

TEADUSELT mahepõllumajandusele

Toimetised 2022

Teaduselt

mahepõllumajandusele

Toimetised 2022

Tartu 2022

Hea, kvaliteetne ja tervist toetav toit on üks meie olulisemaid põhivajadusi. Selleks vajame aga üha rohkem teavet, kuidas toitu võimalikult loodushoidlikult toota, hoides nii mulda, vett kui kõike elavat. Selles, juba viiendas, mahetootjatele suunatud eelretsenseeritud artiklite kogumikus tutvustatakse aastatel 2019–2022 läbi viidud mahepõllumajanduse alaste uuringute tulemusi.

Toimetused: *Luule Metspalu, Anne Luik, Liina Talgre, Elen Peetsmann*

Kujundus: *Eesti Loodusfoto*

Kaanefoto: *Elen Peetsmann*

Väljaandja: *SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, 2022*

Autoriõigused: *SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus. Kõik autoriõigused on kaitstud.*

ISSN 2585-5662

ISSN 2806-187X (võrguväljaanne)

Kogumik ilmub Eesti maaelu arengukava (MAK) 2014–2020 meede 1 “Teadmusiire ja teavitus” toetuse raames, toetab Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond.



Sisukord

6 Sissejuhatus

8 Tava- ja maheviljeluse mõju porgandi saagile ja kvaliteedile

Influence of conventional and organic production on carrot yield and quality

Ingrid Bender, Anne Ingver, Ilmar Tamm

13 Põllumeeste otsused kujundavad põllumajandusmaa elurikkuse

Farmers decisions shape agricultural biodiversity

Riina Kaasik, Silva Sulg, Triin Kallavus, Eve Veromann

26 Taimsete eeterlike õlide kasutamine kahjurite tõrjel

The use of plant essential oils on pest management

Riina Kaasik, Silva Sulg, Triin Kallavus, Eve Veromann

34 Maakirbu *Phyllotreta cruciferae* esmasleiud EMÜ Eerika katsepõllul Tartus

First findings of *Phyllotreta cruciferae* in Eerika experimental field, in Tartu, Estonia

Eha Kruus, Angela Ploomi, Marju Varblane, Luule Metspalu

40 Muutused ÜPT, KSM ja MAHE toetuse taotlejate keskkonnateadlikkuses 2017. ja 2021. aasta e-küsitluse andmetel

Changes in environmental awareness of applicants for Single Area Payment Scheme (SAPS), Environmental Friendly Management (EFM) and Organic Farming (OF) support based on e-surveys in 2017 and 2021

Maris Kruuse, Piia-Liisa Koll, Ere Ploomipuu, Karli Sepp

46 Mulla orgaanilise süsiniku sisalduse muutustest mitmesuguste viljelusviisidega külvikorras

Changes in soil organic carbon content in crop rotations with different cultivation methods

Jaan Kuht, Viacheslav Eremeev, Liina Talgre, Eve Runno-Paurson, Evelin Loit, Anne Luik

- 53 Mulla üldlämmastiku sisalduse muutustest mahe- ja tavaviljelusviiside võrdluses**
Changes in total soil nitrogen in the comparison of organic and conventional cultivation practices
Jaan Kuht, Viacheslav Eremeev, Evelin Loit, Eve Runno-Paurson, Liina Talgre, Anne Luik
- 60 Hooghännaliste esinemine mullas sõltuvalt viljelusviisist ning kultuurist**
The abundance of collembola depending on cropping system and crop in soil
Anne Luik, Vyatcheslav Eremeev, Liina Talgre
- 66 Kuri lepatriinu on jõudnud Eestisse**
Harmful ladybug has arrived in Estonia
Luule Metspalu, Eha Kruus, Angela Ploomi
- 73 Suviteraviljade proteiinisalduse suurendamise võimalus – segukülv kaunviljadega**
Possibility to increase the protein content of spring cereals – sowing with grain legumes
Lea Narits
- 78 Bokashi tee mõju tomati istikute kasvule**
The effect of bokashi tea on the growth of tomato transplants
Margit Olle
- 84 Kartulimardika keskkonnasäästliku tõrje võimalusi**
Environmentally friendly control options against Colorado potato beetle
Angela Ploomi, Eha Kruus, Luule Metspalu, Aire Kuus, Uko Bleive
- 92 Punase ristiku sort 'Varte' on üsna vastupidav liblikõieliste laikpõletiku kahjustusele, eriti maheviljeluslikes katsevariantides**
Red clover cultivar 'Varte' is quite resistant to yellow leaf blotch damage, especially on organic conditions
Eve Runno-Paurson, Hans-Patrick Müür, Viacheslav Eremeev, Helina Nassar, Liina Talgre

- 98 Põllumaa kultuuride väetamisest ÜPT, KSM ja MAHE tootjatel e-uuringu alusel**
Fertilization of crops for applicants for Single Area Payment Scheme (SAPS), Environmental Friendly Management (EFM) and Organic Farming (OF) support on the basis of an e-survey
Karli Sepp, Maris Kruuse, Piia-Liisa Koll
- 104 Erinevate mahevätiste mõjust haljasväetisele ja haljasväetise mõju suvinisu ning kaera saaginäitajatele ning kattetulule**
Influence of different organic fertilizers on green manure and influence of green manure on summer wheat and oat yields and cross margins
Karli Sepp, Marje Särekanno, Jaan Kanger
- 110 Külviaja mõju talviste vahekultuuride biomassi suurusele**
The impact of sowing date on winter cover crops biomass
Liina Talgre, Merili Toom, Enn Lauringson
- 116 Haljasväetiskultuuride kasvatamise mõju õunaistandiku renoveerimisele**
The effect of green manure crop cultivation on renovation of apple orchard
Toivo Univer
- 122 Põllumajandustootjate suhtumine põllu servades asuvatesse rohumaaribadesse ja nende majandamine lähtuvalt toetustüübist**
The attitude of agricultural producers to grassland strips located in field edges and their management depending on support scheme
Eneli Viik

Sissejuhatus

Eestis hõlmab mahepõllumajandusmaa juba 23% põllumaast. Kuidas aga toota võimalikult loodusega tasakaalus ja mitmekesiselt, tagades kõik maheturu vajadused ning taimetoitainete agroökoloogiliselt tasakaalustatud ringluse, sellele tuleb meie teadustugi pisitasa järele. Uued Euroopa Liidu strateegiad nii „talust taldrikul“ kui „elurikkuse strateegia“ eeldavad aga kogu toidusüsteemi terviklikku käsitlemist ja arendamist.

