske, et vaha sisaldab saasteaineid.

- Tarud peavad olema põhiliselt looduslikust materjalist, mis ei tekita keskkonna- või mesindussaaduste saastamise ohtu.
- Mesilasperesid võib sööta mahemee, mahesuhkru või mahesuhkrusiirupiga.
- Kui mesinik turustab ja pakendab omatootetud ja pakendatud mett, siis on tegemist esmatootmisega ja ta on PMA järelevalve all kui mahetootja. Tooted märgistatakse PMA koodiga EE-ÖKO-01.
- Varroalesta tõrjemetoodikana oleks kõige parem kasutada neid preparaate, mis ei sisalda sünteetilisi aineid. Veel on üheks heaks variandiks lesehaudme lõikamine.

Praegu on Eestis umbes 5000 mesinikku, nende hulgas on nii väike- kui ka suurtootjaid. Mesilasperede arv oli 2015. aastal EKI (2015. a) küsitlusandmete kohaselt arvatuna 48 tuhat. Mahedaid mesilasperesid oli 2014. aasta seisuga 1737. Eesti Mahepõllumajanduse registris oli 2015. aastal 29 mesinikku, kes pidasid mahemesilasi. Mahemett toodeti 2014. aastal Eestis 45 tonni, mis moodustas 3,9% kogu meetoodangust. Mahemee toodangumaht on viimastel aastatel olnud tõusutrendil. Võrreldes tavameega müüakse mahemett kauplustes, olenevalt aastast, 20–70% kallimalt (Eesti Konjunkturiinstituut, 2015). Eesti suurim mahemee tootja Tõnis Taal on kommenteerinud, et Euroopas soovitakse mahemett osta, küll aga on kogused liiga suured, mida Eesti mahemesinikud suuremas osas täita ei suuda. Seega on Eestis mahemee tootmisel perspektiivi.

Teisalt on ka tavamesinikel võimalik ökoloogilisemalt majandada. Selleks peaksid mesinikud proovima kindlustada oma mesilasperedele võimalikult minimaalse kokkupuutevõimaluse sünteetiliste pestitsiididega, sest pestitsiidid võivad igas kontsentratsioonis mõjutada mesilasemade ja tööliste üldist füsioloogilist seisundit läbi kõikide arengufaaside (Desneux jt., 2007; Gill jt., 2012). Pestitsiidide subletaalsed doosid võivad esile kutsuda mesilasemas ja ka töölistes mesilastes muutusi, mis mesinikule silmaga nähtavad pole ning järelmõjud võivad osutuda lõppkokkuvõttes letaalseteks.

Kas mahemesi sisaldab pestitsiide?

Mahemesinduse saadustes esineda võivate pestitsiidijääkide kohta on maailmas tehtud vähe uuringuid. Peamine põhjus on, et analüüsid on kallid, teisalt ei soovita mahemee kvaliteeti kahtluse alla seada. Itaalias tehti 2014. aastal kuues

eri piirkonnas (Calabria, L-Itaalia, Trentino Alto Adige, P-Itaalia, Lombardia ja P-Itaalia) uuring, kus eesmärgiks oli välja selgitada, kas mahemesi on pestitsiidijääkidest puhas? Kokku koguti 59 erinevat mahemee proovi. Uurimistöö tulemusena selgus, et mahemee proovid sisaldasid pestitsiidide jääke, küll märkimisväärselt vähe, kuid olid seal siiski olemas (Panseri jt., 2014).

Kuidas on seis Eestis või Baltikumis laiemalt, pole täpselt teada. Isegi, kui on analüüse tehtud, ei ole neid avalikustatud. Rutiinse pestitsiidide jääkide kontrolli käigus ei avalikustada neid leide, mille kontsentratsioonid jäävad alla tootele lubatud piiride. Arvatakse, et nii pisikesed kogused inimesele ju midagi ei tee, kuid mesilase organismi võivad küll mõjutada. Võttes aluseks Itaalias tehtud uurimistöö, võime arvata, et ka Eesti mahemesi võib sisaldada pestitsiidide jääke, ehkki ka minimaalsetel kontsentratsioonidel. Sellisel kartusel on alust, kuna meemesilase korjetegevus ei ole lihtsasti kontrollitav – ta ei vali taimi või põldu, mis oleks mahe. Töölismesilase maksimaalseks lennukauguseks võib kujuneda isegi 6 km. Kui mahemesinduse reglement näeb ette 3 km suurust raadiust, siis paraku, võib töölismesilane nektarit korjata ka kaugemalt, pestitsiididega töödeldud taimedelt – hiljem, kui töölismesilased on nektari meeks töödelnud, satub see ka tarbijani.

Kokkuvõte

Meemesilase roll tolmeldajana on märkimisväärselt suur. Lisaks tolmeldamisele toodavad nad mett, mesilasvaha, suira, õietolmu, taruvaiku, mesilasema toitepiima jms. Mesilane ja taim on vastastikku kasulikes suhetes. Kui enam mesilaslaadseid ei ole, ei ole ka taimi – kui ei ole taimi, ei ole toitu. Sellele kõigele tuleb juba eos mõtlema hakata, mitte hiljem, kui tagajärg käes on.

Vaatamata meemesilaste olulisusele ning teavituse- ja teadustöödele, mida erinevad institutsioonid ja teadlased teevad, on meemesilaste suremus siiani maailmas tõsine probleem. Inimkonna kiire arengu ja kasvuga intensiivistub põllumajandus ning koduaiandus jätkuvalt, kus taimekaitsevahendite kasutamine on laialdane.

Selleks, et meie põllud jätkuvalt toodangut annaks ning mesilased mesindussaadusi, tuleks mõelda mahedama tootmise suunale. Pean sellega silmas seda, et isegi, kui mahe tootmine ei ole logistiliselt võimalik, soovitaksin ma kasutada vähem kemikaale nii põllumajanduses kui ka mesinduses endas. Vähem kemikaale võrdub mesilase tervem elu!

Tänuavaldused. Uurimustööd finantseeriti Haridus- ja Teadusministeerium (IUT36-2), P170058PKTK ja Eesti Teadusfond (grant T9450).

Kirjandus

- Bogdanov, S. 2006. Contaminants of Bee Products. *Apidologie*, 37 (1), 1–18.
- Breeze, T.D., Bernard, E.V., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozák, L., Scheper, J., Biesmeijer, J.C., Kleijn, D., Gylstenkærne, S., Moretti, M., Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Stout, J.C., Pärtel, M., Zobel, M., Potts, S.G. 2014. Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLOS ONE*, 9 (1) e82996.
- Ellis, J.D., Evans, J.D., Pettis, J. 2010. Colony Losses, Managed Colony Population Decline, and Colony Collapse Disorder in the United States. *Journal of Apicultural Research*, 49 (1), 134–136.
- Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J.M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52, 81–106.
- Gallai N., Salles J.-M., Settele J., Vaissière B. E. 2009. Economic Valuation of the Vulnerability of World Agriculture Confronted with Pollinator Decline. *Ecological Economics*, 68 (3), 810–821.
- Gill, R.J., Ramos-Rodriguez, O., Raine, N.E. 2012. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature*, 491, 105–108.
- Huber, F. 1821. *New observations on the natural history of bees*. Royal College of Physicians of Edinburgh (GYAN e-BOOKS 2017 Delhi, India).
- Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, 274 (1608), 303–313.
- Morse, R.A., Calderone, N.W. 2000. The value of honey bee pollination in the United States. *Bee Cult*, 128, 1–15.
- Mullin, C.A., Frazier, M., Frazier, J.L., Ashcraft, S., Simonds, R., vanEngelsdorp, D., Pettis, J.S. 2010. High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. *PLOS ONE*, 5 (3), e9754.
- Neumann, P., Carreck, N.L. 2010. Honey Bee Colony Losses. *Journal of Apicultural Research*, 49 (1), 1–6.
- Panseri, S., Catalano, A., Giorgi, A., Arioli, F., Procopio, A., Britti, D., Chiesa, L.M. 2014. Occurrence of pesticide residues in Italian honey from different areas in relation to its potential contamination sources. *Food Control*, 38, 150–6.
- Pilling, E.D., Jepson, P.C. 1993. Synergism between EBI fungicides and a pyrethroid insecticide in the honeybee (*Apis mellifera*). *Pesticide Science*, 39 (4), 293–297.

- van Engelsdorp, D., Hayes, Jr. J., Underwood, R.M., Pettis, J. 2008. A Survey of Honey Bee Colony Losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008. *PLOS ONE*, 3 (12), e4071.
- Vogel, S. 1996. Christian Konrad Sprengel's Theory of the Flower: The Cradle of Floral Ecology. *Floral Biology*, 44–62.

Internetileheküljed

- <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2016/uuring-2016-mesindussektor-2015.pdf> (28.09.2017)
- http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Trykised/trykis_mahemesindus_2012.pdf (28.09.2017)

Bionuri ja TD19 mõju kurgitaimede idanemisele

Margit Olle

Eesti Taimekasvatuse Instituut

► margit.olle@etki.ee

Sissejuhatus

Bionur on täielikult orgaaniline väetis, mis sisaldab regeneratiivseid baktereid, fermente, seeni, vetikaid, aktinomütseete ja paljusid kasulikke kompleks-mineraale, vitamiine, põhilisi aminohappeid ja fulvohappeid. Selle eelisteks peetakse näiteks võimet kahandada elutähtsaid mullamineraale nanosuuruseni, vajalike mineraalide kiiremat imendumist bakterite *Thiobacillus* spp. abil ning taime vastupidavuse tugevdamist biootilistes ja abiootilistes tingimustes (näiteks külma õhk). Samuti tuuakse välja suuremat vastupanu haigustele ja kahjustustele ning tänu looduslikule soolsusvastasele ainele lahendab see soolsusprobleemid, mis võivad olla tingitud teistest väetistest (Bayhan ja Aksu, 2014).

Teine katsetes kasutatud väetis TD19 on tahke orgaaniline mineraalne mulla regulaator, mida valmistatakse orgaanilistest ja mineraalsetest ainetest. TD19 pakub lahendust mulla saastumisele ja struktuuralsele taandarengule, rikastades mulda taimedele täielikult omastatavate toitainetega. See võimaldab vähendada keemilise väetise kogust enam kui poole võrra. Lisaks niisutab TD19 korralikult mulda, kuna sisaldab erivormis diatomiiti, millel on võime hoida vett oma kaalust kuus korda rohkem (Olle, 2015).

Töö eesmärgiks oli uurida alates külvist kahe nädala jooksul Bionuri, TD19-ne ja nende preparaatide koosmõju kurgi idanemisele ja arengule.

Materjal ja meetodika

Katsetööd viidi läbi Eesti Taimekasvatuse Instituudi kasvuhoonetes 2015. aasta talvel. Katses oli kurk 'Landora F1'. Katse oli neljas variandis ja neljas korduses

1. Kontroll
2. Bionur + TD19
3. Bionur
4. TD19

Kolm päeva enne külvi (23.01.15) valmistati segu, kus oli turvas ja erinevad väe-

tised (PeatCare 11-25-24 2 kg m⁻³, magneesiumsulfaat 0,5 kg m⁻³) ning lubjakivi (7 kg m⁻³). Sellele segule lisati variantides 2 ja 4 TD19 pulbrit arvestusega 50 kg 1 m³ turba kohta.

Seemned külvati 26.01.15. Igasse kordusesse külvati 25 seemet, seega ühte varianti 100 seemet, kokku oli kummaski katses 400 seemet. Bionuri variantides (2, 3) leotati seemneid pool tundi enne külvi 12,5% Bionuri (pH 6) lahuses. Nende variantide (2, 3) taimi pritsiti 02.02.15 (1 nädal peale külvi) Bionuri preparaadi 0,5% lahusega (pH 6).

Taimi kasvatati küll tavaviljeluse substraadis, kuid kasutatud väetised Bionur ja TD19 olid maheväetised. Taimed kasvasid lisavalgustusega. Päevane temperatuur kasvuhoones oli 23 °C ja öine temperatuur oli 18 °C. Taimede pikkust mõõdeti igas variandis neljal taimel 5. veebruaril ja 9. veebruaril.

Taimedest määrati N, P, K, Ca ja Mg sisaldused. Lämmastiku määramisel kasutati Kjeldahli meetodit, põletades proovi kontsentreeritud väävelhappes, katalüsaatoritena kasutati Cu ja K₂SO₄ sisaldavaid tablette. Fosfor määrati ortofosfaadina tinakloriidmeetodil. Kaalium määrati leekfotomeetriliselt, kaltsium spektrofotomeetriliselt ja magneesiumi Kjeldahli põletuslahusest määramisel kasutati indikaatorina titaankollast ja määramine toimub 540 nm juures.

Saadud tulemused töödeldi statistiliselt kasutades programmi Excel. Arvutati välja keskmised, p väärtus ja piirdiferentsid. Kasutatud märgid: *** p < 0,001; ** p = 0,001–0,01; * p = 0,01–0,05; NS mitte usutav, p > 0,05. LSD (vähim usutav erinevus) leiti Fisher's LSD testi kasutades.

Tulemused

1. Kurgitaimede kasvu parameetrid

Kurgitaimede mõõtmisel (05.02.15 ja 09.02.15; tabelid 1, 2) selgus, et kõik variandid erinesid üksteisest statistiliselt usaldusväärselt (p < 0,05). Esimesel mõõtmisel olid kurgitaimed statistiliselt usutavalt pikimad Bionur + TD19 variandis. Väiksemaks jäi taimede pikkus, kui kasutati preparaati TD19 üksinda ja veel madalamad olid taimed variandis, kus kasutati ainult Bionuri. Kõige lühemad olid taimed kontrollvariandis.

Täpselt sama tendents jätkus ka teisel mõõtmisel (tabel 2). Ka siin olid kõige pikemad taimed Bionur + TD19 variandis, lühemad aga kontrollis.

Tabel 1. Kurgitaimede pikkus (mm) erinevates katsevariantides mõõdetuna 05.02.2015

Näitajad	Kontroll	TD19	Bionur	Bionur + TD19	P	LSD
Keskmine	52,9d	61,4b	54,8c	63,2a	***	0,07
Standardhälve	9,0	6,8	6,8	6,0		

Tabel 2. Kurgitaimede pikkus (mm) erinevates katsevariantides mõõdetuna 09.02.2015

Näitajad	Kontroll	TD19	Bionur	Bionur + TD19	P	LSD
Keskmine	59,4d	79,0b	68,9c	80,3a	***	0,09
Standardhälve	8,5	9,0	8,9	9,3		

Tabel 3. Kurgitaimede lämmastiku sisaldus erinevates katsevariantides

Näitajad	Bionur	Bionur + TD19	TD19	Kontroll	P	LSD
Keskmine	7,726a	7,392d	7,570c	7,718b	*	0,007
Standardhälve	0,154	0,055	0,190	0,110		

Tabel 4. Kurgitaimede fosfori sisaldus erinevates katsevariantides

Näitajad	Bionur	Bionur + TD19	TD19	Kontroll	P	LSD
Keskmine	1,849b	1,881a	1,754d	1,765c	*	0,007
Standardhälve	0,092	0,020	0,029	0,040		

Tabel 5. Kurgitaimede kaaliumi sisaldus erinevates katsevariantides

Näitajad	Bionur	Bionur + TD19	TD19	Kontroll	P
Keskmine	7,167	7,649	7,088	6,913	NS
Standardhälve	0,410	0,415	0,315	0,424	

Tabel 6. Kurgitaimede kaltsiumi sisaldus erinevates katsevariantides

Näitajad	Bionur	Bionur + TD19	TD19	Kontroll	P
Keskmine	1,813	1,841	1,656	1,771	NS
Standardhälve	0,112	0,138	0,181	0,095	

Tabel 7. Kurgitaimede magneesiumi sisaldus erinevates katsevariantides

Näitajad	Bionur	Bionur + TD19	TD19	Kontroll	P
Keskmine	0,86875	0,909	0,9105	0,86775	NS
Standardhälve	0,015903	0,045439	0,021205	0,01684	

2. Kurgitaimede keemiliste analüüside tulemused

Kurgitaimede lämmastiksisaldus erines kõikide variantide omavahelisel võrdlusel statistiliselt usaldusväärselt ($p < 0,05$; tabel 3). Statistiliselt usutavalt kõrgeim oli see Bionuri variandis, sellele järgnes TD19 variandi lämmastiksisaldus ja väikseim oli Bionur + TD19 variandis.

Köikide variantide omavahelisel võrdlusel erines kurgi taimede fosfori sisaldus statistiliselt usaldusväärselt ($p < 0,05$). Fosfori sisaldus oli statistiliselt usutavalt kõrgeim Bionur + TD19 variandis (tabel 4), veidi madalam Bionuri variandis. Järgnes kontrollvariandi fosfori sisaldus ja väikseim oli see TD19 variandis.