Kümme aastat tagasi (2012) alustasime mahekogumiku „Teaduselt mahepõllumajandusele“ väljaandmist, käesolev on selles seerias viies. Põhiliselt on kogumike artiklid hõlmanud toidusüsteemi üksikaspekte, suures osas on välja jäänud mahetoidu turu probleemistik. Heameel on siiski nentida, et igas väljaandes on tutvustatud väga vajalikke uurimustulemusi mullaviljakuse parandamise võimaluste osas: külvikorra mitmekesistamine vahekultuuridega, segukülvide kasutamine, orgaanilised väetised jm, mis on tootjaile ju suhteliselt kergesti juurutatavad. Lugejateni on toodud ka uute keskkonnasäästlike preparaatide kasutamisel saadud tulemusi, tutvustatud uusi tõrjemeetodeid. Teavitatud on uutest kahjuritest ja haigustest Eestimaa aedades ja põldudel. Käesolevas kogumikus on uudsenäidatud teave selle kohta, kuidas on võimalik viljapuuaeda uuendada kohalike ressurssidega – vana aia freesitud kändude ja haljasväetiste abil. Nii saab tootja omal jõul rajada uue aia kasutades olemasolevat taimset jääki ja isekasvatat haljasväetist, sõltumata sisse toodavaist välistest sisenditest.

Mahe- ja tavakasvatuse võrdluskatsete tulemusi on esitatud nii põllukultuuride kui ka puu- ja köögiviljade kohta. Võrdluskatsete tulemused on toonud esile maheviljeluse positiivse mõju nii saagile kui saagi kvaliteedile. Alati on kogumikes olnud mahukaid artikleid taimahaiguste uuringutest. On leitud, et mitmekesisem viljelusviis külvikorda lisatud vahekultuuride abil pärsib mitmetel kultuuridel haiguste esinemist ja tõstab mullas elurikkust. Elurikkus nii tootmise ümber kui tootja valikul külvikorras (kultuuride/sortide mitmekesisuses) ning kasvatuse kombinatsioonides on aga mahetootmise edasise arengu võtmeküsimus, sest see mängib otsustavat osa nii taime tervise, mulla elustiku kui ka mullaviljakuse tagamisel.

Tootjate teadlikkus elurikkuse rolli ning suurendamise võimaluste osas on siiski veel madal. Käesolevas kogumikus esitatud uurimuste tulemustest järeldub, et võrreldes teiste tootmistüüpidega motiveeris mahetootjaid keskkonnasõbralikult majandama enim küll vajadus säilitada looduskeskkond tulevastele põlvetele, kuid ise rakendatakse selleks meetmeid siiski tagasihoidlikult nt. kolmandikul küsimustikule vastajaist puudusid põldudel elurikkuse talitlusteks olulised mitmekesised äärealad.

Teadlikkuse tõstmiseks on vaja rohkem kompleksseid mahekatseid, kus tuuakse selgelt esile elurikkuse roll nii saagi kujunemisele kui kvaliteedile ja looduse talitluseks vajalike toiduahelate toimimisele. Tootjate teadlikkuse tõstmise üheks olulisemaks osaks ongi vajadus oma silmaga näha katseid ning veenduda nende tulemustes. Niisugused katsed veenavad ka tarbijaid nii keskkonnahoiu, mahetootmise kui toidu kvaliteedi suhtes. Tarbimise ja tarbija uuringud sh tarbija kasvatus mõjutavad aga tootmise edenemist. Tähtis on kõigini viia arusaam, et kohalik mahetoit on toidu julgeoleku tagatis, sest edendades elurikkust ning kasutades tasakaalustatult kohalikke taastuvaid ressursse, saab meie toidutootmine muutuda sõltumatuks välistest sisse toodavatest sisenditest.

Aastate jooksul püüdsime kogumikke avaldades kaasa aidata teadlaste ja põlumeeste vaheliste sidemete tugevdamisele. Kogumikke kokku seadnud ja neid trükivalmis sättinud toimikond sellega lõpetab ning tänab kõiki autoreid. Järgmise kogumiku paneb kokku juba uus meeskond. Soovime neile edu.

Anne Luik

Luule Metspalu

Tava- ja maheviljeluse mõju porgandi saagile ja kvaliteedile

Influence of conventional and organic production on carrot yield and quality

Ingrid Bender, Anne Ingver, Ilmar Tamm

Eesti Taimekasvatuse Instituut

► ingrid.bender@etki.ee

Märksõnad: nitraadid, C-vitamiin, suhkrud, kuivaine, pestitsiidijäägid

Sissejuhatus

Mahetootmine on kogu maailmas kasvav trend ning tarbijate nõudlus mahe- toodangu järele suureneb järjepidevalt. Võrreldes tavatoodanguga, peetakse seda tervislikumaks ja keskkonnale ohutumaks (Ditlevsen jt., 2019). Ka nõudlus mahe- köögiviljade tootmise suurendamisele kasvab.

Võrreldes tavatootmisega saadakse mahetootmisest väiksemaid saake ja see on kujunenud tõsiseks probleemiks. Täiustades aga mahetootmise agrotehnoloogiat on võimalik saagikust tõsta ja sellega vähendada mahajäämust tavatootmise saakidest (Reganold ja Wachter, 2016). Teatavasti on mahetootmisel positiivne mõju mulla omadustele ja tõstes mahemuldades orgaanilise aine sisaldust luuakse eeldused mahesaakide kasvule (Bai jt., 2018).

Varasemates teadusartiklites tuuakse välja, et mahe- ja tavatootmises kasvatatud köögiviljade, sealhulgas porgandi toitainete sisaldus omavahel oluliselt ei erine (Hoefkens jt., 2009; Smith-Spangler jt., 2012). Samas aga rõhutatakse mahe- köögiviljade vähest saastatust nitraatide ja pestitsiidijääkidega.

Köögiviljade toitainete sisaldust mõjutavad geneetilised ja keskkonnast tingitud faktorid, mis ei sõltu tootmisviisist (Gobbo-Neto ja Lopes, 2007). Sageli on mahe- ja tavatootmises kasvatatud köögiviljade saagi ja kvaliteedi kohta toodud vastukäivaid ja ebajärjekindlaid tulemusi. Võrreldes mahetootmisega on tava- tootmise tüüpiliseks probleemiks olnud kasutatavad suuremad väetamisnormid (EPRS, 2016). Seda probleemi on aidanud lahendada suuremate orgaanilise aine koguste lisamine mahetootmissüsteemi, millega parandatakse mulla tervist ja see tõstab mulla toitainete sisalduse samale tasemele kui tavasüsteemis (Bai jt., 2018). Kirchmann'i jt (2016) järgi selleks, et tulemustest teha korrektseid järeldusi, peaks tava- ja mahekatsete võrdlemisel olema täidetud vähemalt kolm kriteeriumi: katse alguses peab muld katselappidel olema ühesugune; võrdlemiseks tuleb kasvatada

sama kultuuri; väetisekogused igas süsteemis peavad olema võrdsustatud.

Käesoleva uuringu üks peamisi eesmäärke oli neid kriteeriume arvesse võttes kasvatada porgandit nii tava- kui ka maheviljeluses samal mullal ja võrreldavate lämmastikunormide juures, selgitamaks viljelusviiside mõju porgandi saagile ja kvaliteedile.

Materjal ja metoodika

Katsed viidi läbi porgandisordiga 'Jõgeva nantes' selle saagi ja kvaliteedi uurimiseks neljal aastal (2011–2014) ühsugusel mullal Eesti Taimakasvatuse Instituudis, Jõgeval. Porgand külvati mai lõpus ja koristati kas oktoobri algul (2011 ja 2012) või septembri keskel (2013 ja 2014).

Katses oli kolm kordust, iga kordus eraldi blokis, milles oli omakorda neli varianti, nendest kolm tava – T5, T3 ja T1 ning mahe – M. Katselapi suurus oli 10 m². Tavavariantides väetati kõiki variante sünteetilise mineraalväetise Cropcare 8-11-23 ühesuguse normiga, millega anti N 80 kg ha⁻¹. Tavavariandid erinesid üksteisest sünteetiliste pestitsiididega pritsimise arvu poolest, T5 pritsiti viis korda (sama insektitsiidiga 2 korda), T3 kolm korda ja T1 üks kord (tabel 1). Mahevarianti väetati hobusesõnnikukompostiga (Matogard OÜ), 8 t ha⁻¹, millega anti N 80 kg ha⁻¹.

Kogusaagist eraldati kaubanduslik ja mittekaubanduslik saak, viimase moodustasid valdavalt lõhenenud, harunenud või väikesed porgandid (läbimõõt < 2 cm). Kaubandusliku saagi porgandites määrati suhkrute, C-vitamiini, kuivaine, lämmastiku ja nitraatide sisaldus. Kuna enne katsete rajamist tehtud mullaanalüüsist

Tabel 1. Tavavariantides kasutatud sünteetilised pestitsiidid, pestitsiidiklass, toote nimi ja kasutatud normid katseperioodil 2011–2014.

Kasutatud pestitsiidi TA* ja klass	Toote nimi	Variant	Kasutusnorm
Aclonifen (herbitsiid)	Fenix	T5	2,0 l ha ⁻¹
		T3	
		T1	
Propaquisafop (herbitsiid)	Agil 100 EC	T5	1 l ha ⁻¹
Cypermethrin (insektitsiid)	Fastac 50	T5	0,15 l ha ⁻¹
		T3	
Chlorothalonil (fungitsiid)	Bravo 50SC	T5	3,0 l ha ⁻¹
		T3	

* TA – toimeaine

ei leitud pestitsiidijääke, siis nende jääkide sisaldust analüüsiti ainult tavavariandide porgandis. Porgandit analüüsiti Põllumajandusuuringute Keskuse, Maaülikooli ja Eesti Taimakasvatuse Instituudi laboratooriumides.

Kogutud andmete statistiline analüüs teostati programmiga SAS, 2002 kahefaktorilise ANOVA abil, et määrata viljelusviisi ja aasta mõju, aga ka nende koosmõju määramiseks porgandi saagile ja kvaliteedinäitajatele. Arvutati kolme tavavariandi (T1, T3 ja T5) keskmine ja võrreldi seda mahevariandi (M) tulemustega. Paaride omavaheliste erinevuste usutavuse hindamisel kasutati Tukey HSD testi ($p < 0,05$).

Tulemused ja arutelu

Uurimistulemuste põhjal selgus, et porgandi kaubanduslik saak mahevariandis oli nelja aasta keskmisena 14,5% suurem kui tavavariandis. Siin oli tõenäoliselt suurema mahesaagi põhjuseks orgaaniline väetis kompostina, millel on mineraalväetise ees eelised. Orgaaniline väetis suurendab mulla orgaanilise aine sisaldust, aktiveerib mullaorganisme ja suurendab mulla ensümaatilist aktiivsust ning selle tulemusena suureneb taimedele kättesaadavate toitainete hulk (Eremeev jt., 2019).

Mittekaubandusliku saagi osatähtsus kogusaagis oli tavavariandis nelja aasta keskmisena usutavalt suurem kui mahevariandis (10,0%). Sellist tulemust toetas mahevariandis tõenäoliselt soodsam mulla olukord ja väiksem lämmastiku kättesaadavus, sest kompostist vabanevad toitained aeglasemalt kui mineraalväetisest.

Suhkrute, kuivaine ja lämmastikulisaldust porgandis viljelusviis ei mõjutanud. Sarnase tulemuseni on jõutud ka varasemates uuringutes (Bach jt., 2015; Hlisenikovský jt., 2021).

C-vitamiini sisaldus maheviljeluse porgandis oli nelja aasta keskmisena tavaviljeluse porgandist 10,0% suurem. Põuasel 2011. aastal oli C-vitamiini maheporgandis isegi 34,1% rohkem kui tavaporgandis. On väga tõenäoline, et suurem C-vitamiini sisaldus maheporgandis on seotud kasutatud väetise tüübiga ja aeglasem toitainete vabanemine kompostist annab siin eelise. Mozafari (1993) uuringute põhjal on teada, et mullas suurenenud taimedele omastatava lämmastiku sisaldus vähendab taimedes C-vitamiini sisaldust.