Kurgitaimede kaaliumi sisalduses variantide võrdlusel statistiline usaldusväärtus erinevus puudus ($p > 0,05$; tabel 5). Tendents oli selles suunas, et Bionur + TD19 variandis oli teiste variantidega võrreldes mõnevõrra kõrgem kaaliumi sisaldus.

Kurgitaimede kaltsiumi sisaldus erinevates variantides ei erinenud statistiliselt usaldusväärselt ($p > 0,05$; tabel 6). Tendents oli selles suunas, et Bionur + TD19 variandis oli kõrgeim kaltsiumi sisaldus.

Kurgitaimede magneesiumi sisaldus erinevates katsevariantides ei erinenud statistiliselt usaldusväärselt ($p > 0,05$; tabel 7). Tendents oli selles suunas, et Bionur + TD19 ning TD19 variantides oli magneesiumi sisaldus veidi kõrgem kontrolli ja Bionuri variantide kurgitaimedes, kuid veidike madalam kui TD19 variandis.

Arutelu

Nii Bionur kui ka TD19 on suhteliselt uued mahevæetised. Kirjanduses leidub vähe andmeid Bionuri ja/või TD19 mõjust põllumajanduslikele kultuuridele. Siiski on teada, et Bionuri preparaati on varem Poolas katsetatud ka kurgil ning selle tulemusena tõusis saak, suurenes viljade arv ja nende kaal (Bayhan ja Aksu, 2014). Selliseid uuringuid aga, kus selgitataks väetise toimet algaasis taimede arengule ja toitainete sisaldusele, pole varem läbi viidud.

Antud katseist selgus, et kurgitaimede lämmastiku sisaldus oli madalaim Bionuri ja TD19 koos kasutamisel, mis on tegelikult väga hea tulemus. Tavaliselt on lämmastiku ja nitraatide sisaldused korrelatsioonis. Väiksem nitraatide sisaldus hoiab ära taimede kasvule kahjuliku nitraatide akumulatsiooni taimedes (Reddy ja Menary, 1990), mis võib inimestel põhjustada diabeeti ja pahaloomulisi kasvaja (Pacher jt., 2007). Samuti selgus, et nii fosfori kui ka kaaliumi sisaldus

kurgi taimedes oli kõrgeim Bionur ja TD19 kooskasutamisel. Fosfor on taimedes vajalik eelkõige juurte kasvuks (Durner, 2013). Kaalium on aga taimedes vajalik eelkõige õhulõhede avatuse ja vee transpordi reguleerijana (Durner, 2013). Esines tendents, et ka kurgi kaltsiumisisaldus oli suurem Bionuri ja TD19 väetisi koos kasutades. Teatavasti mõjutab kaltsium taimes järgmisi protsesse: taimehaigusi esineb vähem kõrgema kaltsiumisisaldusega taimes; kahjureid esineb vähem kaltsiumirikkal taimel; toodang on transpordikindlam ja säilib paremini, kui sisaldab rohkem kaltsiumi (Olle, 2013).

Esines tendents, et kurgi magneesiumisisaldus oli suurem Bionuri ja TD19 väetisi koos kasutades. Magneesiumi kõrgem sisaldus taimes kaitseb taime haiguste ja kahjurite eest (Cakmak, 2013).

Järeldused

Parimaid tulemusi andis preparaatide Bionur ja TD19 kooskasutamine. Selles variandis oli kurgitaimede kasv kõige kiirem, lämmastiku sisaldus madalaim, fosfori, kaaliumi, kaltsiumi ning magneesiumi sisaldus kõrgeim. Mõnevõrra väiksema mõjuga olid preparaadid TD19 ning Bionur eraldi kasutatutena, kuid ka nende toime oli kontrollvariandiga võrreldes tõhusam.

Antud katsest järeldub, et kurgitaimede kasvu ja soodsa mineraalide sisalduse soodustamiseks tuleks taimi kasvatada kasutades Bionur ja TD19 väetisi koos.

Tänuavaldused. Uurimistööd on toetanud OÜ Põllupateek ja Eesti Taimekasvatuse Instituut.

Kirjandus

- Bayhan A.K., Aksu I. 2014. A new tool for sustainable agriculture and agricultural problems faced today, pp. 5–16. In: *Bioenergy and other renewable energy technologies and systems*. Publisher: Polish Society of Agricultural Engineering, Poland.
- Cakmak I. 2013. Magnesium in crop production, food quality and human health. *Plant Soil*, 368, 1–4.
- Durner, E.F. 2013. *Principles of Horticultural Physiology*. Gutenberg Press Ltd., Tarxien, Malta, 405 pp.
- Olle, M. 2013. The Effect of Effective Microorganisms (Em) on the Yield, Storability and Calcium Content in Swede, pp. 714–715. In: *International Plant Nutrition Colloquium and Boron Satellite Meeting Proceeding Book, Istanbul/Turkey, 19–23 August 2013*. Sabanci University, Turkey.

- Olle, M. 2015. Mida näitavad katsed uute maheväetistega? *Postimees Maaelu edendaja*, lk. 16.
- Reddy, K.S. and Menary, R.C., 1990. Nitrate reductase and nitrate accumulation in relation to nitrate toxicity in *Boronia megastigma*. *Physiologia Plantarum*, 78 (3), 430–434.
- Pacher, P., Beckman, J.S., Liaudet, L. 2007. VI. Nitric oxide and peroxynitrite in disease. *Physiological Reviews*, 87 (1), 343–386.

Taimeekstraktid pärsivad suur-kapsaliblika munemist

Angela Ploomi, Katrin Jõgar, Luule Metspalu, Anne Luik, Külli Hiiesaar, Ivar Sibul

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► angela.ploomi@emu.ee

Sissejuhatus

Suur-kapsaliblikas (*Pieris brassicae* L.) kuulub ristõieliste kultuuride oluliseimate kahjurite hulka, kahjustades eelkõige kapsast (*Brassica oleracea* L.) ja selle teiseid (Feltwell, 1982). Kahjur alustab lendlust tavaliselt mai teisel poolel ja hakkab munema mai viimastel või juuni esimestel päevadel. Munemisele meelitavad liblikaid ristõielistest lenduvad glükosinolaatide laguproduktide lõhnad ning lehtedes olevad suhkrud ja teised toitained. Kuivõrd kevadel on kultuurristõielisi vähe, siis munetakse ristõieliste umbrohtude lehtede alaküljele kollased munakogumikud (Metspalu ja Hiiesaar, 1996). Vastsed kooruvad juuni teisel poolel ning toituvadki valdavalt umbrohtudel. Teise põlvkonna liblikate lendlus algab juuli teisel poolel ning nad tulevad nüüd munema kultuurristõielistele. Emaste munetud 10 kuni 100 munast koosnevatest kurnadest kooruvad röövikud võivad toidutaimet loetud päevadega hävitada, mille järel liigutakse edasi teistele läheduses kasvavatele toidutaimedele (Davis ja Gilbert, 1985) ning kahjustus levib kiiresti. Üks emane võib muneda kuni 750 muna (Gardiner, 1974). Kuna kapsale ilmuvad nad siis, kui sellel algab pea moodustumine, tuleks sünteetilisi kahjuritõrjevahendeid vältida. Kapsapea sisemusse sattunud kemikaalid seal ei lagune ja satuvad inimese toidulauale.

Seoses maheviljeluse populaarsuse tõusuga on Eestis suurenenud vajadus keskkonnasõbralike taimekaitsevahendite järele. Taimedes sisalduvate putukatele paljutoimeliselt (peletavad, söömist ja munemist takistavad, meelitavad, surmavad) mõjuvate ühendite sisalduse tõttu võiksid neist valmistatud ekstraktid olla alternatiiviks sünteetilistele kahjuritõrjevahenditele (Isman, 1997; Metspalu, 2017).

Uurimistöö eesmärk oli selgitada mõne taimeekstrakti toimet suur-kapsaliblika munemisaktiivsusele.

Materjal ja metoodika

Katse rajati Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllule kolmes korduses ning igal katselapil oli 9 taime. Katsekultuuriks oli keskvalmiv valge peakapsas 'Krautman', mida mineraalväetistega ei väetatud.

Katses kasutatud taimed, millest valmistati ekstraktid:

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

Harilik kesalill (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip., sün. *Matricaria inodora* L., *M. perforata* Mérat.)

Harilik rabarber (*Rheum rhaponticum* L.)

Punane leeder (*Sambucus racemosa* L.)

Küüslauk (*Allium sativum* L.)

Koirohi (*Artemisia absinthium* L.)

Sookail (*Rhododendron tomentosum* Harmaja, sün. *Ledum palustre* L.)

Taimeekstraktide valmistamiseks kasutati eelnevalt pestud, kuivatatud ja hoolikalt peenestatud täiskasvanud taimede toorlehti. 20%-lise ekstrakti valmistamiseks lisati 200 g taimmaterjalile 1 liiter toasooja vett ning jäeti segu 24 tunniks kinnises nõus seisma. Järgmisel päeval segu filtreeriti ja lisati ühe liitri lahuse kohta kleepainena 0,1 g rohelist seepi (Orto AS, Eesti). Rohelist seepi lisati ka kontrollvariandi veele.

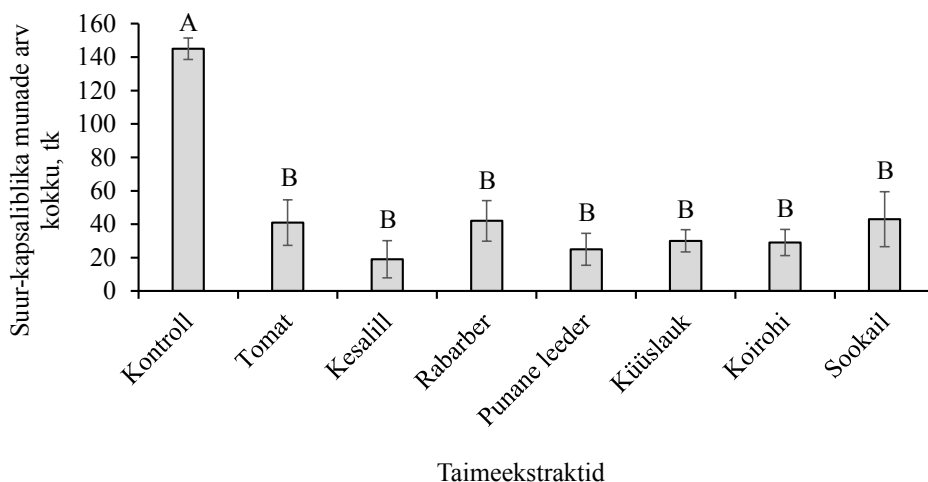
Enne esimest ja iga järgmist pritsimist loendati taimedele munetud kogumikud ning nendes olevate munade arv ja korduvloenduse vältimiseks eemaldati nad lehtedelt. Taimi pritsiti nädalaste intervallidega neljal korral.

Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi (ANOVA) ja Tukey HSD testi ($p < 0,05$).

Tulemused ja arutelu

Katse tulemustest selgus, et võrreldes kontrolliga vähendasid kõik uuritud ekstraktid oluliselt suur-kapsaliblika munemisaktiivsust (ANOVA, $F_{7,16} = 13,7$; $p = 0,000011$). Taimeekstraktide omavahelisel võrdlemisel aga usaldusväärne erinevus puudus ($p > 0,05$) (joonis 1).

Taimeekstraktidega pritsimise eesmärgi on mitu: maskeerida põhikultuuri lõhn, peletada kahjurid eemale, muuta munemine ja toitumine ebameeldivaks ja vastuvõetamatuks (Metspalu, 2017). Liblika kaugorienteerumine toimub sobilike lõhnade abil. Ekstraktide lisamisel tekib taime lähikonda täiesti uus lõhnafoon,



Joonis 1. Suur-kapsaliblika munade koguarv erinevate taimeekstraktidega pritsitud kapsastel. Joonisel olevatel tulpadel on näidatud standarddiga. Erinevad tähed tähistavad statistilist olulist erinevust (Tukey HSD test, $p < 0,05$).

milles kahjur orienteerub halvasti ning peremeestaime leidmine on raskendatud või hoopis võimatu (Luik, 1997).

Taimele laskunud valmikul hakkavad taime hindamisel tööle uued käitumismehhanismid. Enne munemise alustamist trummeldab emane suur-kapsaliblika valmik esikäppadega võimaliku munemispäiga lehepinda, et hinnata selle sobivust (Ives, 1978). Meie katsepreparaadid mõjutasid nähtavasti nii liblikate kaug- kui ka lähikäitumist ning selle väljunditeks olid nii peletavad kui ka munemist takistavad mõjurid. Seega ühelt poolt tuli nende taimeekstraktidega töödeldud kapsastele vähe suur-kapsaliblika valmikuid, kuid ka kohalesaabunute munemine oli pärsitud.

Harilik kesalill sisaldab mürgiseid eeterlikke õlisid, mille peamine koostisosa on hamasuleen (Metspalu, 2017). Selle taimeekstraktiga töödeldud taimede lähikonnas lendles küll valmikuid, kuid koostoimel kapsas sisalduvate ainetega mõjutas kesalille ekstrakt liblika kemoretseptoreid nii, et vähenes munemisaktiivsus. Koirohus leidub rohkesti eeterlikke õlisid, samuti mürgist alkaloidi tujooni ning seda taime on juba sajandeid kasutatud koide tõrjeks (Hough-Goldstein, 1990). Teada on ka, et koirohuekstrakt sobib suur-kapsaliblika ja õunamähkuri (*Cydia pomonella* L.) liblikate peletamiseks (Kreuter, 1983). Tugeva omapärase lõhnaga küüslauku on kasutatud nii puutemürgina (nt lehetäid, lehekirbud) kui ka peletajana, näiteks öölase (*Anticarsia gemmatilis* Hübn.) ja maasika-öielõikaja *Anthonomus*

rubi Herb.) tõrjes (Ribeiro et al., 2015; Metspalu, 2017). Sookailu kõik taimeosad on mürgised ja temast lenduvad eeterlikud õlid sisaldavad ledooli, palustrooli jmt iseloomulikke tugevat lõhna tekitavaid ühendeid. Sookail on laialt tuntud ka kui hiirte, koide, kirpude ja lutikate peletaja (Metspalu, 2017). Nende taimede ekstraktid mõjusid nähtavasti eelkõige suur-kapsaliblika valmikuile peletajatena.

Mürgiseid ühendeid (tsüaniide jt.) sisaldavad ka kõik punase leedri taimeosad (Spira, 2011), mis antud katses muutsid tõenäoliselt pritsitud kapsataimed munemissubstraadina liblikate jaoks vähem atraktiivseteks. Tomatilehtedest valmistatud vesileotist ja keedist kasutatakse lehetäide, röövikute, ebaröövikute ja rohulutikate tõrjumiseks (Metspalu, 2017). Rabarberi tõmmiste abil on tõrjutud lehetäisid, ripslasi ja kedriklesti (Natural Homemade...). Rabarberit ja tomatit on kasutatud ka sipelgate peletamiseks (Controlling garden...). Meie katses muneti rabarberiga töödeldud taimedele küll üksikud munakurnad, kuid neid iseloomustas väga väike munade arv ühes kogumikus.

Järeldused

Suur-kapsaliblika valmikute peletamiseks ja munemise takistamiseks sobisid kõikidest eespool nimetatud taimedest – tomatist, harilikust kesalillest, harilikust rabarberist, punasest leedrist, küüslaugust, koirohust ja sookailust valmistatud vesiekstraktid.

Lugemissoovitus: Taimede kasutamisest kahjuritõrjes on põhjalikumalt kirjutatud raamatus: Metspalu, L. 2017. Taimedega kahjurite vastu. Maheaedniku käsiraamat, kirjastus OÜ Hea Lugu, 192 lk.

Tänuavaldused. Käesolev uurimistöö on valminud projekti IUT36-2 toetusel.

Kirjandus

- Controlling garden pests with natural remedies. <https://permaculturenews.org/2013/08/12/controlling-garden-pests-with-natural-remedies/> (15.09.2017)
- Davis, C.R., Gilbert, N. 1985. A comparative study of the egg-laying behavior and larval development of *Pieris rapae* L. and *P. brassicae* L. on the same host plants. *Oecologia*, 67, 278–281.
- Feltwell, J.S.E. 1982. *Large White Butterfly. The Biology, Biochemistry and Physiology of Pieris brassicae (Linnaeus)*. Kluwer Academic Publishers, UK, 537 pp.