Nitraatide sisaldus nelja aasta keskmisena oli tavaporgandis oluliselt suurem (13,1%) kui maheporgandis. Aastad mõjutasid kõiki eelnimetatud porgandi saagi ja kvaliteedinäitajaid.

Tabel 2. Tavaporgandist leitud pestitsiidijäägid.

		2011		2013		2014	
Variant	Kasutatud pestitsiidi TA	Pestitsiidi-jääk	Sisaldus, mg kg ⁻¹	Pestitsiidi-jääk	Sisaldus, mg kg ⁻¹	Pestitsiidi-jääk	Sisaldus, mg kg ⁻¹
T5	aclonifen propaqui. cyperm. chlorot.	aclonifen chlorot.	< 0,01 0,013	chlorot.	0,223	aclonifen cyperm. chlorot.	0,008 0,028 0,007
T3	aclonifen cyperm. chlorot.	Jäägid puudusid	Jäägid puudusid	chlorot.	0,080	aclonifen	< 0,01
T1	aclonifen	aclonifen	< 0,01	–	–	–	–

TA – toimeaine; propaqui. = propaquizafop; cyperm. = cypermethrin; chlorot. = chlorothalonil; “–” analüüse ei tehtud.

Kolmel aastal analüüsitud neljast pestitsiidist leiti tavaporgandis kolme – aclonifeni, chlorothalonili ja cypermethrini – jääke (tabel 2). Sademeterohkel 2012. aastal porgandist pestitsiidijääke ei leitud. Herbitsiidi (aclonifen) ja fungitsiidi (chlorothalonil) jääke leiti kõige sagedamini. Kõik pestitsiidijäägid porgandis esinesid koguses, mis jäid allapoole maksimaalset lubatud normi.

Järeldused

Võrreldavate lämmastikukogustega väetamise puhul saadi mahetootmises suurem kaubanduslik saak ja väiksem oli mittekaubandusliku saagi osatähtsus kui tavatootmises. Viljelusviis ei mõjutanud porgandis suhkrute, kuivaine ja lämmastikuisaldust. C-vitamiini sisaldus oli maheviljeluse porgandis suurem kui tavaviljeluse porgandis. Nitraatide sisaldus oli tavaporgandis oluliselt suurem kui maheporgandis. Tavaporgandis esinesid pestitsiidijäägid. Aasta mõjutas porgandi saagi- ja kvaliteedinäitajaid.

Tänuavaldus. Uurimistöö on valminud Maaeluministeeriumi projekti 8-2/T1003PKAI toel.

Kirjandus

Bach, V., Kidmose, U., Kristensen, H.L., Edelenbos, M. 2015. Eating quality of carrots (*Daucus carota* L.) growing in one conventional and three organic cropping systems over three years. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 9803–9811.

- Bai, Z., Caspari, T., Gonzalez, M.R., Batjes, N.H., Mäder, P., Bünemann, E.K., de Goede, R., Brussard, L., Minggang, X., Ferreira, C.S.S., et al. 2018. Effects of agricultural management practices on soil quality: A review of long-term experiments for Europe and China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 265, 1–7.
- Ditlevsen, K., Sandøe, P., Lassen, J. 2019. Healthy food is nutritious, but organic food is healthy because it is pure: The negotiation of healthy food choices by Danish consumers of organic food. *Food Quality and Preference*, 71, 46–53.
- EPRS (European Parliamentary Research Service). 2016. *Human Health Implications of Organic Food and Organic Agriculture*.
- Eremeev, V., Talgre, L., Kuht, J., Mäeorg, E., Esmaeilzadeh-Salestani, K., Alaru, M., Loit, E., Runno-Paurson, E., Luik, A. 2019. The soil microbial hydrolytic activity, content of nitrogen and organic carbon were enhanced by organic farming management using cover crops and composts in potato cultivation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 70, 87–94.
- Gobbo-Neto, L., Lopes, N.P. 2007. Medicinal plants: factors of influence on the content of secondary metabolites. *Quimica Nova*, 30, 374–381.
- Hlisenikovský, L., Mešník, L., Krížová, K., Kunzová, E. 2021. The effect of farmyard manure and mineral fertilizers on sugar beet beetroot and top yield and soil chemical parameters. *Agronomy*, 11, 133.
- Hoefkens, C., van Dekinderen, I., de Meulenaer, B., Devlieghere, F., Baert, K., Sioen, I., de Henaauw, S., Verbeke, W., van Camp, J. 2009. A literature-based comparison of nutrient and contaminant contents between organic and conventional vegetables and potatoes. *British Food Journal*, 111, 1078–1097.
- Kirchmann, H., Kätterer, T., Bergström, L., Börjesson, G., Bolinder, M.A. 2016. Flaws and criteria for design and evaluation of comparative organic and conventional cropping systems. *Field Crop Research*, 186, 99–106.
- Mozafar, A. 1993. Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants. A review. *Journal of Plant Nutrition*, 16, 2479–2506.
- Reganold, J.P., Wachter, J.M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 5221.
- Smith-Spangler, C., Brandeau, M., Hunter, G.E., Bavinger, J., Pearson, M., Eschbach, P.J., Sundaram, V., Lui, H., Schirmer, P., Stave, C., Olkin, I., Bravata, D.M. 2012. Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? A systematic review. *Annals of Internal Medicine*, 157, 348–366.