- Gardiner, B.O.C. 1974. *Pieris brassicae* L. established in Chile; another Palearctic pest crosses the Atlantic (Pieridae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 28 (3), 269–277.
- Hough-Goldstein, J.A. 1990. Antifeedant effects of common herbs on the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, 19 (2), 234–238.
- Isman, M.B. 1997. Leads and prospects for the development of a new botanical insecticides. *Reviews in Pesticide Toxicology*, 3, 1–20.
- Ives, P.M. 1978. How discriminating are cabbage butterflies? *Australian Journal of Ecology*, 3, 261–276.
- Kreuter, M.-L. 1983. *Der Bio-Garten (Fünfte Auflage)*. BLV Verlag, München.
- Luik, A. 1997. *Taimed putukate mõjutajaina*. Tartumaa AS, 86 lk.
- Metspalu, L. 2017. *Taimedega kahjurite vastu. Maheaedniku käsiraamat*. OÜ Hea Lugu, 192 lk.
- Metspalu, L., Hiiesaar, K. 1996. Suur-kapsaliblikas ja tema arvukuse looduslik regulatsioon. *Põllumajandus*, 4, 5–7.
- Natural Homemade Pesticides: Recipes & Tips. <http://tipnut.com/natural-pesticides/> (15.09.2017)
- Ribeiro, R.C., Zanuncio, T.V., De Sousa Ramalho, F., Da Silva, C.A.D., Serrão, J.E., Zanuncio, J.C. 2015. Feeding and oviposition of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) with sublethal concentrations of ten condiments essential oils. *Industrial Crops and Products*, 74, 139–143.
- Spira, T.P. 2011. *Wildflowers & Plant Communities of the Southern Appalachian Mountains & Piedmont*. The University of South Carolina Press, USA, 540 pp.

Kartuli-lehemädaniku ja kuivlaiksuse areng maheviljeluseks soovitatud kartulisortidel

Britt Puidet, Riinu Kiiker, Kaire Loit, Liina Soonvald, Neda Najdabbasi

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► britt.puidet@emu.ee

Sissejuhatus

Sõltuvalt kasvuperioodi ilmastiku tingimustest ja kartulisortide vastuvõtlikkusest võivad tõrjel ja saagikadudes Eesti tingimustes kartulikasvatajatele olulisi probleeme põhjustada nii kartuli-lehemädanik (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.) kui ka kuivlaiksus (*Alternaria* sp.), mis mõlemad nakatavad kartuli lehestikku ja varsi ning hiljem ka mugulaid. Eesti tingimustes on suuremaks ohuks kartulikasvatusele peetud haiguse kiire arengu ja tõrje keerukuse tõttu kartuli-lehemädanikku, kuid järjest enam võib esineda ka kuivlaiksuse poolt põhjustatud kahjusid (Runno-Paurson jt., 2013, 2014a, 2014b). Varasematel aastatel toimunud vaatluskatsed on näidanud, et kuivlaiksuse nakkus kartulil võib areneda aeglaselt, kuid soodsal aastal kujuneda üsna ulatuslikuks, seda eriti mahetingimustes (Runno-Paurson jt., 2014b; Tamela, 2015). Optimaalsed tingimused kartuli-lehemädaniku arenguks on seotud eelkõige kõrge õhuniiskuse ja vihmaste ilmadega keskmise õhutemperatuuri 16–24 °C korral (Arora jt., 2014). Kuivlaiksuse arenguks on soodsamad tingimused kuivade ja soojade (20–25 °C) perioodide vaheldumine vihmaseimate perioodidega (Rotem, 1994).

Käesoleva 2017. aasta kasvuperiood Eestis oli soodne nii lehemädaniku kui ka kuivlaiksuse esinemiseks. EMÜ Taimetervise õppetooli taimehaiguste uurijate poolt läbiviidud üle-eestilise monitooringu tulemustest selgus, et lehemädanikku esines enamikel uuritavatel põldudel ja kuivlaiksuse sümptomeid enam kui pooltel uuritavatel kartulipõldudel. Veel enam, visuaalne vaatlus näitas et ligikaudu pooltel kartulipõldudel oli kuivlaiksuse sümptomitega taimede osakaal võrreldes lehemädanikuga oluliselt suurem.

Kartuli-lehemädaniku tõrje teeb keeruliseks patogeeni populatsioonide kiire areng, muutlikkus ja kohanemisvõime, mistõttu peab tegema järjepidevaid monitooringuid, et tuvastada õigeaegselt patogeeni uusi tüvesid, mis on võimelised ületama kartulisortide resistentsusgeene või mis on omandanud haiguste tõrjeks

kasutatavate pestitsiidide suhtes resistentsuse (Runno-Paurson jt., 2014a). Eesti lehemädanikutekitaja populatsioonis esineb sarnaselt teistele Põhja-Euroopa riikidele, kahte erinevat paarumistüüpi isolaate, mis üksteisega kokkupuutel on võimelised paljunema suguliselt ja seeläbi moodustama vastupidavaid oospoore, mis võivad mullas säilida mitmeid aastaid (Brurberg jt., 2011; Runno-Paurson jt., 2016; Yuen ja Andersson, 2013). Peremeestaimega kokkupuutel võivad oospoorid põhjustada lehemädaniku varajase lööbimise (Hannukkala, 2007). Samuti teki- vad sugulisel paljunemisel patogeeni genoomis muutused, mis suurendavad pato- geeni geneetilist mitmekesisust ja kohanemisvõimet, võimaldades sealhulgas üle- tada kultiveeritavate kartulisortide vastupanuvõimet (Runno-Paurson jt., 2014a, 2016). Lehemädaniku populatsioonide geneetilised analüüsid näitavad selgelt, et haigustekitaja populatsioonid Euroopas on pidevas muutumises ja toimub geno- tüüpide vahetumine (Euroblight).

Kuna kuivlaiksust põhjustav patogeen talvitub taimejäänustel, mullas, haiges- tunud mugulatel või teistel samasse perekonda kuuluvatel peremeestaimedel ning optimaalsetel tingimustel võib säilida mullas kuni 10 aastat, on nakkusest hoidu- miseks ülimalt oluline roll pikemal viljavaheldusel (Rotem, 1994). Viimaste aastate jooksul on märgatud kuivlaiksuse nakkusjuhtumite sagenemist, mis viitab sellele, et kuivlaiksus on muutumas järjest olulisemaks kartulihaiguseks (Leiminger ja Hausladen, 2008). Lisaks sellele on suurenenud fungitsiidide suhtes vähemtund- like ja resistentsete *A. solani* populatsioonide arvukus (Holm jt., 2003).

Oluline on kasvatada nii lehemädanikule kui ka kuivlaiksusele kindlamaid kartulisorte, kuna seeläbi luuakse patogeenile ebasoodsam elukeskkond, mis vähen- dab patogeeni populatsiooni arvukust ja pestitsiidide kasutamise vajadust (Runno- Paurson jt., 2013; Tamela jt., 2015). Sordilehel on olemas küll andmed lehemädaniku resistentsuse kohta, aga puuduvad andmed kuivlaiksuse resistentsuse kohta. Eestis mahetingimustes kasvatades on aga mõlemad haigused potentsiaalseks ohuks kar- tulikasvatusele. Käesoleva katse eesmärk oli hinnata kartulisortide vastuvõtlikkust kartuli-lehemädanikule ja kuivlaiksusele Eesti tingimustes ning hinnata haigus- kindluse kaudu nende sortide potentsiaali mahepõllumajanduse jaoks.

Materjal ja metoodika

Põldkatse rajati 2017. aastal 10. mail Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul (58°21'N, 26°39'E). Katses uuriti 9 kartulisorti, kaheksat lehemädaniku naku-

sele kõrge resistentsusega sorti (Alouette, Carolus, Toluca, Coquine, Sarpo Mira, Kelly, Makhai, Robijn) ning ühte lehemädanikule vastuvõtlikku sorti (Bintje), mida kasvatati katse kontrollina. Katseks kasutati sertifitseeritud haigusvaba seemet. Igast kartulisordist pandi maha kuus mugulat, välja arvatud sordist Toluca, mida istutati materjali nappuse tõttu põllule vaid neli mugulat, katse viidi läbi ühes korduses.

Katsepõld oli piiratud teiste põllukultuuridega vältimaks vahetut lehemädaniku levikut, eelkultuuriks oli põllul kaalikas (*Brassica napus* ssp. *napobrassica*). Mugulad istutati vastavalt projekti IPMBlight 2.0 metoodikale 40 cm vahedega, iga sordi vahele jäeti 1 meeter ning iga istutatud vao vahele jäeti üks tühi vagu. Umbrohutõrjet teostati kartuli kasvuperioodi jooksul käsitsi, kasvatatud taimi ei töödeldud ühegi taimekaitsevahendiga.

Kuivlaiksuse ja lehemädaniku vaatlusi tehti katses kasvuperioodil iga 3–4 päeva järel 26. juunist 3. septembrini 2017. aastal. Haigustesse nakatumist hinnati skaalal 0–100% (Cruickshank jt., 1982; Granovsky ja Peterson, 1954).

Põldkatse rajamisjärgselt valitses kuiv ilm keskmise temperatuuriga 9,3 °C, kasvuperioodi alguses püsis paljude aastate keskmisest pisut jahedam ja kuivem ilm, keskmise õhutemperatuuriga 15,2 °C ning sademete summaga 205 mm. Haiguste lööbimist soodustasid aga juulis valitsevad muutlikud ilmaolud, vihmasete jahedamate ilmade vaheldumine kuivade soojade ilmadega (Riigi Ilmateenistus).

Tulemused ja arutelu

Jälgides iganädalaselt taimede nakatumist, saadi teavet nii kohaliku patogeeni populatsiooni kohta kui ka sortide sobivusest meie piirkonda. Katse käigus hinnati looduslikult levivate lehemädaniku ja kuivlaiksuse patogeenide populatsioonide nakatusvõimet 9 erineval sordil, mida kasvatati mahetingimustes.

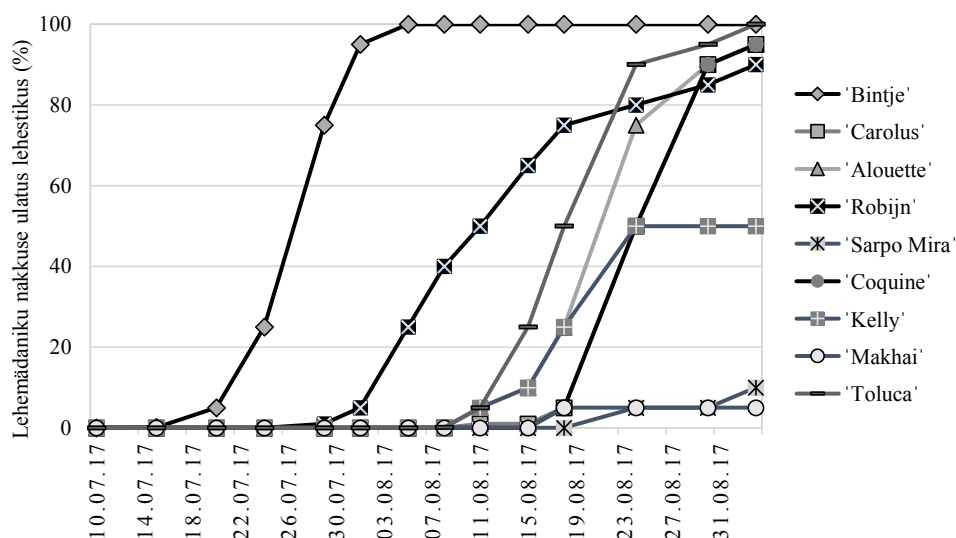
Eesti Taimekasvatuse Instituudi andmetel valitses perioodil 30.06–03.07 kogu Eestis kõrge kartuli-lehemädaniku risk, mistõttu soovitati kasvatajatel alustada keemilise haigustõrjega. Järgmistel vaatlusnädalatel kuni 16. juulini oli kõikjal Eestis mõõdukas kartuli-lehemädaniku risk, mil vihmased jahedamad ilmad vaheldusid kuivade soojade ilmadega. Jõgeva- ja Tartumaa kartulipõldudel juuli alguses lehemädanik ka lööbis (Taimekahjustajate monitooring 2017).

Meie katsepõllul lööbisid kartuli-lehemädanik ja kuivlaiksus 15. juulil. Esimesed lehemädaniku sümptomid avaldusid taimede alumistel lehtedel, mis

viitab eelmistest hooaegadest pärit oospooride nakkusele, mis moodustuvad patogeeni sugulise paljunemise tulemusel ja säilivad mullas mitmeid aastaid. Oospooridel on oluline roll patogeeni ellujäämise ja nakatamisvõime säilimise seisukohast Põhja-Euroopa külmade talvede tingimustes (Lehtinen ja Hannukala, 2004; Brurberg jt., 2011; Yuen ja Andersson, 2013).

Esimesena nakatus lehemädanikku väga vastuvõtlik sort Bintje, mille pealsed hävinesid kolme nädalaga (joonis 1). Kaks nädalat hiljem nakatus kartulisort Robijn ja järgmistena umbes nädal hiljem Alouette, Kelly ja Toluca. Sordid Carolus, Coquine ja Makhai nakatusid alles augusti teisel ja kolmandal nädalal ning sort Sarpo Mira kõige viimasena augusti neljandal nädalal. Augustis nakatunud sortidel esinesid esimesed nakkuslaigud taimede ülemistel lehtedel. Makhai ja Sarpo Mira osutusid lehemädanikule kõige resistentsemateks ja septembri alguseks oli neil kuni 10% lehestikust nakatunud. Need sordid on Lääne-Euroopas praegu lehemädanikukindluse tõttu kasvatamiseks soovitatud sordid.

Mõned sordid osutusid aga hoopis kuivlaksusele vastuvõtlikuks, näiteks Sarpo Mira, Makhai ja Toluca, mis nakatusid juuli keskel (joonis 2). Augustis lööbis kuivlaiksus sortidel Coquine ja Kelly. Kuivlaiksuse areng ja levik olid aeglased võrreldes lehemädanikuga ja alles septembri alguseks oli sortide Sarpo Mira ja Makhai lehestik üle 90% ulatuses nakatunud kuivlaiksusesse. Teiste nakatunud



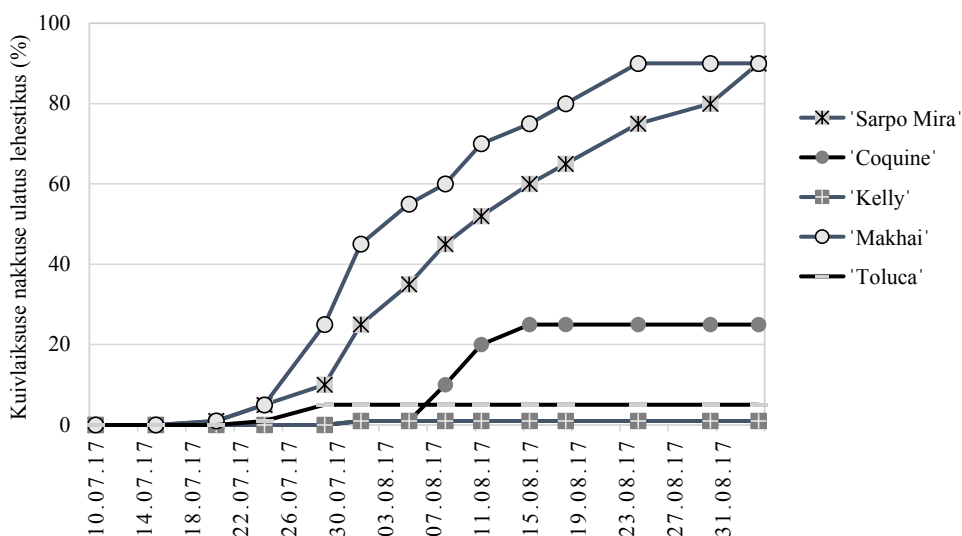
Joonis 1. Lehemädaniku areng katsepõllul 2017. aastal erinevatel kartulisortidel.

sortide lehestik oli septembri alguseks kuivlaiksusest kahjustunud vähesel määral ja olulist haiguse arengut ei olnud märgata.

Kuigi sordid Makhai ja Sarpo Mira osutusid mahetingimustes kasvatades lehemädanikule kõige kindlamateks, olid need siiski kuivlaiksusele väga vastuvõtlikud ja kartulilehestik sai kasvuperioodil oluliselt kahjustada. Eestis kasvatatakse nendest katsesse valitud üheksast sordist kõige rohkem Tolucat ja Carolust, mis nakatusid lehemädanikku umbes samaaegselt, augusti esimesel nädalal. Septembri alguseks oli mõlema sordi lehestik praktiliselt hävinud. Kuna need sordid on, võrreldes teiste katses vaadeldutega, Eestis rohkem kultiveeritud, siis on ka kohalik patogeeni populatsioon hakanud nende sortidega kohanema ja nende haigusresistentsust ületama.

Järeldused

Käesolev 2017. aasta oli soodne nii kartuli-lehemädaniku kui ka kuivlaiksuse arenguks ja levikuks ning oht haiguste lööbimiseks oli Eestimaa kartulipõldudel suur. Kõige kõrgema lehemädanikukindlusega olid katses sordid Makhai, Sarpo Mira ja Kelly, kuid samas nakatusid sordid Sarpo Mira, Makhai ja Coquine kuivlaiksusesse.