Põllumeeste otsused kujundavad põllumajandusmaa elurikkuse

Farmers decisions shape agricultural biodiversity

Riina Kaasik, Silva Sulg, Triin Kallavus, Eve Veromann

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► riina.kaasik@emu.ee

Märksõnad: looduse hüved, liigiline mitmekesisus, põllumajandusmaastik

Sissejuhatus

Inimesed on enda vajadustest lähtuvalt ümber kujundanud suure osa maismaast. Põllumajandusmaa ja inimasulad katavad ligikaudu 40% maailma jäävabast maismaast, millele lisandub veel 37% (pool-)looduslike kooslusi, mis on karjamaade ja põldude vahele pikitud (Ellis jt., 2010; IPCC, 2019). Euroopa Liidu pindalast ligi pool on põllumajanduslikus kasutuses olev maa (European Commission, Eurostat, 2020). Intensiivne ja laienev põllumajandus koos maastiku killustumise ja selle üldise lihtsustumisega on viinud elurikkuse vähenemisele nii Euroopas kui kogu maailmas (Tscharnitke jt., 2005; Geiger jt., 2010; Cardinale jt., 2012; Newbold jt., 2015; van Klink jt., 2020) ja selle mõju on laialdasem kui vaid looduslike liikide arvukuse langus, sest elurikkuse vähenemine toimub üheaegselt nii looduslikes kui ka inim-mõjutustega kooslustes. Chatham House'i mõttekoja raport toob elurikkuse kriisi peamise põhjusena välja just toidutootmise otsese ja kaudse mõju viimase 50 aasta jooksul (Benton jt., 2021).

Praegune liikide väljasuremise kiirus ületab 10 miljoni aasta keskmist kümneid ja isegi sadu kordi (IPBES, 2019) ning viimase 50 aasta jooksul on näiteks imetajate, lindude, kahepaiksete, roomajate ja kalade arvukus langenud 68% (WWF, 2020). Paljud varem põllumajandusmaal arvukalt esinenud liigid on muutunud haruldaseks või hoopis kadunud (Krebs jt., 1999; Nieto jt., 2015). Lisaks on langustrendis on ka põllukultuuride sordiline ja põllumajandusloomade tõugude mitmekesisus, ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni (FAO) raporti kohaselt kadus 75% põllukultuuride mitmekesisusest aastatel 1900–2000 (FAO, 2010). Antud artikli eesmärgiks on kirjeldada, kuidas mõjutavad põllumeeste igapäevased otsused põllumajandusmaa elurikkust ja sellest sõltuvaid looduse hüvesid.

Agroökosüsteemide elurikkus

Liigilise ja geneetilise varieeruvuse vähenemine põllumajanduses muudab kultuurid haavatavamaks kahjuritele, haigustele ja ekstreemsetele ilmastikuoludele, vähendades seeläbi toidutootmissüsteemide plastilisust ning ohustades toidujulgeolekut (IPBES, 2019). Põllumajandusmaa bioloogilisel mitmekesisusel ehk agroökosüsteemi elurikkusel on oluline osa paindliku, jätkusuutliku ja kohaneva süsteemi tagamisel. Neid looduslikke süsteeme, mis otseselt ja kaudselt mõjutavad inimese toimetulekut ja heaolu, nimetatakse ka looduse hüvedeks ehk ökosüsteemi teenusteks ning need hõlmavad toetavaid, reguleerivaid, varustavaid ja kultuurilisi hüvesid (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005). Looduse hüved, mis otseselt mõjutavad toidu tootmist on näiteks mullaviljakuse tagamine, kahjuritõrje, tolmeldamine ja toitainete ringlus. Drastiline elurikkuse vähenemine halvab looduslikke süsteeme, mis on vajalikud ökosüsteemide, sh agroökosüsteemide efektiivseks toimimiseks, mistõttu ei saa keskenduda vaid looduskaitsealadele ja ajalooliste majandamisviisidele säilitamisele piiratud alal, vaid tuleb läheneda maastiku haldamisele komplekselt (Margules ja Pressey, 2000; Hooper jt., 2005; Newbold jt., 2016).

Kuigi Euroopas on ajalooliselt põllumajanduslikus kasutuses olnud ka praegusest suuremad alad, siis majandamisviiside erinevuse tõttu ei ole nende mõju elurikkusele võrreldav. Enne lämmastikväetiste ja pestitsiidide laialdast kasutuselevõttu, põllumajanduse mehhaniseerimist ning nendest tulenevat põldude suurenemist ja looduslike vaheelementide eemaldamist oli põllumajandusmaa elurikkus suur just tänu ekstensiivsele tootmisele (Tscharrntke jt., 2005; Báldi ja Batáry, 2011). Praegu on põllumajandus keskkonnaseisundi halvenemise peamiseks põhjuseks, üle 30% kasvuhoonegaasidest, 70% mageveekasutusest ja 80% maakasutuse muutmisest on põllumajanduse otsene tagajärg (DeClerck jt., 2021). Spetsialiseeritud ja intensiivne põllumajandus on suurendanud produktiivsust ja tootjatele kasumlikkust, kuid selle eest on maksnud lõivu elurikkus, osalt seetõttu, et tootjatel on puudunud motivatsioon pöörata tähelepanu bioloogilise mitmekesisuse säilitamisele. Ambitsioon muuta elurikkus põllumajanduse lahutamatuks osaks kajastub Euroopa Liidu poliitikas ja on läbivaks teemaks ka paljudes maailmsetes kokkulepetes. Seatud eesmärkide täitmiseks on vajalik oskusteabe ja realiseerimisvõimaluste optimeerimine, et tagada üheaegselt nii kasumlik kui ka keskkonnaga arvestav põllumajandus. Agroökosüsteeme tuleb majandada arves-

tades mõlemat – nii toidu tootmist kui ka süsteemis toimivaid looduse hüvesid (Foresight, 2011). Kuna varasemalt seatud sihid, sh nn Aichi eesmärgid, elurikkuse vähenemise peatamiseks ja selle suurendamiseks ei ole saavutatud, tuleb uute sihtide seadmisel olla endisest ambitsioonikamad (Díaz jt., 2020; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2020).

Kogu põllumajandussüsteem põhineb elurikkusel: tolmeldamine, looduslik kahjuritõrje, mullaviljakus ja lagundamine on ökosüsteemi olulisteks protsessideks ning toimivad vaid tänu mitmekesistele organismide vahelistele suhetele (Tscharntke jt., 2012; Boinot jt., 2019; Neher ja Barbercheck, 2019; Snyder, 2019; Science for Environment Policy, 2020). Maastiku mitmekesisuse tagamine agro-ökosüsteemis on üks võtmekohti selle elurikkuse säilitamisel, millest sõltuvad paljud elurikkusepõhised looduse hüved, esmajoones toidutootmine (Benton jt., 2003; DeClerck jt., 2021). Agroökosüsteemide elurikkus nii põldudel kui nende ümber sõltub aga otseselt sellest, kuidas põllumajandustootjad oma maad majandavad ning nende otsustel on loodusele ja elurikkusele oluliselt suurem mõju kui tavatarbijal (Lokhorst jt., 2011; van Dijk jt., 2015; Stoeckli jt., 2017).

Agroökosüsteemide haldamise mõju elurikkusele

Elurikkusel põhinevad hüved ei ole kättesaadavad umbes 20% põllumajandusmaast, näiteks on Euroopas tolmeldamisdefitsiidis paljud põllukultuurid, mille saagikus sõltub tolmeldajate olemasolust (Holland jt., 2020; DeClerck jt., 2021). Põllumajandusmaastikul on üheks oluliseks taimede ja loomade, nii lüljalgsete kui ka selgroogsete, mitmekesisuse mõjutajaks keskmine põllu suurus (Martin jt., 2019; Sirami jt., 2019; Clough jt., 2020). Et põllumajandusmaastiku mosaiiksuse peamiseks kujundajaks on põldude suurus, siis kaasneb suuremate põllumasside domineerimisega ka väiksem kultuuriline ja maastikuline mitmekesisus, servatihedus ja pool-looduslike alade osakaal (Dunning jt., 1992; Baguette ja Van Dyck, 2007; Clough jt., 2020). Mitteharitavate maade osakaal maastikus mõjutab näiteks looduslike tolmeldajate liigilist koosseisu ja arvukust mõjutades seeläbi ka kultuurtaimede tolmeldamist (Carre jt., 2009; Holzschuh jt., 2009, 2010).

Erinevad uurimistööd on tõestatud maastikulise lähenemise tähtsust tolmeldamishüve kättesaadavusele. Püsiva ja mitmekesise taimestikuga rohtsed põlluservad, mis sisaldavad ka erinevaid õistaimede liike, pakuvad neile nii toitumiskui pesitsuspaiku; maastikul suureneb servatihedus ja looduslike tolmeldajate

arvukus ja seeläbi ka põllukultuuridele vajalik tolmeldamine (Kells jt., 2001; Kells ja Goulson, 2003; Hass jt., 2018). Looduslike tolmeldajate olemasolu maastikul on oluline ka looduslike taimeliikide seisukohalt, sest lisaks kultuurtaimede saagikuse suurendamisele panustab see oluliselt looduslike taimede tolmeldamisse ja seeläbi mitmekesise taimestiku säilimisse (Garibaldi jt., 2013; Mallinger ja Gratton, 2015; Herbertsson jt., 2021). Paljudes uuringutes on leitud, et kõige tulemuslikum meede tolmeldajate soodustamiseks on juba olemasolevate poollooduslike alade säilitamine, suurendamine ning nende kvaliteedi parandamine (Kleijn ja Sutherland, 2003; Freitas ja Pereira, 2004; Hopwood, 2013), samuti ei nõua see tootjalt suuri investeeringuid.

Vähem oluliseks ei saa pidada ka erinevate röövtoiduliste putukate poolt läbi viidavat kahjuritõrjet ning põldude ja nendega piirnevate alade harimine määrab seal elavate liikide arvukuse ja efektiivsuse bioloogilise tõrje läbiviimisel. Nii määrab taimekaitsevahendite kasutamise intensiivsus näiteks nii röövtoiduliste sirelaste, ämblike kui ka parasitoidide leviku ja seeläbi ka nende efektiivsuse kahurite hävitamisel (Schmidt jt., 2005; Schweiger jt., 2007; Bianchi jt., 2013; Willow jt., 2019). Elu-, varje-, toitumis-, sigimis- ja talvituspaikade olemasolul ja säilimisel on samuti läbiv roll sellel, kuidas tootjad maastikku haldavad. Hekkide hoidmisel ja rajamisel põldude servadesse saab pakkuda ühelt poolt põllule kaitset tuuleerosiooni eest, kuid samas ka panustada ämblike, jooksiklaste ja lühitiiblaste poolt pakutavasse kahjuritõrjesse (Galle jt., 2019; Albrecht jt., 2020). Põlde ümbritsevate rohuribade olemasolu ja kvaliteet mõjutavad põllumajandusmaa elurikkust ja suurendavad looduslikku kahjuritõrjet rohkem kui 16% (Bianchi jt., 2006; van Rijn jt., 2019; Albrecht jt., 2020). Uuringute põhjal on püsiva taimetikuga aladel kõrgem nii ämblike arvukus kui ka liigirikkus (Schmidt ja Tschardt, 2005). Kuid selleks, et tagada rohtsete põlluservade ökoloogiline funktsionaalsus ja regeneratsioonivõime, peaksid põlluservad olema vähemalt 3–6 meetri laiused.

Selleks, et soodustada tolmeldajad ja röövtoidulisi lülialgseid tuleb neile tagada piisav toidubaas kogu vegetatsiooniperioodi vältel, samuti sobivad pesitsus- ja talvitumispaid arvestades samas liikide erinevate vajadustega (Tschardt ja Kruess, 1999; Fahrig jt., 2011; Wood jt., 2017; Marja jt., 2019; Veromann ja Kaasik, 2019). Põllumassiivide suurendamine toob kaasa vähenevad serva-alad, kultuurtaimede liikide madalama arvu sama ala kohta ning lühiajaliste kultuuride korral viljavaheldust järgides kultuuri ajutise piirkonnast eemaldamise, mõjutades

seeläbi spetsialiseerunud kasulike putukate levikut (Dunning jt., 1992; Fahrig jt., 2011).