Joonis 2. Kuivlaiksuse areng katsepõllul 2017. aastal erinevatel kartulisortidel.

Seega lisaks viljavaheldusnõuete kinnipidamisele on oluline ka õige sordivalik. Kasvatada tuleks kartulisorte, mis on suurema vastupanuvõimega piirkonnas levivatele patogeeni tüvedele ning oluline on ka sortide vahetamine, et patogeenide populatsioonid ei jõuaks nendega kohaneda. Tähtis on ka patogeeni järjepidevalt seirata, tuvastamaks muutusi populatsioonis, et saaks vastavalt valida haigusele resistentsemaid kartulisorte nende edukamaks kultiveerimiseks (Runno-Paurson jt., 2013, 2014b; Tamela jt., 2015).

Tänuavaldused. Katse viiakse läbi projekti IPMBlight 2.0 8T150054PKTK raames EMÜ PKI Taimetervise õppetooli fütopatoloogia töörühma poolt koostöös Maaeluministeeriumiga. Lisaks on uurimustööd toetanud IUT36-02 ja Ülikoolide Arengufondi projekt PM170156PKTK.

Kirjandus

- Arora, R.K., Sharma, S., Singh, B.P. 2014. Late blight disease of potato and its management. *Potato Journal*, 41, 16–40.
- Brurberg, M.B., Elameen, A., Le, V.H., Naerstad, R., Hermansen, A., Lehtinen, A., Hannukkala, A., Nielsen, B., Hansen, J., Andersson, B., Yuen, J. 2011. Genetic analysis of *Phytophthora infestans* populations in the Nordic European countries reveals high genetic variability. *Fungal Biology*, 115, 335–342.
- Cruickshank, G., Stewart, H.E., Wastie, R.L. 1982. An illustrated assessment key for foliage blight of potatoes. *Potato Research*, 25, 213–214.
- Granovsky, A.A., Peterson, A.G. 1954. Evaluation of potato injury caused by 10 leafhoppers, flea Beetles, and early blight. *Journal of Economic Entomology*, 47, 894–902.
- Hannukkala, A.O., Kaukoranta, T., Lehtinen, A., Rahkonen, A. 2007. Late-blight epidemics on potato in Finland, 1933–2002; increased and earlier occurrence of epidemics associated with climate change and lack of rotation. *Plant Pathology*, 56, 167–176.
- Holm, A.L., Riviera, V.V., Secor, G., Gudmestad, N. C. 2003. Temporal Sensitivity of *Alternaria solani* to Foliar Fungicides. *American Journal of Potato Research*, 80, 33–40.
- Lehtinen, A., Hannukkala, A. 2004. Oospores of *Phytophthora infestans* in soil provide an important new source of primary inoculum in Finland. *Agricultural and Food Science*, 13, 399–410.
- Leminger, J., Hausladen, H. 2008. *Epidemiology and yield loss of Alternaria spp. in potatoes. Proceedings of the Eleventh Euroblight Workshop 2008, PPO Special Report No.13*, 253–259.
- Rotem, J. (1994) *The Genus Alternaria: Biology, Epidemiology and Pathogenicity*. No. 41523.

- Runno-Paurson, E., Williams, I.H., Metspalu, L., Kaart, T., Mänd, M. 2013. Current potato varieties are too susceptible to late blight to be grown without chemical control under North-East European conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 63, 80–88.
- Runno-Paurson, E., Hannukkala, A., Kotkas, K., Koppel, M., Williams, I.H., Mänd, M. 2014a. Population changes and phenotypic diversity of *Phytophthora infestans* isolates from Estonia and Finland. *Journal of Plant Pathology*, 96, 85–95.
- Runno-Paurson, E., Hansen, M., Tein, B., Loit, K., Jõgi, K., Luik, A., Metspalu, L., Ere-meev, V., Williams, I.H., Mänd, M. 2014b. Cultivation technology influences the occurrence of potato early blight (*Alternaria solani*) in an organic farming system. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101 (2), 199–204.
- Runno-Paurson, E., Kiiker, R., Joutsjoki, T., Hannukkala, A. 2016. High genotypic diversity found among population of *Phytophthora infestans* collected in Estonia. *Fungal Biology*, 120, 385–392.
- Tamela, L., Runno-Paurson, E., Hansen, M., Einola, A., Einola, P. 2015. Kuivlaiksus eri kartulisortidel Einola talus. *Agronomia*, 166–171.
- Yuen, J.E., Andersson, B. 2013. What is the evidence for sexual reproduction of *Phytophthora infestans* in Europe? *Plant Pathology*, 62, 485–491.
- Euroblight. <http://euroblight.net/pathogen-characteristics-and-host-resistance/sampling-sites-and-genotype-maps/> (1.09.2017)
- Riigi Ilmateenistus. <https://www.ilmateenistus.ee/kliima/ulevaated/> (15.09.2017)
- Taimetervikjärelevalve järelvalvamine 2017. <http://monitooring.etki.ee/2017> (1.09.2017)
- Wageningen University & Research Press release. <https://www.wur.nl/en/newsarticle/Reduced-sensitivity-to-fluazinam-detected-in-the-rapidly-increasing-Phytophthora-infestans-clonal-lineage-EU-37-Dark-Green-37.htm> (1.09.2017)

Pestitsiidide segud on karukimalasele (*Bombus terrestris* L.) üksikute ainete mõjudest ohtlikumad

Risto Raimets^a, Reet Karise^a, Marika Mänd^a, Sigmar Naudi^a,
Anna Bontšutšnaja^a, James E. Cresswell^b

^a Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

✉ ristorai@gmail.com

^b University of Exeter, College of Life and Environmental Sciences, Biosciences, Exeter, UK

Sissejuhatus

Viimasel kümnendil on täheldatud tolmeldajate arvukuse vähenemist Euroopas ja Põhja-Ameerikas (Goulson jt., 2015). Mõningates piirkondades on mesinikud kaotanud suurel hulgal mesilasperesid (van Engelsdorp jt., 2008) ning lisaks on piirkonniti täheldatud ka looduslike tolmeldajate arvukuse vähenemist (Kleijn jt., 2015). Tolmeldajate arvukuse languse üheks põhjuseks on pakutud antropogeenset tegevust, sealhulgas pestitsiidide kasutamist põldudel (Potts jt., 2010).

Tolmeldajad võivad oma eluea jooksul kokku puutuda erinevate pestitsiididega, kuna erinevatest mesindussaadustest on leitud erinevate pestitsiidide jääke (Lambert jt., 2013). Näiteks, Mullin jt. (2010) leidsid kogutud mesindussaadustest (õietolm, mesi, suir jm) 118 erinevat pestitsiidijääki. Põllumajanduse intensiivistamine toob põldudele üha uusi erinevatest klassidest pestitsiide, mistõttu võivad tolmeldajad potentsiaalselt kokku puutuda erinevate „pestitsiidide kokteilidega“, mille koosmõjud tolmeldajatele pole veel täpselt teada. Põldudel kasutatakse ka laialdaselt ergosterooli biosünteesi inhibiitori (EBI) tüüpi fungitsiide, millel on ka omadus takistada toksiliste ainete detoksifikatsiooni mesilase kehas (Thompson jt., 2014), mistõttu kokkupuutel insektitsiidiga võib mesilase vastupanuvõime olla juba eelnevalt oluliselt nõrgenenud.

Fungitsiidide ja insektitsiidide sünergeetilisi mõjusid meemesilastele on uuritud (Pilling jt., 1995; Johnson, 2015), kuid looduslikele tolmeldajatele, näiteks kimalastele, on seni vähe tähelepanu pööratud. Antud töö eesmärgiks oli uurida EBI tüüpi fungitsiidi imazalili ja põllumajanduses populaarsete insektitsiidide koosmõju karukimalaste (*Bombus terrestris* L.) toitumisele ja suremusele.

Materjal ja metoodika

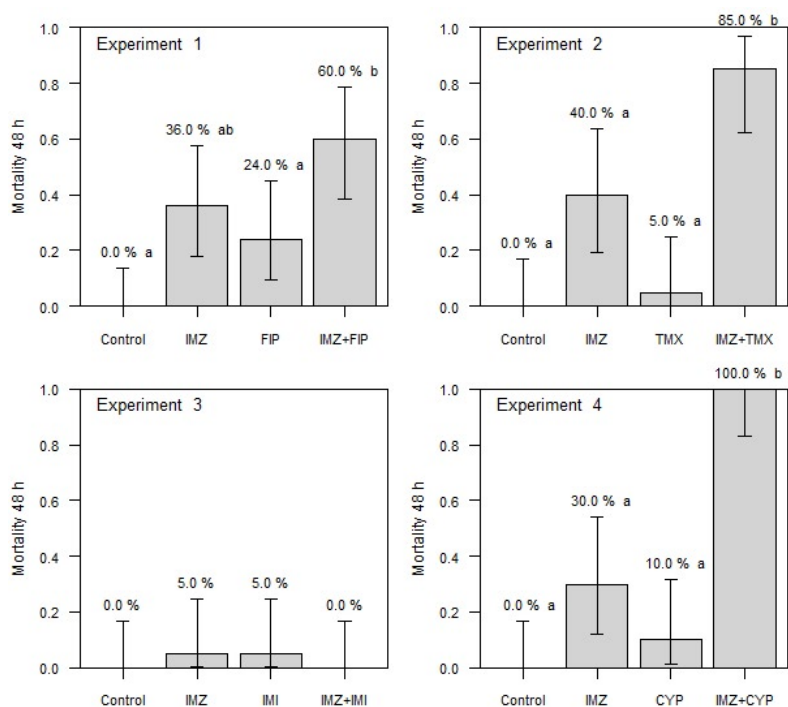
Töös kasutatud karukimalased osteti Hollandi ettevõttelt Koppert Biological Systems. Kõik katses kasutatud kimalased koguti ühest ja samast tarust ning paigutati ühekaupa puidust minitarudesse, mis olid varustatud söödanõude ja vee anumatega. Moodustatud minitarusid hoiti lühipäevas (12 h valgust ja 12 h pimedust). Temperatuur antud ruumis oli 24 ± 1 °C ning RH ~47%. Kimalasi toideti söödasiirupiga, mille sisse oli erinevates töötlusvariantides segatud fungitsiidi imazalil (300 mg L^{-1}), neonikotinoidi thiametoksaam ($13 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$), neonikotinoidi imidaklopriid ($500 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$), püretroidi fiproniil ($20 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) ning püretroidi tsüpermetriin (7 mg L^{-1}) või nende segu. Kasutatud kontsentratsioonid valiti eeldusel, et need põhjustaks üksiku aine korral kimalaste 20%-lise suremuse. Eesmärgiks oli uurida, kas ja kuidas mõjutab nende insektitsiidide ja fungitsiidi koosmõju kimalaste sööda tarbimist ja suremust.

Tulemused ja arutelu

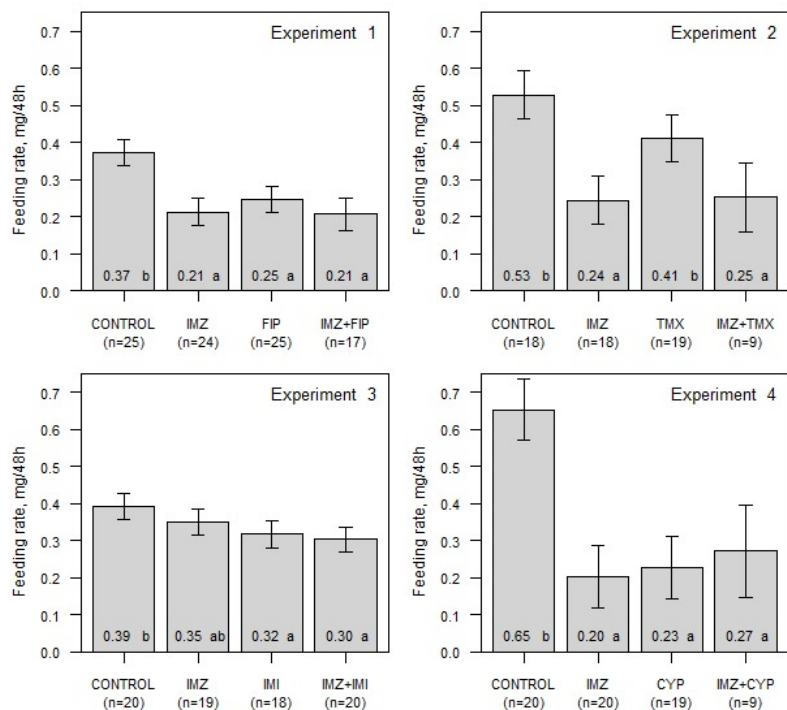
Fiproniili ja imazalili vahel 48 h möödudes sünergeetilist mõju ei täheldatud (joonis 1). Neonikotinoid tiametoksaami ja fungitsiid imazalili koostoimel tekkis sünergia, mille tulemusena kimalaste suremus suurenes 48 h möödudes oluliselt. Imidaklopriidi kahjulikku mõju ei ilmnenu nii üksiku ainega ka segatuna fungitsiidiga. Tsüpermetriini ja fungitsiidi vahel tekkis sünergeetiline mõju, mille tulemusena kimalaste suremus suurenes oluliselt (joonis 1).

Antud tulemustest nähtub, et põllumajanduses kasutatavad erinevatesse klassidesse kuuluvad pestitsiidid, nagu näiteks fungitsiidid ja insektitsiidid võivad segudena põhjustada kimalastele ohtlikke sünergeetilisi mõjusid. Samas tuleks pestitsiidide ja nende segude mõjusid edaspidigi uurida, kuna ka samasse klassi kuuluvate pestitsiidide mõjud võivad olla erinevad. Näiteks antud katse puhul mõjusid neonikotinoidid tiametoksaam ja imidaklopriid kimalastele oluliselt erinevalt. Imidaklopriidi mõju puudumine antud töö kontekstis ei tähenda kindlasti seda, et see pestitsiid on tolmeldajatele ohutu.

Erinevate insektitsiidide ja fungitsiidi kombinatsioonil puudus sünergeetiline mõju kimalaste toidutarbimisele, kuigi mõningad üksikud ained vähendasid kimalaste poolt tarbitava toidu kogust oluliselt (joonis 2).



Joonis 1. Kimalaste suremus 48 tunni möödudes. Erinevad tähed tähistavad gruppide vahelist statistiliselt olulist erinevust.



Joonis 2. Kimalaste tarbitud toidu kogus 48 h möödudes.

Järeldused

Erinevad põllumajanduses kasutatavad ja seega ka tolmeldajaid ümbritsevad pestitsiidid ja nende segud on potentsiaalselt ohtlikud. Samasse klassi kuuluvate pestitsiidide mõjud koostoimes mõne teise pestitsiidiga nagu näiteks fungitsiidiga võivad oluliselt erineda, mistõttu on oluline antud valdkonda edaspidigi uurida.

Tänuavaldused. Antud töö läbiviimist rahastasid Haridus- ja Teadusministeerium (IUT36–2); Pestitsiidide ja patogeenide koostoime meemesilaste ja kimalaste füsioloogilistele näitajatele ja elueale (P170058PKTK), ning Dora Pluss lühiajalise õpirände toetus (1.1), leping nr 36.9–6.1/959.

Kirjandus

- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., Rotheray, E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347, 1–16.
- Johnson, R.M. 2015. Honey bee toxicology. *Ann Rev Entomol*, 60, 415–434.
- Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., Carvalheiro, L.G., Henry, M., Isaacs, R., Klein, A.-M., Kremen, C., M'Gonigle, L.K., Rader, R., Ricketts, T.H., Williams, N.M., Lee, Adamson, N., Ascher, J.S., Báldi, A., Batáry, P., Benjamin, F., Biesmeijer, J.C., Blitzer, E.J., Bommarco, R., Brand, M.R., Bretagnolle, V., Button, L., Cariveau, D.P., Chifflet, R., Colville, J.F., Danforth, B.N., Elle, E., Garratt, M.P.D., Herzog, F., Holzschuh, A., Howlett, B.G., Jauker, F., Jha, S., Knop, E., Krewenka, K.M., Le Féon, V., Mandelik, Y., May, E.A., Park, M.G., Pisanty, G., Reemer, M., Riedinger, V., Rollin, O., Rundlöf, M., Sardiñas, H.S., Scheper, J., Sciligo, A.R., Smith, H.G., Steffan-Dewenter, I., Thorp, R., Tscharntke, T., Verhulst, J., Viana, B.F., Vaissière, B.E., Veldtman, R., Ward, K.L., Westphal, C., Potts, S.G. 2015. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications*, 6, 7414.
- Lambert, O., Piroux, M., Puyo, S., Thorin, C., L'Hostis, M., Wiest, L., Buleté, A., Delbac, F., Pouliquen, H. 2013. Widespread Occurrence of Chemical Residues in Beehive Matrices from Apiaries Located in Different Landscapes of Western France. *Plos One*, 8, e67007.
- Mullin, C.A., Frazier, M., Frazier, J.L., Ashcraft, S., Simonds, R., vanEngelsdorp, D., Pettis, J.S. 2010. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. *Plos One*, 5, e9754.
- Pilling, E.D., Bromleychallenor, K.A.C., Walker, C.H., Jepson, P.C. 1995. Mechanism of synergism between the pyrethroid insecticide λ -cyhalothrin and the imidazole fungicide prochloraz, in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Pest Biochem Physiol*, 51, 1–11.

- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol Evol*, 25, 345–353.
- Thompson, H.M., Fryday, S.L., Harkin, S., Milner, S. 2014 Potential impacts of synergism in honeybees (*Apis mellifera*) of exposure to neonicotinoids and sprayed fungicides in crops. *Apidologie*, 45, 545–553.
- van Engelsdorp, D., Hayes, J., Jr., Underwood, R.M., Pettis, J. 2008. A survey of honey bee colony losses in the U.S., fall 2007 to spring 2008. *Plos One*, 3, e4071.

Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamine maheväetisega Kalisop ja selle mõju teravilja terasaagile ning kvaliteedile

Karli Sepp, Jaan Kanger, Marje Särekanno

Põllumajandusuuringute Keskus

► karli.sepp@pmk.agri.ee

Sissejuhatus

Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamisega mahepõllumajanduses kasutada lubatud kaaliumirikka väetisega selgitati, kas sellisel juhul oleks võimalik tõsta kõrge müügihinnaga (üle 700 euro t⁻¹) maheväetise tõhusust, suurendades kõigepealt väetamisega haljasväetise saaki ja koos sellega ka peale haljasväetise sissekündi järgneva maheteravilja saaki. Heintaimede saagikus tõuseb kaaliumväetise mõjul tavaliselt oluliselt. Suuremas koguses taimses massis suureneb ka seotud õhulämmastiku ja mullast saadava fosfori, kaaliumi, lämmastiku jm elementide hulk. Nii muudetakse läbi haljasväetise oluliselt suurem hulk toiteelemente järgnevale kultuurile kergemini kättesaadavaks ja kasutatud väetise tõhusus võiks paraneda. Samas on vaja selgitada, kas majanduslikult oleks selline viljelusviis ka tasuv.

Materjal ja meetodika

Katsega alustati 2011. a keskmise omastatava P ja K sisalduse ning keskmise liivsaviilõimisega rähkmullal Kuusiku katsekeskuses, mil kaera alla külvati punane ristik (8 kg ha⁻¹). 2012. a kevadel (aprill) väetati katse üht osa punasest ristikust Kalisopiga 120 kg/ha (K – 50 ja S – 22 kg ha⁻¹), teist osa ei väetatud. Ristiku mass purustati suve jooksul põllule kaks korda, määrates eelnevalt ka maapealse massi koguse. Punase ristiku juurte massi ei määratud. 2013. a kevadel künti haljasväetis sisse ja põllule külvati suvioder. 2014. a külvati taas kaera alla punane ristik, mis 2015. a kasvatati sarnaselt eelmisele, väetades ja kaks korda purustades haljasväetiseks. 2016. a kevadel peale kündi külvati katsealale suvinisu. Mõlemas katsevariandis oli kõigil katse aastatel neli kordust. Terasaagi kvaliteedianalüüsid teostati Põllumajandusuuringute Keskuse (PMK) laboris.

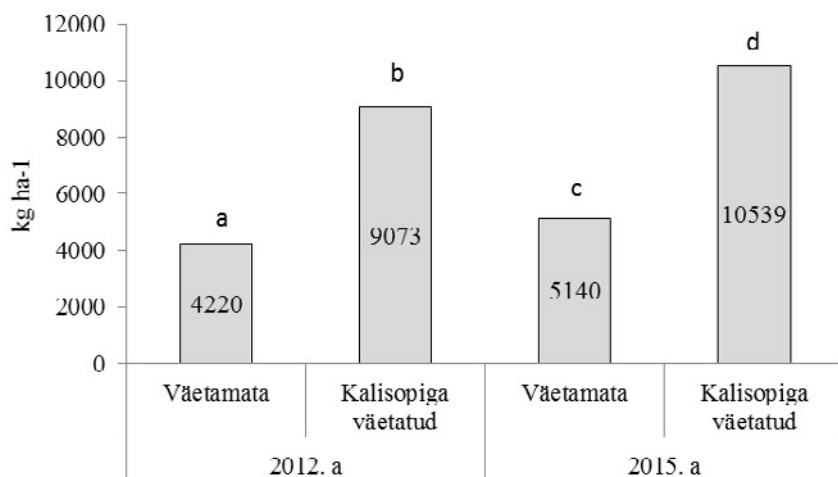
Tulemused ja arutelu

Punasele ristiku pealtväetamine Kalisopiga 2012. a aprillis suurendas selle maa-
pealse kuivmassi kogusaaki kaks korda võrreldes väetamata variandiga (joonis 1).
Väetatud punasele ristikule järgneva suviadra terasaak suurenes aga koguni 2,4
korda e 1846 kg võrra hektarilt (joonis 2). Odra terade toorproteiinisisaldus (11,2%)
oli aga väetatud haljasväetise variandis väiksem (tabel 1) kui väetamata variandis
(13,2%). Odra terade mahukaal variantide vahel oluliselt ei erinenud. Kattetulu
arvestus näitas, et haljasväetisele tehtud kulutused masintöödena koos väetamisega
tasusid selgelt ära juba odra madalama müügihinna (160 euro t⁻¹) juures.

Tabel 1. Suviteraviljade terasaagi kvaliteedinäitajad haljasväetiseks kasvatatud
punase ristiku järel

Teravili ja kasvuaasta	Haljasväetise väe- tamise variant	Proteiin kuivaines, %	Mahu- kaal, g l ⁻¹	Kleep- valk, %	Gluteeni- indeks, %	Lange- misarv sek
Suvioder	Väetamata	13,2*	686	–	–	–
2013. a	Kalisopiga väetatud	11,2*	690	–	–	–
Suvinisu	Väetamata	15,1*	710	37	48	363
2016. a	Kalisopiga väetatud	14,4*	716	35	48	370

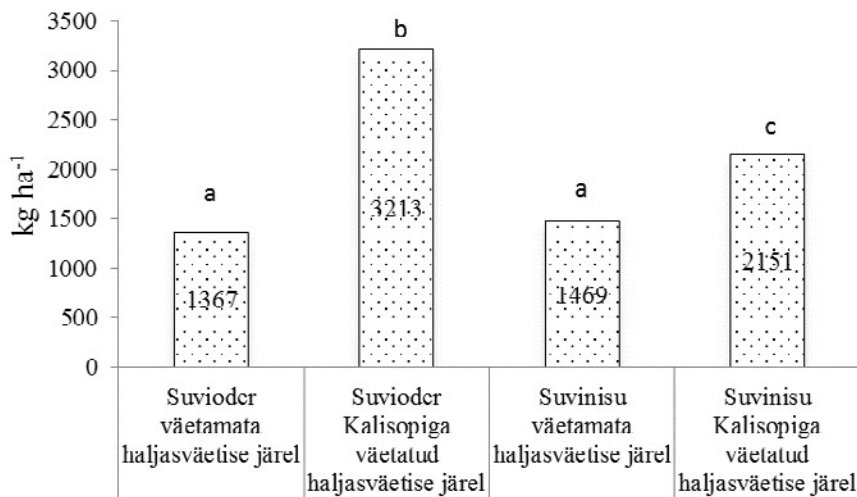
Tärnid (*) näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi kultuuride kvaliteedinäitajate vahel Tukey
testi alusel 95% usaldusnivoo juures.



Joonis 1. Haljasväetiseks kasvatatud punase ristiku maapealne kuivmass kokku.
Erinevad tähed (a, b, c, d) näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi
variantide vahel Ficheri (LSD) testi alusel 95% usaldusnivoo juures.

2015. a oli haljasväetiseks kasvatatud punase ristiku saagikus isegi kõrgem kui 2012. a. Kalisopiga väetamine suurendas saagikust samuti kaks korda võrreldes mitteväetamisega. Punase ristiku järgse suvinisu 'Mooni' terasaak 2016. a suurenes väetud haljasväetise variandis 46% (682 kg võrra hektarile). Seega oli suvinisu terasaak ja -saagi suurenemine väetud haljasväetise järgses variandis oluliselt väiksem kui suviodrall. Seda võis ühelt poolt põhjustada mai kuu pikk põuperiood nisu tärkamise ja võrsumise faasis, mis pidurdas taimede arengut ja toiteelementide omastamist. Teiselt poolt aeglustus kuivas mullas ilmselt ka ristiku lagunemine ja toiteelementide vabanemine. Kattetulu arvestused näitasid, et nisu 2016. a madala toidunisu müügihinna (150 euro t^{-1}) juures poleks haljasväetisele Kalisopiga väetamisega tehtud kulutused (masintööd, väetis) ära tasunud. Väetamisega tehtud kulutused oleks ära tasunud alates müügihinnast 190 euro t^{-1} .

Suvinisu terasaagist määrati ka toidunisu kvaliteedinäitajad. Toorproteiini ja kleepvalgusisaldus ning langemisarv olid suvinisul kõrged, gluteeniindeks rahuldav. Mahukaal jäi aga optimaalsest madalamaks. Toorproteiinisisaldus oli Kalisopiga väetatud haljasväetise järel (14,4%) sarnaselt suviodralla (2013. a) mõnevõrra madalam kui väetamata haljasväetise järel (15,1%). Teiste kahe variandi kvaliteedinäitajate vahel statistiliselt usutavad erinevused puudusid.



Joonis 2. Suviteraviljade terasaak (13% niiskuse juures) haljasväetiseks kasvatatud punase ristiku järel. Erinevad tähed (a, b, c) näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi variantide vahel Tukey (HSD) testi alusel 95% usaldusnivoo juures.

Järeldused

Väetades haljasväetiseks kasvatatavat punast ristikut kaaliumirikka maheväetisega Kalisop 120 kg ha⁻¹ (K – 50 ja S – 22 kg ha⁻¹) suurenes haljasväetise maapealne kuivmass oluliselt võrreldes mitteväetamisega. Väetatud haljasväetisele järgneva suviodra ja suvinisu terasaagid suurenesid samuti oluliselt võrreldes mitteväetatud haljasmassi järgse terasaagiga. Suviodra ja suvinisu terade proteiinisaldus oli väetatud haljasmassi järgses variandis mõnevõrra väiksem võrreldes mitteväetamisega. Ülejäänud kvaliteedinäitajate vahel olulised erinevused puudusid. Haljasväetise kasvatamisele tehtud kulutused tasusid võrreldes mitteväetamisega ära juba madalamate teravilja kokkuostu hindade juures (suviodral alates 160 euro t⁻¹, suvinisul 190 euro t⁻¹).

Seega oli punase ristiku kui haljasväetise väetamine maheväetisega Kalisop tõhus ja seda võib mahetootjatele soovitada ühe võimalusena haljasväetiskultuuride kasvatamisel ja järgneva teravilja saagikuse tõstmisel.

Arbuskulaar-mükoriisete seente inokuleerimise tähtsus agroökoloogilise tehnoloogia meetodina

Liina Soonvald, Kaire Loit

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► liinasoonvald@gmail.com

Sissejuhatus

Maailma rahvaarv on viimastel aastatel järsult suurenenud ja ÜRO andmeil on see eelduste kohaselt 2050. aastaks juba üle 9 miljardi. Üha suureneva rahvastiku toiduvajaduse rahuldamiseks võetakse looduslikke alasid järjest rohkem kasutusele põllumajandusmaana (Foley jt., 2005). Selline muutunud maakasutus kahjustab aga keskkonda ja ökosüsteemide talitlust (Foley jt., 2005). Haritava maa intensiivsema kasutamise tõttu on vähenenud liigirikkus, kahjustunud bioloogiline mitmekesisus ja mulla ning õhu kvaliteet (Stoate jt., 2001). Seega on tingimata vaja põllumajanduses võtta kasutusele selliseid uudseid meetodeid, mis aitaksid säilitada või isegi suurendada saagikust ning samal ajal soodustaksid ökosüsteemide säilimist.

Agroökoloogiline tehnoloogia on holistlik, teadmistel põhinev lähenemisiis, milles on ühendatud füüsikalised, keemilised ja ökoloogilised teadmised (Hengsdijk ja Ittersum, 2002). Selle peamine eesmärk on välja töötada uudsed põllumajandustootmise süsteemid, mis võimaldavad loodusressursside maksimaalset ärakasutamist (Liang, 1998; Hengsdijk ja Ittersum, 2002). Üks agroökoloogilise tehnoloogia meetodeid on selliste mullas esinevate kasulike mikroorganismide kasutamine, mis on põllumajanduslikult tähtsad põllukultuuride saagikuse suurendamisel (Bender jt., 2016). Näiteks on taimede kasvu soodustavatel risosfääri bakteritel (PGPR, *plant growth promoting rhizobacteria*) lisaks taimede kasvu soodustavatele omadusele ka omadus kaitsta neid patogeenide eest (Beneduzi jt., 2012; de Souza jt., 2015). Sellised bakterid soodustavad taimede arengut, aidates kaasa keskkonnast toitainete omastamisele ja nende transportimisele, aga indutseerides ka patogeenide suhtes resistentsust. Üks järjest levinum suund põllumajanduses on arbuskulaar-mükoriisete (AM) seente kasutamine (Verbruggen jt., 2013). Taimedega sümbioosis elavad AM seened on võimelised koloniseerima

enamiku maismaataimede juuri ja nemadki toimivad samamoodi nagu PGPR-d, taimede arengut soodustava mehhanismina. AM seened suurendavad taimede toitainete omastamist peamiselt tänu võimele kasutada mullas esinevaid looduslikke fosforivarusid (Smith ja Read, 2008), mistõttu võib neist saada kestlik alternatiiv sünteetiliste väetistele. Lisaks esitatakse üha enam tõendeid selle kohta, et AM seened võivad toimida tõhusa biotõrjevahendina (Whipps, 2004).

AM seente inokuleerimine kui biotõrjestrategia

Mükoriisa indutseeritud haigusresistentsus. Järjest rohkem on hakatud uurima kasuliku mullaelustiku kui loodusressursi kasutamise võimalusi keemiliste biotsiidide asendajana (Köhl jt., 2006). Üks kemikaalivaba lahendus on indutseerida biokeemilise resistentsuse radasid. Sellist lähenemisviisi nimetatakse indutseeritud süsteemseks resistentsuseks (ISR). Protsessi käivitamiseks viiakse taim kokkupuutesse teatud mikroorganismidega, näiteks AM seentega. Patogeeni rünnakul on selline taim bioloogiliselt ette valmistatud suurema aktiivsusega kaitsemehhanismi tekkeks (Pozo ja Azcón-Aguilar, 2007; Velivelli jt., 2015). Sümbioosi kaitsvat toimet patogeenide vastu on kirjeldatud paljudel taimeliikidel, sealhulgas ka põllukultuuridel (Gallou jt., 2011; Jung jt., 2012; Campos-Soriano jt., 2012). Vaatamata sellele, et mükoriissel sümbioosil on suur mõju taime ja patogeeni vahelisele interaktsioonile, ei ole mükoriisa poolt indutseeritud haigusresistentsuse mehhanismid taimeliikide ja AM seente erinevates kombinatsioonides veel selge. Song jt. (2015) on näiteks leidnud, et AM seeneliigiga *Funneliformis mosseae* inokuleerimine muudab tomati (*Solanum lycopersicum*) nekrotoofse patogeeni *Alternaria solani* poolt põhjustatud kuivlaiksuse suhtes resistentsusemaks, kutsudes esile süsteemse kaitsereaktsiooni. Ka Fritz jt. (2006) on kindlaks teinud, et tomati kuivlaiksust saab AM seeneliigi *Glomus intraradices* inokuleerimisega vähendada. Paljudest uuringutest on aga selgunud, et kuigi AM seente kooslusel võib olla tähtis osa peremeesorganismis patogeenirünnaku leevendamisel, oleneb kasuliku toime avaldumine peamiselt ikkagi AM seene isolaadist ja selle omadusest (Lewandowski jt., 2013; Séry jt., 2016). See arvamus on kooskõlas paljude uuringutega, millest on selgunud, et AM seentega koloniseerimine võib tekitada patogeenide suhtes küll süsteemse resistentsuse, kuid täpne toimemuster oleneb siiski nii protsessis osalevatest taimedest kui ka AM seentest (de la Noval jt., 2007; Cesaro jt., 2008; Sikes jt., 2009; Steinkellner jt., 2012; Fernández jt., 2014).