Lisaks lülijalgsetele on ka linnud seotud põllumajandusmaaga ja nende arvukus sõltub erinevatest majandamisvõtetest ja kasvatatavatest kultuuridest. Enamike Eesti põllulindude arvukus on olnud juba 30 aastat langustrendis (Elts, 2018; Marja ja Nellis, 2018; Marja ja Elts, 2021), samas on tootjatel võimalik majandamisvõtete optimeerimisega langustrendi takistada. Kevadel rändavate haneliste poolt tekitatud potentsiaalsete põllukahjustuste varju jääb pahatihti putuk- ja seemnetoiduliste lindude roll ja olulisus põllumajanduses. Putuktoidulised linnud panustavad olulisel määral põllumajanduskahjurite arvukuse reguleerimisse ning seemnetoidulised liigid toituvad erinevate looduslike taimede, sealhulgas ka umbrohtude, seemnetest. Rohumaade ja põlluservade niitmise ajastamisega saab toetada nii putuk- kui seemnetoiduliste põllulindude arvukust, ühelt poolt toidubaasi toetamisel ja teiselt poolt pesa- ja varjupaikade loomisel. Eestis seostub põllumajandusmaaga üle 30% kogu linnustikust, kokku rohkem kui 100 liiki, kellest osa pesitsevad põllul ja teised kasutavad seda toitumispaigana (Marja ja Koorberg, 2012). Ekstensiivsete majandamisvõtete kasutamine soodustab näiteks maastikul kiivitaja ja põldlõokese esinemist (Herzon jt., 2006). Talvine põldude taimkatte all hoidmine on oluline nii mulla erosiooni kui ka toitainete leostumise vältimiseks ja keskkonnasõbraliku majandamise toetuse nõue, hoida vähemalt 30% toetusõigusliku maa talvise taimkatte all, aitab saavutada paremat mullastiku kaitset, kuid panustab ka elurikkusesse säilitades maastikul talvitumis- ja toitumispaikasad erinevatele loomadele (*Keskkonnasõbraliku majandamise toetus*, 2019). Talvine taimkate on toiduallikaks nurmkanale, talikultuuride kasvatamine soodustab aga suurkoovitaja ja kiivitaja pesitsemist, sest kevadkünni ajaks on neist paljud juba pesitsema asunud ja põllutööde käigus pesad hävivad (Semm jt., 2003). Näiteks aladel, kus rukkirääku leidub, on kõige tulemuslikumad võtted arvukuse tõusutee juhtimiseks hiline ja keskelt lahku niitmine või alternatiivina niitmata alade jätmine (Tyler jt., 1998; Semm jt., 2003; Koffijberg ja Schaffer, 2006; Corbett ja Hudson, 2010; Elts, 2018). Samuti toetavad niitmata rohtsed alad nurmkanu, kes leiavad sealt turvalise pesapaiga, lisaks vältides insektitsiidide kasutamist, saab neid varustada vajaliku toiduallikaga (Elts, 2018). Ka põldlõokese arvukus on Eestis langenud (Marja ja Elts, 2021). Väga tulemuslik meede, mille efektiivsust on kinnitatud ka Eestis, on nn lõokeselaikude jätmine, need on 4x4 meetri suuru-

sed külvamata alad teravilja ja/või rapsi põldudel, mis optimaalse tiheduse korral vähendavad külvipinda 0,33%, kuid suurendavad põldlõokese poegade arvu kuni kaks korda (Elts, 2018).

Majandamisvõtte teadliku valikuga on võimalik parandada Eesti põllulindude olukorda. Taimekaitsevahendite ja väetiste kasutamisel on põllulinnustikule negatiivne mõju (Boatman jt., 2004; Atkinson jt., 2005; Elts ja Lõhmus, 2012), kuid kasutamisele vajaduspõhiselt lähenedes on võimalik väheneda nende kasutamisest tulenevat negatiivset mõju.

Kokkuvõtte

Elurikkust põllumajandusmaal mõjutavad erinevad mehhanismid ja paljud neist on põllumajandustootja poolt juhitavad või mõjutatavad. Looduslikku elurikkust põllumajandusmaal aitavad säilitada kestlikud majandamisvõtted ja poollooduslike alade säilitamine, tagades seeläbi ka toidutootmiseks vajalike looduse hüvede kättesaadavuse (WWF, 2020), kuid alati ei pruugi põllumehe teadlikkus ja tahe olla piisavad, sest otsustusvabadust mitmekesistada kasvatatavaid kultuure, võivad piirata ka näiteks kohalikesse oludesse sobivate seemnete kättesaadavus või maastiku mitmekesistamisel olla piiravaks teguriks naaberpõldude omanike erinev maailmavaade ja arusaamine elurikkusest. Samas on elurikkuse soodustamiseks palju võtteid, mis on nii kuluefektiivsed kui ka tõhusad. Et põllumajandusmaal läbiviidavate elurikkust soosivate meetmete rakendamine on komplekselt lähenedes mõjusaim, tuleb tagada põllumeestele tõendite põhine teave nii elurikkust soosivate tegevuste kui ka nende tegevuste efektiivsuse osas, aidates seeläbi parandada üldist põllumajandusmaastiku olukorda kui ka panustada seeläbi toidutootmisesse.

Tänuavaldused. Töö valmis Euroopa Liidu teadus- ja innovatsiooniprogrammi Horizon 2020 toetuslepingu no. 822314 (FRAMEwork) toetusel.

Kirjandus

Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N.M., Tschumi, M., Blaauw, B.R., Bommarco, R., Campbell, A.J., Dainese, M., Drummond, F.A., Entling, M.H., Ganser, D., Arjen de Groot, G., Goulson, D., Grab, H., Hamilton, H., Herzog, F., Isaacs, R., Jacot, K., Jeanneret, P., Jonsson, M., Knop, E., Kremen, C., Landis, D.A., Loeb, G.M., Marini, L., McKerchar, M., Morandin, L., Pfister, S.C., Potts, S.G., Rundlöf, M., Sardiñas, H., Sciligo, A., Thies, C., Tscharnkte, T., Venturini, E., Veromann, E., Vollhardt, I.M.G.,