Bioloogilise inokulandi kasutamise tõhusus. Praeguste teadmiste valguses peetakse AM seeni paljulubavaks biotõrjevahendiks. Arbuskulaar-mükoriisete seente kooslusi esineb igas mullas, milles kasvatatakse põllukultuure ja need seedes asustavad enamiku põllukultuuridest juba looduses (Rúa jt., 2016). Kuna AM seeni on rohkelt müügivõrgus (Pal jt., 2016), kasutatakse neid põllumajandustegevuses (Séry jt., 2016), kuid samas on see valdkond senini põhjalikult uurimata. Nende kasutamisel peaks aga arvestama paljude aspektidega. Senini on tehtud peamiselt laborikatseid, mille tingimused ei sarnane põllutingimustega ning see pärast võivad bioloogiliste toimeainetega kontrollitud tingimustes saadud tulemused erineda põldudel saadud tulemustest (Velivelli jt., 2015). Samuti on teada, et bioloogilise inokulandiga saadud kaitsevõime ei ole alati niisama püsiv kui keemilise taimekaitsega saadud tulemused. Lisaks on Rodriguez ja Sanders (2015) leidnud, et AM seeni kasutatakse põllutingimustes liialt lihtsustatult ning sageli jäetakse kõrvale tähtsad ökoloogilised mõjurid. Nad märgivad ka, et siiani puuduvad teadmised võõra päritoluga AM seente ellujäämise ja nende kohanemise võime kohta. Samuti ei teata, kuidas nad mõjuvad keskkonnale ning kuidas mõjutavad võõra päritoluga AM seedes kohalikke AM seente kooslusi. Rúa jt. (2016) tehtud meta-analüüsist selgus, et piirkondlik kohanemine on tähtis tegur, mis mõjutab seente, mulla ja taimede uute kombinatsioonide teket. See on kooskõlas mitme uuringuga (Querejeta jt., 2006; Séry jt., 2016), milles on jõutud järeldusele, et kohalike AM seentega inokuleerimine parandab peremeesorganismi ja taime koostoimimist rohkem, kui võõra päritoluga AM seente kasutamine. Seega peaks kasutama kasvukoha suhtes mittenõudlikke ja püsivaid nn generalist-tüüpi liike, mis suudavad põllutingimustes konkureerida (Séry jt., 2016).

Järeldused

AM seente kui oluliste mullakomponentide kasutamine võib saada kestlikuks lahenduseks, millega vähendatakse intensiivse põllumajandustegevuse kahjulikke mõjusid ökosüsteemi toimimisele. AM seente loodusliku taseme taastamine AM inokulaatide kasutamise abil võib olla just tavaviljelusele perspektiivne alternatiiv. Kuigi AM inokulaatide turustamine on laialt levinud, siis enne nende ulatuslikku kasutamist on vaja kaaluda erinevaid aspekte. AM seente positiivset mõju bioloogilise tõrjevahendina on järeldatud in vitro katsetest saadud tulemustest, ent põllutingimustes mõjutavad AM seente kasvu ja arengut nii maa varasem kasutus

kui ka rakendatud põllumajandustootmise viisid.

Keskkonnasäästlikke põllumajandustootmise süsteeme peetakse üldiselt AM seentele soodsamaks kui intensiivseid tootmisviise. Saadav kasu on suurim, kui põllumajandustootmises oleks maaharimise intensiivsus madalam ning kasutava väetise ja pestitsiidide hulk väiksem. Nii saab maksimaalselt ära kasutada looduslikult esinevate AM-seente bioloogilisi omadusi saagikust oluliselt vähendamata ning samal ajal muuta põllumajandus keskkonnasõbralikumaks.

Tänuavaldused. Uuringut on toetanud Eesti Haridus- ja Teadusministeerium (institutsionaalne uurimistoetus IUT36-2) ja see on seotud projektidega P170060-PKML ja 8P160194PKML.

Kirjandus

- Bender, S.F., Wagg, C., van der Heijden, M.G.A. 2016. An underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends in Ecology and Evolution*, 31 (6), 440–452.
- Beneduzi, A., Ambrosini, A., Passaglia, L.M. P. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*, 3 (4 suppl), 1044–1051.
- Campos-Soriano, L., Garcia-Martinez, J., San Segundo, B. 2012. The arbuscular mycorrhizal symbiosis promotes the systemic induction of regulatory defence-related genes in rice leaves and confers resistance to pathogen infection. *Molecular Plant Pathology*, 13, 579–592.
- De la Noval, B., Pérez, E., Martínez, B., León, O., Martínez-Gallardo, N., Délano-Frier, J. 2007. Exogenous systemin has a contrasting effect on disease resistance in mycorrhizal tomato (*Solanum lycopersicum*) plants infected with necrotrophic or hemibiotrophic pathogens. *Mycorrhiza*, 17, 449–460.
- Fernández, I., Merlos, M., López-Ráez, J.A., Martínez-Medina, A., Ferrol, N., Azcón, C., Bonfante, P., Flors, V., Pozo, M.J. 2014. Defense related phytohormones regulation in arbuscular mycorrhizal symbioses depends on the partner genotypes. *Journal of Chemical Ecology*, 40 (7), 791–803.
- Fritz, M., Jakobsen, I., Lyngkjær, M.F., Thordal-Christensen, H., Pons-Kühnemann, J. 2006. Arbuscular mycorrhiza reduces susceptibility of tomato to *Alternaria solani*. *Mycorrhiza*, 16 (6), 413–419.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A.,

- Kucharik, K.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. 2005. Global consequences of land use. *Science*, 309, 570–574.
- Gallou, A., Mosquera, H.P.L., Cranenbrouck, S., Suárez, J.P., Declerck, S. 2011. Mycorrhiza induced resistance in potato plantlets challenged by *Phytophthora infestans*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 76, 20–26.
- Hengsdijk, H., van Ittersum, M.K. 2002. A goal-oriented approach to identify and engineer land use systems. *Agricultural Systems*, 71 (3), 231–247.
- Jung, S.C., Martinez-Medina, A., Lopez-Raez, J.A., Pozo, M.J. 2012. Mycorrhiza-induced resistance and priming of plant defenses. *Journal of Chemical Ecology*, 38 (6), 651–664.
- Köhl, L., Lukasiewicz, C.E., van der Heijden, M.G. 2016. Establishment and effectiveness of inoculated arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural soils. *Plant, Cell & Environment*, 39, 136–46.
- Lewandowski, T.J., Dunfield, K.E., Antunes, P.M. 2013. Isolate Identity Determines Plant Tolerance to Pathogen Attack in Assembled Mycorrhizal Communities. *PLOS ONE*, 8 (4), e61329. doi:10.1371/journal.pone.0061329.
- Liang, W. 1998. Farming systems as an approach to agro-ecological engineering. *Ecological Engineering*, 11, 27–35.
- Pal, S., Singh, H.B., Farooqui, A., Rakshit, A. 2016. Commercialization of Arbuscular Mycorrhizal Technology in Agriculture and Forestry, pp 97–105. In: *Agriculturally Important Microorganisms* (Singh, H., B., Sarma B. K., Keswani, C., eds), Springer, Singapore.
- Pozo M.J., Azcón-Aguilar C. 2007. Unraveling mycorrhiza-induced resistance. *Current Opinion in Plant Biology*, 10, 393–398.
- Querejeta, J.I., Allen, M.F., Caravaca, F., Roldán, A. 2006. Differential modulation of host plant $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ by native and nonnative arbuscular mycorrhizal fungi in a semiarid environment. *New Phytologist*, 169, 379–387.
- Rodriguez, A., Sanders, I.R. 2015. The role of community and population ecology in applying mycorrhizal fungi for improved food security. *ISME Journal*, 9 (5), 1053–1061.
- Rúa, M.A., Antoninka, A., Antunes, P-M., Chaudhary, B.V., Gehring, C., Lamit, L.J., Piculell, B.J., Bever, J.D., Zabinski, C., Meadow, J.M., Lajeunesse, M.J., Milligan, B.G., Karst, J., Hoeksema, J.D. 2016. Home-field advantage? Evidence of local adaptation among plants, soil, and arbuscular mycorrhizal fungi through meta-analysis. *BMC Evolutionary Biology*, 16, 122, doi: 10.1186/s12862-016-0698-9.
- Séry, D.J.M., Kouadjo, C.Z.G., Voko, R.B.R., Zézé, A. 2016. Selecting Native Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Promote Cassava Growth and Increase Yield under Field Conditions. *Frontiers in Microbiology*, 7, 2063, doi: 10.3389/fmicb.2016.02063.
- Sikes, B.A., Cottenie, K., Klironomos, J.N. 2009. Plant and fungal identity determines pathogen protection of plant roots by arbuscular mycorrhizas. *Journal of Ecology*, 97, 1274–1280.

- Smith, S.E., Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Third ed. Academic Press, Amsterdam, Netherlands, 787 pp.
- Song, Y., Chen, D., Lu, K., Sun, Z., Zeng, R. 2015. Enhanced tomato disease resistance primed by arbuscular mycorrhizal fungus. *Frontiers in Plant Science*, 6, 786–786 <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00786>.
- Steinkellner, S., Hage-Ahmed, K., García-Garrido, J.M., Illana, A., Ocampo, J.A., Vierheilig, H. 2012. A comparison of wild-type, old and modern tomato cultivars in the interaction with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and the tomato pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. *Mycorrhiza*, 22, 189–194.
- Stoate, C., Boatman, N.D., Borralho, R.J., Carvalho, C.R., de Snoo, G.R., Eden, P. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*, 63 (4), 337–365.
- United Nations. https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf (8.12.2016)
- Velivelli, S.L., Lojan, P., Cranenbrouck, S., Dupré de Boulois, H., Suarez, J.P., Declerck, S., Franco, J., Prestwich, B.D. 2015. The induction of Ethylene response factor 3 (ERF3) in potato as a result of co-inoculation with *Pseudomonas* sp. R41805 and *Rhizophagus irregularis* MUCL 41833 – a possible role in plant defense. *Plant Signaling & Behaviour*, 10 (2), e988076, doi: 10.4161/15592324.2014.988076.
- Verbruggen, E., van der Heijden, M.G.A., Rilling, M., Kiers, E.T. 2013. Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soil: factor determining inoculation success. *New Phytologist*, 197 (4), 1104–1109.
- Whipps, J.M. 2004. Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of root pathogens. *Canadian Journal of Botany*, 82 (8), 1198–1227.

Uute vahekultuuride liikide sobivus Eesti oludesse

Merili Toom¹, Enn Lauringson², Liina Talgre², Sirje Tamm², Lea Narits²

¹ Eesti Taimekasvatuse Instituut, ² Eesti Maaülikool

► merili.toom@etki.ee

Sissejuhatus

Vahekultuuride kasutamine külvikordades on muutunud järjest populaarsemaks võimaluseks tõsta mullaviljakust ilma sünteetiliste väetisteta ning vähendada keemilisi taimekaitsevahendeid kasutamata haigustekitajate ja umbrohtude levikut.

Vahekultuure kasvatatakse külvikorras põhikultuuride vahelisel perioodil. See tagab pinnakaetuse ja toitainete sidumise ning seeläbi ka kaitse leostumise ja erosiooni eest (Dabney jt., 2001). Vahekultuuride valik sõltub eelkõige sobivusest kohalikesse ilmastikutingimustesse. Eesti oludes jääb sügisene kasvuperiood sageli lühikeseks ja seetõttu on vahekultuuride liigiline valik piiratud. Seepärast on oluline leida liigid, mis oleksid talvel vastupidavad külmale ja tagaksid pinnakaetuse.

Käesoleva uurimistöö käigus hinnati Eestis uute potentsiaalsete vahekultuuride biomassi moodustumise ja lämmastiku sidumise võimet ning talvekindlust. Valitud liigid olid ristõieline kesaredis (*Raphanus sativus* L.) ja liblikõielised aлександрия ristik (*Trifolium alexandrinum* L.) ning talivikk (*Vicia villosa* Roth).

Materjal ja meetoodika

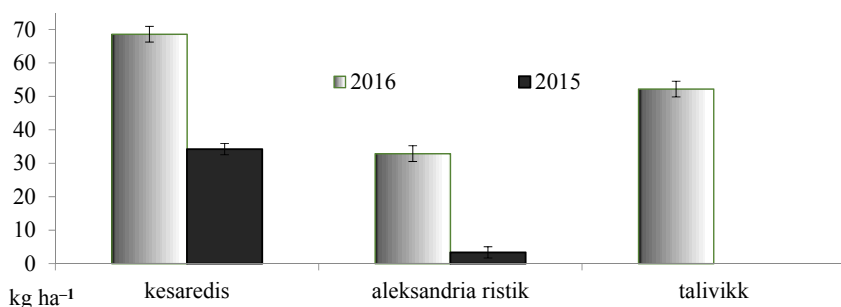
Põldkatsed viidi läbi katseaastatel 2015/2016 ja 2016/2017 Jõgeval, Eesti Taimekasvatuse Instituudis (ETKI). Katse paiknes leostunud kamar-karbonaat liivsavimullal (IUSS, 2015), 6 × 4 m suuruste randomiseeritud katselappidena, neljas korduses. Vahekultuuridena kasvatati esimesel aastal kesaredist ja aлександрия ristikut, teisel aastal lisandus katsesse talivikk. Katsetes oli mõlemal aastal eelviljaks talinisu, mille koristamise järgselt põld kooriti ketaskooreliga, sellele järgnes 2015. aastal 25. augustil ja 2016. aastal 3. augustil vahekultuuride külv.

Oktoobri lõpus määrati taimede maapealne ja -alune biomass kuivaines ning Eesti Maaülikooli mullateaduse ja agrokeemia osakonna laboris lämmastiku sisaldus.

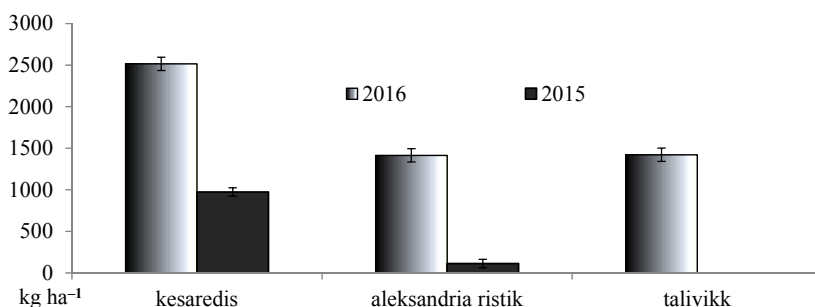
Uuritud näitajate vahelist erinevust ($p < 0,05$) analüüsiti statistikatarkvara Agrobase dispersioonanalüüsi abil (Agrobase, 2004).

Tulemused ja arutelu

Ilmastikutingimused 2015. aastal põhjustasid hilise talinisu koristuse ja seetõttu külvati vahekultuurid alles 25. augustil. Nende kasvuperiood jäi lühikeseks – vaid 42 päeva, efektiivsete temperatuuride summaga 323 °C. Esimene öökülm oli Jõgeval 30. septembril, väga tugevad öökülmad (õhus < −4 °C) algasid 7. oktoobril, keskmisest 18 päeva varem (Keppart, 2017). Sellest tingituna jäi väikeseks ka vahekultuuride poolt moodustunud biomass ja nende poolt seotud lämmastiku kogus. Vahekultuuride normaalseks arenguks peaks kasvuperioodi pikkus olema vähemalt 50 päeva ja päevane õhutemperatuur 9 °C (Talgre jt., 2011). Kõige suurema biomassi moodustas kesaredis – 950 kg ha⁻¹ kuivaines (joonis 1), mis sidus lämmastikku (N) 25 kg ha⁻¹ (joonis 2). Aleksandria ristiku biomassi saak kuivaines oli kõigest 100 kg ha⁻¹. Katseaastatel aleksandria ristik ei talvitunud. ETKI vahekultuuride külviaja katses langes hilisema külvi korral (12. august) ristiku biomassi saak oluliselt suuremal määral kui vikil. Seega oleks talvivikk eelistatum hilisemates külvides (Toom jt., 2017).



Joonis 1. Vahekultuuride poolt seotud N kogus (kuivainet kg ha⁻¹). 2015. aastal talvivikki katses ei olnud. I – PD95%.



Joonis 2. Vahekultuuride biomass (kuivainet kg ha⁻¹). 2015. aastal talvivikki katses ei olnud I – PD95%.

Kasvuperioodi pikkus 2016. aastal oli 68 päeva ja efektiivsete temperatuuride summa 534 °C. Varajasem külviaeg ja soodsamad kasvutingimised tagasid 2015. aastaga võrreldes tunduvalt suurema vahekultuuride biomassi. Biomassi saak oli suurim kesaredisel – 2500 kg ha⁻¹, millest 56% moodustasid juured. Kesaredis moodustab varajase (augusti algul) külvamise korral massiivse ja sügavale tungiva peajuure ja seetõttu on võimeline siduma toitaineid ka mulla alumistest kihtidest. Katsetes kesaredis ei talvitunud, kuid juurte lagunemine jättis mulla kobedaks ja seetõttu sobiks liik hästi otsekülvi tingimustesse. Uurimustes on leitud, et rist-õielised kultuurid on sügis-talvisel perioodil väga efektiivsed lämmastiku sidujad (Kramberger jt., 2009). Kesaredis sidus mullast 70 kg N ha⁻¹. Aleksandria ristik ja talivikk moodustasid võrdse biomassi – 1400 kg ha⁻¹, (juurte osakaal vastavalt 13% ja 22%), talivikk sidus lämmastikku 50 kg ha⁻¹ ning aleksandria ristik 30 kg ha⁻¹. Talivikk vahekultuurina on maailmas pälvinud talvekindluse ja suure N sidumise võime poolest suurt tähelepanu (Brainard jt., 2012). Eesti tingimustes kasvatamiseks on tähtis valida sort, mis on mõeldud külma talvega kliimavööndisse. 2016/2017. a talve kõige tugevamad külmad Jõgeval olid 7. jaanuaril, kui minimaalne õhutemperatuur langes –21,8 °C, püsivat lumikatet talve jooksul ei tekkinud (Keppart, 2017). Katses kasutatud sort 'Villana' talvitus edukalt. Kevadel, enne mulda kündmist (3. mail) oli taliviki biomass 1700 kg ha⁻¹ (25% moodustasid juured), mis oli sügiseselega võrreldes 300 kg ha⁻¹ suurem.

Järeldused

Väga oluline on varajane vahekultuuride külviaeg, kuid ilmastikutingimustest sõltuvalt jääb mõnel aastal teravilja koristus hiliseks, mis tingib ka vahekultuuride külvi hilinemise. Kahel katseaastal oligi kasvuperioodi pikkusest sõltuvalt vahekultuuride biomass ja N sidumine erinev.

Talivikk pidas vastu külmaperioodile ja seetõttu sobib Eestis talviseks vahekultuuriks, tagades pinnakaetuse ning lämmastiku järgnevale kultuurile. Kevadise suure biomassi tõttu vajaks uurimist taliviki kasutamine otsekülvi tingimustes.

Kesaredisel moodustus augusti algul külvates suur peajuur, mis talve jooksul lagunes ja jättis kevadeks maapinna kobedaks. Aleksandria ristik moodustas augusti algul külvatuna arvestatava biomassi, hilisema külvi korral jäi biomass aga väikeseks. Katsetes aleksandria ristik ei talvitunud, mistõttu võiks ta segus teiste liikidega sobida enam suviseks, talivilja eelseks, vahekultuuriks.

Tänuavaldused. Uurimustööd toetas Maaeluministeeriumi rakendusüuring PA1-RUP-026 „Mahepõllumajanduses Eestis kasutamiseks sobivad sordid“ (1.03.2016 – 30.11.2020). Täname Ott Läänemetsa (OÜ Avispeamees) ja Margus Essi vahekuultuuride seemnetega varustamise eest.

Kirjandus

- Agrobase^{generation II}TM. 2004. Agrobase generation II user's manual. Agronomix software. Winnipeg, Manitoba, 250 p..
- Brainard, D., Henshaw, B., Snapp, S. 2012. Hairy vetch varieties and bicultures influence cover crop services in strip-tilled sweet corn. *Agronomy Journal*, 104(3), 629–638.
- Dabney, S.M., Delgado J.A., Reeves, D.W. 2001. Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32 (7–8), 1221–1250.
- IUSS Working Group WRB. 2015. World reference base for soil resources 2014, update 2015 international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*. FAO, Rome.
- Keppart, L. 2017. <http://www.etki.ee/taim/public/pdf/Trukised/taimekasvatuse-uuringud-trkis.pdf> (12.09.2017)
- Kramberger, B., Gselmana, A., Janzekovic, M., Kaligarić, M., Brackoa, B. 2009. Effects of cover crops on soil mineral nitrogen and on the yield and nitrogen content of maize. *European Journal of Agronomy*, 31(2), 103–109.
- Talgre, L., Lauringson, E., Makke, A., Lükko, M., Nurm, L. 2011. Vahekuultuuride biomassi moodustumise ja toitainete sidumise võime, *Agronomia* 2010/2011, 53–58.
- Toom, M., Lauringson, E., Talgre, L., Tamm, S., Narits, L. 2017. Sügiseste ja talviste vahekuultuuride biomassi moodustumine ja toitainete sidumine. *Taimekasvatuse alased uuringud Eestis* 2017, 26–32.

Õunasortide vastupidavus kärntõvele ja sordi valik maheaias

Toivo Univer, Neeme Univer, Krista Tiirmaa

Eesti Maaülikool, PKI Polli Aiandusuuringute Keskus

► toivo.univer@emu.ee

Sissejuhatus

Eesti Konjunkturiinstituudi 2016. a tarbijauuringu andmetel ostis 65% Eesti elanikest viimase aasta jooksul mahetoitu. Seega on tarbijad huvitatud ka mahepuuviljade ostmisest. Kahjuks võib õunapuu kärntõbi (*Venturia inaequalis*, Cooke (Wint)), mis on enamlevinud õunapuude seenhaigus, tekitada õunakasvatajatele tõsist majanduslikku kahju. Haigusega võitlemiseks on hädatarvilik tunda haigus-tekitaja elukäiku, tema levikut soodustavaid või pärssivaid tegureid. Käesoleva ülevaateartikli eesmärgiks on tutvustada Eesti Maaülikooli Polli Aiandusuuringute Keskuse varasemaid õunapuu kärntõvega seotud uurimistööde tulemusi, mis võiksid olla õunakasvatajale abiks sortide valikul ja istanduse hooldamisel.

Õunapuu kärntõve elutsükkel

Õunapuu kärntõbi kahjustab õunapuude lehti, vilju ja võrseid. Kärntõve arengutsükkel on kaks arengujärku: kotteoste ja lülieoste järk. Haigustekitaja talvitub varisenud lehtedel peiteoslatena. Varakevadel areneb seene kotteosjärk. Viljakehades tekib hulgaliselt piklikke, läbipaistvaid eoskotte, mille abil toimub kevadel esmane nakkus. Kotteoste levik algab juba mai esimesel dekaadil ja saavutab maksimumi õunapuude õitsemise ajal (Juurikas, 1964). Kevadise nakkuse korral tekivad õunapuude lehtede pealmisele küljele ümmargused, oliivrohelist laigud, mis kattuvad õrna, tumedama sametja kirmega. Juba 5–6 päeva pärast laikude moodustumist lehtedel, eraldub neilt nakkusvõimelisi lülieoseid, mis on oliivrohelist üherakulised moodustised. Lülieosed levivad vihmapiiskade abil. Kuiva ilmaga lülieoste levikut ei toimu. Lülieoste levimise haripunkt on juulikuu teisel poolel, mil nakatuvad uued lehed ja viljad. Viljadele tekivad tumedamad mustjad laigud. Laikude all viljakest korgistub – see on taime kaitsereaktsioon seeneniitide vilja tungimise takistamiseks. Vilja kasvades korgistunud viljakest lõheneb. Sellised viljad muutuvad puuviljamädaniku eostele „toidulauaks“.

Kärntõvest nakatunud õunad kasvavad ebasümmeetrilisteks, sageli ühepoolseteks. Sademeterikkal sügisel areneb viljadel enne koristamist väga väikesed pruunikas-mustad laigukesed nn hiliskärntõbi, mida koristamisel ei märgata. Neist kujunevad õunte säilitamisel väikesed mustad täpid nn laokärn. Laokärn ei levi edasi.

Kärntõve kotteoste areng kevadel algab temperatuuril 2–3 °C, kuid idanemise optimaalne temperatuur on 19–25 °C (Pärtel, 1974). Suur õhuniiskuse tase ja tilkvee olemasolu soodustavad haiguseoste levikut. Kevadsuvel arenenud lülieosed on arenemisvõimelised 90 päeva. Nende arenemiseks piisab, kui lehed on 6 tundi niisked. Kui temperatuuril 17–23 °C on lehed niisked 9 tundi, siis on oodata kärntõve nõrka nakatumist; kui 12 tundi, siis keskmist ja 18 tundi, siis tugevat nakatumist (Lõiveke ja Tammaru, 1995). Viljadel areneb haigus massilisena, kui suve teine pool on sademeterikas. Lehtede kahjustus on suurem aastatel, mil kevade lõpp ja suve algus on sademeterikkad.

Internetipõhine tõrjeprogramm iMETOS

Aastatel 2010–2012 uuriti internetipõhise kärntõvetõrje programmi iMETOS kasutamise võimalusi kärntõve tõrjel. Internetipõhise tõrjeprogrammi iMETOS abil on võimalik ajastada taimekaitsepritsimisi. Katsesordid olid 'Lobo', 'Cortland' ja 'Antei'. Katseaastate (2010–2012) ilmastik oli haiguste levikuks soodne, seetõttu suurenes taimekaitsetööde vajadus tavalise kahe-kolme pritsimiskorra asemel viie kuni kuue korrani. Kui pritsimata variandis oli kärntõvest nakatunud viljade arv keskmisena 74–79%, siis monitooringu seadme abil määratud pritsimise tulemusel oli nakatunud vilju kaalutud keskmisena 6–8,5%. Kuna monitooringuseade võimaldab ajastada täpsemalt esimest ja suve teisel poolel tehtavaid kärntõvevastaseid pritsimisi, siis on äriaedades otstarbekas kärntõvevastast pritsimist teha tõrjeprogrammi andmete põhjal. Eriti oluline on esimese pritsimise täpne ajastamine kotteoste paiskumise ajal, sest see võimaldab haigustekitajat oluliselt alla suruda.

Maheistandustes sobib kasutada vasepreparaate ja Neem-Azal/TS preparaati (EÜ määrus 889/2008, lisa 2) kui ka erinevaid taimeleotisi ja tõmmiseid (Luik, 2012).

Õunasortide kärntõve taluvus

Eesti Maaülikooli Polli aiandusuuringute keskuse katseaedadesse on kogutud üle 300 õunapuusordi ja -aretise, sh kärntõveresistentsed. Evald Pärtel uuris aas-

Tabel 1. Õunasortide jagunemine viljade ja lehestiku kärntõve taluvuse põhjal (Pärtel, 1988)

Kärntõppe nakatumine	Õunasortide kärntõve taluvus, %		
	Vastupidavad	Haigust taluvad	Kahjustustundlikud
Viljadel	'Koidu renett' 11,3	'Antonovka' 26,8	'Krügeri tuviõun' 61,7
	'Talvenauding' 15,8	'Lembitu' 28,0	'Melba' 57,3
	'Vahur' 18,1	'Sügisdessertõun' 28,6	'Suislepp' 55,2
	'Liivi kuldrenett' 22,0	'Liivi sibulõun' 28,6	'Cortland' 55,2
	'Tiina' 23,3	'Sügisjoonik' 29,5	'Meelis' 50,5
	'Maimu' 24,0	'Tellissaare' 29,4	'Pärnu tuviõun' 48,9
		'Põltsamaa taliõun' 30,5	'Koit' 46,3
		'Paide taliõun' 31,0	'Aia ilu' 46,0
		'Tallinna pirnõun' 36,3	'Martsipan' 44,5
			'Kaja' 44,4
			'Valge klaarõun' 43,0
			'Tartu roosõun' 41,9
			'Sidrunkollane taliõun' 40,0
Lehtedel	'Talvenauding' 22,0	'Aia ilu' 31,4	'Krügeri tuviõun' 61,8
	'Antonovka' 22,1	'Pärnu tuviõun' 31,6	'Cortland' 52,6
	'Sügisjoonik' 24,8	'Lembitu' 32,0	'Paide taliõun' 41,0
	'Vahur' 26,0	'Meelis' 32,4	
	'Suislepp' 26,7	'Põltsamaa taliõun' 32,4	
	'Tartu roosõun' 26,7	'Valge klaarõun' 33,3	
	'Koidu renett' 27,1	'Sügisdessertõun' 33,3	
	'Tallinna pirnõun' 27,4	'Kaja' 34,3	
	'Tellissaare' 29,0	'Tiina' 35,0	
	'Maimu' 29,0	'Martsipan' 35,0	
		'Melba' 37,3	
		'Sidrunkollane taliõun' 38,0	

tatel 1962–1985 kärntõve levikut 46 õunapuusordi viljadel ja lehtedel. See tähelepanuväärselt pikk, 23 aastat kestnud vaatlusperiood hõlmas kärntõve levikuks nii soodsaid kui ka ebasoodsaid aastaid. Kärntõve nakkus määrati suve teisel poolel ning kahjustuse ulatus hinnati 0–5 palli skaalas viljadel ja lehtedel. Arvutati haigestumise koefitsient, mille puhul arvestati nii haigestunud objektide hulka kui ka kahjustuse määra pallides. Kõige enam kahjustuvad kärntõvest suvisordid, vähem sügis- ja talisordid (tabel 1). K. Kahu ja A. Luige (2016) uurimisandmetel sobivad maheõunaistandusse suvisordid 'Valge klaarõun', 'Kasper', 'Martsipan', sügisordid 'Krista', 'Auksis', 'Liivika' ja 'Tiina' ning talisordid 'Katre', 'Talvenauding' ja 'Alesja'.

Kärntöveresistentsed õunasordid

Õunapuu kärntövest hoidumise üheks võimaluseks on haigusele resistentsete õunasortide kasvatamine. Pollis alustati nende sortide uurimist 1994. a. Uurimistulemuste põhjal soovitame maheistanduses kasvatada kärntöveresistentseid õunasorte 'Imrus', 'Pamjat Issajeva' ja 'Dace'. Sordid 'Imrus' ja 'Pamjat Issajeva' on aretatud Venemaal Orjolis. Sordiaretajad on E. Sedov, Ž. Serova, V. Ždanov ja J. Habarov. 'Dace' on aretatud Lätis. Aretajad on R. Dumbravs ja L. Ikase.

'Imrus' on talisort. Puu on tugevakasvuline, talvekindel. Viljad on üle keskmise suurusega (120–130 g), ümarkoonilised, nõrgalt ribilased. Koristusküpsena rohekad, tarbimisküpsetena rohekas-kollased. Nõrga laialivalgunud triibulise punaga. Viljaliha on tihe, kreemjas, magushapu maitsega. Koristusküpsus saabub septembri teisel poolel ja viljad säilivad veebruari lõpuni. Soovitussortimendis 2005. aastast.

'Pamjat Issajeva' on sügissort. Puu on mõõduka kasvuga, talvekindel, varase viljakande algusega. Viljad on keskmise või üle keskmise suurusega (120–150 g), kujult ümarad, rohekaskollased, kaetud katkendliku triibulise punaga. Koristusküpsus saabub septembri esimesel poolel. Viljad säilivad kuni detsembrini.

'Dace' registreeriti sordina 2009. a kui sügistalisort. Puu on rahuldava talvekindlusega. Sordi genoomis on resistentusgeen Vf. Õunad on ümarovaalsed ja suured (2009–2014. a. keskmisena 166 g). Koristusküpsus saabub septembri keskpaiku. Viljad on kollakasrohelised, kaetud laigulise või lausalise punaga. Puud hakkavad kandma noorelt. Polli katseaiast korjati 2-aastastelt puudelt vääristatuna pookealusele B9 juba 1,8 kg õunu ja kuue esimese aasta kogusaak oli 37,2 kg puu kohta.

Järeldused

Õunapuu kärntöve nakkusrisk sõltub õunapuusordi vastuvõtlikkusest haigusele, varisenud lehtedel talvituvate kotteoste hulgast istanduses, kotteoste vabanemisest kevadel ja kasvuaegsetest ilmastikutingimustest.

Valdav osa kasvatatavatest õunpuusortidest nakatub kärntövest, kuid nende hulgas on haigusele suhteliselt vastupidavaid sorte. Kärntöveresistentsed sordid 'Dace', 'Imrus' ja 'Pamjat Issajeva' ei nakatu kärntövesse.

Tänuavaldused. Autorid on tänulikud EAS rakendusürituse projekti EU29768 rahastamise eest. Maaeluministeeriumi rahalisel toel uuritakse ja aretatakse Pollis aiakultuuride uusi sorte, sealhulgas kärntõvekindlaid õunasorte.

Kirjandus

- Juurikas, P. 1964. Õunapuu kärntõve (*Venturia inaequalis* /Cooke/Aderh.) areng ja tõrjevõtted Eesti NSV-s. Autoreferaat kand. dissert., Tartu, 28 lk. (vene k.)
- Kahu, K., Luik, A. 2016. *Mahepõllumajanduslik puuviljakasvatuse*. Eesti Mahepõllumajanduslik Sihtasutus, 26 lk.
- Pärtel, E. 1974. *Viljapuude ja marjakultuuride kahjustajad*. Valgus, Tallinn, 328 lk.
- Pärtel, E. 1988. Õunapuusortide kärntõvekindlus Eesti NSV-s. Puuvilja ja marjakultuuride sordid Eestis. *Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku uurimise Instituudi teadustööde kogumik*, LXI, 64–75.
- Luik, A. 2012. *Looduslikud vahendid mahepõllumajanduslikus taimekaitses*. Eesti Mahepõllumajanduslik Sihtasutus, 32 lk.
- Lõiveke, H., Tammaru, I. 1995. Põllumajanduskultuuride haigused ja kahjurid ning nende tõrje, lk. 82–279. *Taimekaitse käsiraamat*, Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium, Tallinn.

Põllumajandusmaastiku elementide tähtsus parasitoidide talvituspaikadena

Eve Veromann, Kairi Sosare, Gabriella Kovács, Riina Kaasik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► eve.veromann@emu.ee

Sissejuhatus

Mitteharitavate maade osatähtsus põllumajandusmaastikus ja viimase heterogeensus on kriitilise tähtsusega paljude ökosüsteemi teenuste (looduse hüvede) tagamisel (Kruess ja Tscharncke, 1994; Bianchi jt., 2006). Paraku on põllumajanduse intensiivistumine toonud kaasa kultuurpõldude pindalade suurenemise ja nendega piirnevate pool-looduslike alade drastilise vähenemise, mistõttu on bioloogiline mitmekesisus agro-ökosüsteemides oluliselt vähenenud (Matson jt., 1997; Tscharncke jt., 2005; Bianchi jt., 2006; Rösch jt., 2015). Bioloogilise mitmekesisuse vähenemine aga mõjutab paljude looduse hüvede kättesaadavust, sealhulgas ka kahjurite looduslikku tõrjet (Benton jt., 2003; Gurr jt., 2003; Swift jt., 2004; Bianchi jt., 2006; Holland jt., 2017). Looduslik kahjuritõrje on hüve, mida pakuvad röövtoidulised lüljalgsed, parasitoidid, patogeensed mikroorganismid jne, kes reguleerivad ja/või pidurdavad kultuurtaimede kahjurite ja haigustekitajate arvukust. Looduslikust kahjuritõrjest võidavad nii tootjad, tarbijad kui ka keskkond, sest kahjurite allasurumine looduslike vaenlaste abil vähendab saagikadu ilma suurte majanduslike kulude ja kahjuliku mõjuta keskkonnale, mis tuleb sünteetiliste pestitsiidide kasutamisest. Lisaks sellele oleks ka taimekaitsevahendite jäägid lõpp-produktides väiksemad ja toit seega puhtam.

Pool-looduslike alade rolli põllumajandusmaastikus on raske ülehinnata, sest nad on asendamatud puhver-, elu-, varje-, pesitsus-, toitumis- ja talvitumisaigad ja pakuvad toitu nii herbi-, karni- kui ka omnivoorsetele organismidele. Antud töö eesmärk oligi välja selgitada, kas ja millised meie põllumajandusmaastikul kõige tavalisemad elemendid pakuvad talvitumisaiku kiletiivalistele parasitoididele.

Materjal ja metoodika

Katse viidi läbi Tartumaal ajavahemikul 08.04 – 01.07.2014. aastal. Katsealadeks valiti viis erinevat maastikuringi, mille raadius oli 1 km ja mis paiknesid üksteisest vähemalt 200 m kaugusel. Igas vaatlusringis oli esindatud viis erinevat tüüpi tootmispõlluga piirnevat maastikuelementi:

1. (Pool-looduslik) rohumaa serv – heinamaa, tootmisest väljas olev põld, kus võrakatvus on $< 30\%$.
2. Metsaserv – looduslik või pool-looduslik puudega ala, kus võrakatvus on $> 30\%$.
3. Haljaskesa serv – kattekultuuri või vahekultuuriga põld, enamasti liblikõielisi kultuure sisaldav.
4. Rohtne põlluserv – lineaarne rohtse taimestikuga põlluserv, kus võib esineda kraave, võrakatvus on $< 30\%$.
5. Puiskoridor – lineaarne puudega põlluserv, võrakatvus on $> 30\%$.

Entomoloogilise materjali kogumiseks kasutati $0,25 \text{ m}^2$ suuruseid nelinurksel alusel väljakasvatuspüüniseid, mis isoleerisid katseala, takistades teiste maastikuelemendil liikuvate lüljalgsete püünisesse sisse või välja liikumist (Thorbeck ja Bilde, 2004). Kaetud olid püünised musta tiheda tekstiiliga, tipus asetses 70% etanooli vesilahusega püümis, mis püüdis positiivse fototaksisega lüljalgseid. Igal maastikuelemendil paiknesid väljakasvatuspüünised neljas korduses, kokku oli katses 100 väljakasvatuspüünist (igas maastikuringis 20 väljakasvatuspüünist). Püünised paigaldati 8.04.2014. aastal maastikuelementidele niipea, kui muld oli kuni 5 cm sügavuselt sulanud ja tühjendati kokku kuus korda, iga kahe nädala järel: 22.04, 06.05, 20.05, 03.06, 17.06 ja 01.07. Proovid sorteeriti laboris ja parasitoidsed kiletiivalised määrati sugukondadeni (välja arvatud Cynipoidea) kasutades mikroskoopi Olympus SZX-XB9 ja Goulet jt. (1993) määrajat.

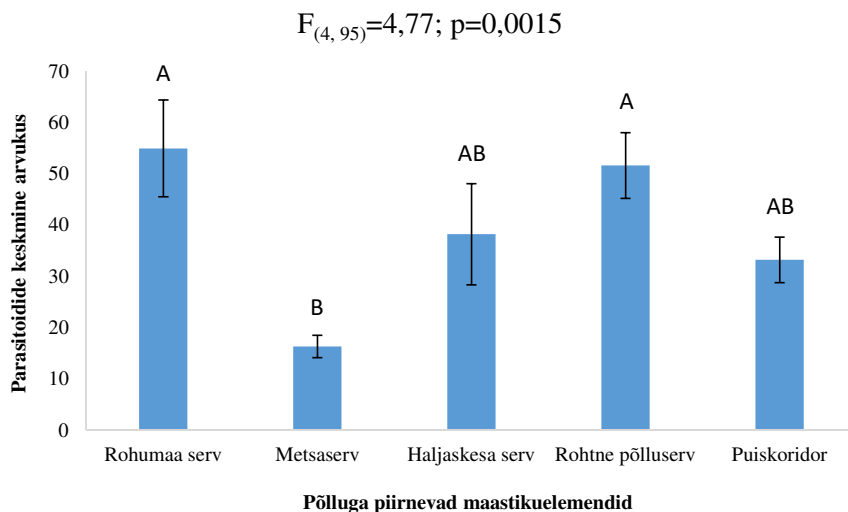
Maastikuelementide mõju parasitoidide arvukusele analüüsiti kasutades ANOVAt (andmete jääkide jaotumine vastas normaaljaotusele), üldistatud lineaarse mudeli statistikut Wald III ja Poissoni jaotust ning log-link funktsiooni, sest andmete jaotus ei vastanud normaaljaotusele. Erinevate gruppide omavahelist statistilist olulisust hinnati kasutades post-hoc Tukey testi. Parasitoidide mitmekesisust hinnati Shannon-Wiener'i indeksiga ja selle arvutamisel võeti arvesse liikide üldarv koosluses ja liigi osakaal kõigist liikidest. Andmete statistilisel analüüsil kasutati programme MS Excel 2013 ja Statistica 12 (StatSoft Inc., USA).

Tulemused ja arutelu

Katse käigus leiti kõikidelt maastikuelementidelt kokku kuuest ülemsugukonnast 3885 parasitoidset kiletiivalist. Kõige rohkem leiti Chalcidoidea ülemsugukonda kuuluvaid parasitoide (1805 isendit). Suhteliselt sarnasel arvul leiti parasitoide Ichneumonoidea (723 isendit) ja Platygastroidea (745 isendit) ülemsugukonnast. Vähem parasitoide kuulus Ceraphronoidea (353), Proctotrupoidea (147) ja Cynipoidea (112) ülemsugukondadesse.

Maastikuelemendi tüüp mõjutas oluliselt parasitoidide arvukusest ($F_{(4,95)} = 4,77$; $p = 0,0015$; joonis 1). Kõige rohkem parasitoide leiti rohumaal servalt (keskmiselt 55 isendit püünise kohta; kokku keskmiselt 220 isendit/m²) ja rohtselt põlluservalt (51,6 isendit/püünises; 206 isendit/m²), kus oli statistiliselt oluliselt rohkem parasitoide võrreldes metsaservaga (16,3 isendit püünise kohta; 65 isendit/m²; vastavalt: $p = 0,002$ ja $p = 0,006$). Puiskoridorist (133 isendit/m²) ja haljaskesal servalt (153 isendit/m²) kogutud parasitoidide arvukus ei erinenud statistiliselt oluliselt teistest maastikuelementidest ($p > 0,05$). Kokku leiti parasitoidseid kiletiivalisi keskmiselt 155 isendit/m² kohta.

Antud uurimusest selgus, et rohttaimede rikkad elupaigad nagu rohtne põlluserv ja looduslik heinamaa on olulised kasulike parasitoidide talvitumispaidadena.



Joonis 1. Parasitoidide keskmine ($\pm$ SE) arvukus pinnasepüünise kohta erinevatel maastikuelementidel Tartumaal, 2014. a. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust maastikuelementide vahel (Tukey HSD test, $p < 0,05$).

Rohtsetel mitmekesise taimestikuga maastikel on suur potentsiaal pakkuda erinevaid ressursse looduslikele vaenlastele, näiteks erinevaid peremeesorganisme, toitu (nektarit), varjupaiku ja ka talvitumispaidu. Samas, Holland jt. (2016) uurimusest selgus, et nii metsaservadel kui ka puiskoridoridel oli peaaegu sama suur potentsiaal pakkuda looduslikele vaenlastele ressursse kui rohumaa serval ja rohtsel põlluserval. Sellistest tulemuste erinevustest järeldub, et maastikuelementide väärtus kahjuritõrjes on agrotehniliste (väetiste, taimekaitsevahendite kasutamine), botaaniliste, kliimaatiliste ja geograafiliste erinevuste tõttu varieeruv.

Maastikelemendid mõjutasid oluliselt ka erinevate taksonoomiliste rühmade osakaale: Ceraphronoidea ülemsugukonna esindajaid leiti kõige rohkem puiskoridorist, mis erines oluliselt haljaskesast ($p = 0,015$), samas kui Chalcidoidea ja Cynipoidea ülemsugukonda kuuluvaid parasitoide leiti kõige rohkem rohumaa servalt, mis erines oluliselt metsaservast ($p < 0,005$). Seevastu Platygastroidea esindajaid leiti kõige rohkem haljaskesa servalt ja neid oli statistiliselt oluliselt rohkem kui metsaservas ($p < 0,01$). Rohtsel põlluservalt leiti kõige rohkem parasitoide Ichneumonoidea ja Proctotrupoidea ülemsugukonnast ning nende arvukus erines oluliselt metsaservast ($p < 0,01$).

Parasitoidsete kiletiivaliste kuuest ülemsugukonnast leiti kokku 16 erineva sugukonna esindajaid. Arvukaimad olid Chalcidoidea ülemsugukonda kuuluvad Mymaridae ja Eulophidae sugukonnad, keda leiti kõige rohkem rohumaa servalt ja rohtsel põlluservalt. Ka teised Chalcidoidea ülemsugukonna esindajad eelistasid talvitumispaidadena rohumaa servasid ja rohtseid põlluservi. Arvatavasti oli Chalcidoidea ülemsugukond kõige arvukam seetõttu, et see taksonoomiline üksus ongi väga liigirikas ja neil on väga lai leviku areaal. Nende väärtust põllumeestele tõstab kindlasti see, et siia kuulub palju tuntud kahjurite parasitoide ja nad on ka kõige enam kasutatav parasitoidide rühm biotõrjes nii katmikaladel kui ka aiandites ja avamaastikul (Goulet ja Huber, 1993; Noyes, 2003). Sarnaselt Chalcidoidea ülemsugukonnale eelistasid rohumaa ja rohtsel põlluservadel talvituda veel Cynipoidea, Proctotrupoidea ja Ichneumonoidea ülemsugukonna esindajad. Samuti selgus Treieri jt. (2017) tööst, et ka röövtoidulised lüliljalgsed talvitusid kõige arvukumalt rohtsel põlluservadel. Seega võime järeldada, et paari kolme meetri ohverdamine põllumaast rohtse põlluserva rajamiseks võib osutuda oluliseks investeeringuks looduslikku kahjutõrjesse.

Kõige mitmekesisema parasitoidide kooslusega oli puiskoridor, kus Shannoni indeks oli kõige kõrgem (2,24), millele järgnes rohtne põlluserv (2,20), kõige madalam oli mitmekesisus metsaserva elemendil (1,95). Kuigi Shannoni indeks näitas kõige väiksemat bioloogilist mitmekesisust metsaservades ja tõenäoliselt pakkus antud maastikuelement neile vähem sobivaid talvitumispaidu, ei saa antud tulemust laiendada kogu metsabiotoobile ja väita, et metsas on talvitunud parasitoidide arvukus ja mitmekesisus kõige madalam. Antud vaatlusi tehti siiski ainult metsaservas. Lisaks sellele tuleb arvestada ka seda, et antud katsetoodi- kaga saab koguda andmeid ainult nende parasitoidide kohta, kes talvituvad nii val- mikute kui ka vastsete/nukuna kõdukihis ja mulla pindmises kihis. Parasitoidid võivad talvituda aga ka teistes varjulistes paikades nagu taimede vartes, õisikutes ja viljades jne. (Godfray, 1994).

Kokkuvõtteks mängivad parasitoidid kahjurite looduslikus tõrjes olulist osa. Käesolevas katses kasvas keskmiselt maastikuelemendi ühelt m² välja 155 parasi- toidset kiletiivalist, kes potentsiaalselt oleks läinud põllumajandusmaastikule pere- meesorganisme otsima ja seega pakkunud kultuurpõldudel looduslikku kahjuri- tõrje teenust.

Järeldused

Arvestades parasitoidide kasulikku rolli põllumajanduskahjurite hävitajatena võib järeldada, et soodustades ja säilitades parasitoididele olulisi talvitumispaidu põllumajandusmaastikul, saame me suurendada kahjuritõrje looduslikku potent- siaali kultuurpõldudel. Parasitoidide arvukuse tõus vähendaks insektitsiidide kasutamise vajadust kultuurpõldudel ja aitaks seega säästa keskkonda ja oleks majanduslikult otstarbekas. Vähendatud insektitsiidide kasutamine soodustab bioloogilise mitmekesisuse säilimise. See omakorda tooks kaasa kahjurite loo- duslike vaenlaste arvukuse tõusu agroökosüsteemides. Seega nii majanduslikult, keskkonnakaitseliselt kui ka esteetiliselt on erinevate maastikuelementide säilita- mine põllumajandusmaastikes kasulik.

Tänuavaldused. Uurimus valmis tänu EL 7. raamprogrammi grant nr. 311879 QuESSA ja Eesti Teadusagentuuri institutsionaalse projekti nr. IUT36-2 toetusele.

Kirjandus

- Benton, T.G., Vickery, J.A., Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 182–188.
- Bianchi, F.J.J.A., Booij, C.J.H., Tscharntke, T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceeding of the Royal Society of London B: Biological Science*, 273, 1715–1727.
- Godfray, H.C.J. 1994. *Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ. [on-line] google books (22.09.2017)
- Goulet, H., Huber, J.T. 1993. *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. Publication Centre for Land and Biological Resources Research, Ottawa, Ontario.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4, 107–116.
- Holland, J.M., Douma, J.C., Crowley, L., James, L., Kor, L., Stevenson, D.R.W., Smith, B.M. 2017. Semi-natural habitats support biological control, pollination and soil conservation in Europe. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 1–31.
- Kruess, A., Tscharntke, T. 1994. Habitat Fragmentation, Species Loss, and Biological Control. *Science*, 264, 1581–1584.
- Matson, P.A., Parton, W.J., Power, A.G., Swift, M.J. 1997. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science*, 277, 504–509.
- Rösch, V., Tscharntke, T., Scherber, C., Batáry, P. 2015. Biodiversity conservation across taxa and landscapes requires many small as well as single large habitat fragments. *Oecologia*, 1–14.
- Swift, M.J., Izac, A.-M.N., van Noordwijk, M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes – are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 104, 113–134.
- Thorbek, P., Bilde, T. 2004. Reduced numbers of generalist arthropod predators after crop management. *Journal of Applied Ecology*, 41, 526–538.
- Treier, K., Kovács, G., Kaasik, R., Männiste, M., Veromann, E. 2017. The abundance of overwintered predatory arthropods in agricultural landscape elements. *IOBC-WPRS Bulletin*, 122, 68–73.
- Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8, 857–874.

**Käesolev kogumik ilmub teaduskonverentsi
"Mahepõllumajandus ja keskkond" raames
ning on suunatud mahetootjatele jt huvilistele.
Siin tutvustatakse aastatel 2014–2017 läbi
viidud uuringute tulemusi.**