- Wäckers, F., Ward, K., Westbury, D.B., Wilby, A., Woltz, M., Wratten, S., Sutter, L. 2020. The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters*, 23, 1488–1498.
- Atkinson, P.W., Fuller, R.J., Vickery, J.A., Conway, G.J., Tallowin, J.R.B., Smith, R.E.N., Haysom, K.A., Ings, T.C., Asteraki, E.J., Brown, V.K. 2005. Influence of agricultural management, sward structure and food resources on grassland field use by birds in lowland England. *Journal of Applied Ecology*, 42, 932–942.
- Baguette, M., Van Dyck, H. 2007. Landscape connectivity and animal behavior: functional grain as a key determinant for dispersal. *Landscape Ecology*, 22, 1117–1129.
- Báldi, A., Batáry, P. 2011. Spatial heterogeneity and farmland birds: different perspectives in Western and Eastern Europe. *Ibis*, 153, 875–876.
- Benton, T.G., Bieg, C., Harwatt, H., Pudasaini, R., Wellesley, L. 2021. Food system impacts on biodiversity loss. *Chatham House Research paper*, 75.
- 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. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273, 1715–1727.
- Bianchi, F.J.J.A., Ives, A.R., Schellhorn, N.A. 2013. Interactions between conventional and organic farming for biocontrol services across the landscape. *Ecological Applications*, 23, 1531–1543.
- Boatman, N.D., Brickle, N.W., Hart, J.D., Milsom, T.P., Morris, A.J., Murray, A.W.A., Murray, K.A., Robertson, P.A. 2004. Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis*, 146, 131–143.
- Boinot, S., Poulmarc'h, J., Mézière, D., Lauri, P.-É., Sarthou, J.-P. 2019. Distribution of overwintering invertebrates in temperate agroforestry systems: Implications for biodiversity conservation and biological control of crop pests. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 285, 106630.
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S., Naeem, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486, 59–67.
- Carre, G., Roche, P., Chifflet, R., Morison, N., Bommarco, R., Harrison-Cripps, J., Krewenka, K., Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Rodet, G., Settele, J., Steffan-Dewenter, I., Szentgyorgyi, H., Tscheulin, T., Westphal, C., Woyciechowski, M., Vaissiere, B.E. 2009. Landscape context and habitat type as drivers of bee diversity in European annual crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133, 40–47.
- Clough, Y., Kirchweger, S., Kantelhardt, J. 2020. Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation Letters*, 13, e12752.
- Corbett, P.E., Hudson, M.D. 2010. Management of cover areas may increase numbers of breeding Corncrakes *Crex crex*. *Bird Study*, 57, 553–559.

- DeClerck, F.A.J., Koziell, I., Sidhu, A., Wirths, J., Benton, T., Garibaldi, L.A., Kremen, C., Maron, M., Rumbaitis del Rio, C., Clark, M., Dickens, C., Estrada-Carmona, N., Fremier, A.K., Jones, S.K., Khoury, C.K., Lal, R., Obersteiner, M., Remans, R., Rusch, A., Schulte, L.A., Simmonds, J., Stringer, L.C., Weber, C., Winowiecki, L. 2021. *Biodiversity and agriculture: rapid evidence review*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems (WLE). 70 pp.
- Díaz, S., Zafra-Calvo, N., Purvis, A., Verburg, P.H., Obura, D., Leadley, P., Chaplin-Kramer, R., De Meester, L., Dulloo, E., Martín-López, B., Shaw, M.R., Visconti, P., Broadgate, W., Bruford, M.W., Burgess, N.D., Cavender-Bares, J., DeClerck, F., Fernández-Palacios, J.M., Garibaldi, L.A., Hill, S.L.L., Isbell, F., Khoury, C.K., Krug, C.B., Liu, J., Maron, M., McGowan, P.J.K., Pereira, H.M., Reyes-García, V., Rocha, J., Rondinini, C., Shannon, L., Shin, Y.-J., Snelgrove, P.V.R., Spehn, E.M., Strassburg, B., Subramanian, S.M., Tewksbury, J.J., Watson, J.E.M., Zanne, A.E. 2020. Set ambitious goals for biodiversity and sustainability. *Science*, 370, 411–413.
- Dunning, J.B., Danielson, B.J., Pulliam, H.R. 1992. Ecological Processes That Affect Populations in Complex Landscapes. *Oikos*, 65, 169–175.
- Ellis, E.C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., Ramankutty, N., 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 589–606.
- Elts, J. 2018. *Põllulindude kaitseks vajalikud tegevused*. Eesti Ornitoloogiaühing, Tartu, 29 pp.
- Elts, J., Lõhmus, A. 2012. What do we lack in agri-environment schemes? The case of farmland birds in Estonia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 156, 89–93.
- European Commission, Eurostat. 2020. *Agriculture, forestry and fishery statistics: 2020 edition*, Cook, E.(editor), Luxembourg: Publications Office of the European Union, 234 pp.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F.G., Crist, T.O., Fuller, R.J., Sirami, C., Siriwardena, G.M., Martin, J.-L., 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, 14, 101–112.
- FAO, 2010. *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture assessments. FAO, Rome, Italy, 399 pp.
- Foresight, 2011. *The future of food and farming. Final Project Report*. The Government Office for Science, London, UK, 211 pp.
- Freitas, B., Pereira, J.O.P. 2004. *Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza, CE, Brazil, 285 pp.
- Galle, R., Happe, A.-K., Baillod, A.B., Tscharnkte, T., Batary, P. 2019. Landscape configuration, organic management, and within-field position drive functional diversity of spiders and carabids. *Journal of Applied Ecology*, 56, 63–72.
- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Kremen, C., Carvalheiro, L.G., Harder, L.D., Afik, O., Bartomeus, I.,

- Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N.P., Dudenhöffer, J.H., Freitas, B.M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S.K., Kennedy, C.M., Krewenka, K.M., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Motzke, I., Munyuli, T., Nault, B.A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S.G., Rader, R., Ricketts, T.H., Rundlöf, M., Seymour, C.L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharntke, T., Vergara, C.H., Viana, B.F., Wanger, T.C., Westphal, C., Williams, N., Klein, A.M. 2013. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science*, 339, 1608–1611.
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharntke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., Inchausti, P. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11, 97–105.
- Hass, A.L., Kormann, U.G., Tscharntke, T., Clough, Y., Baillod, A.B., Sirami, C., Fahrig, L., Martin, J.-L., Baudry, J., Bertrand, C., Bosch, J., Brotons, L., Burel, F., Georges, R., Giralt, D., Marcos-Garcia, M.A., Ricarte, A., Siriwardena, G., Batary, P., 2018. Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285, 20172242.
- Herbertsson, L., Ekroos, J., Albrecht, M., Bartomeus, I., Batáry, P., Bommarco, R., Caplat, P., Diekötter, T., Eikestam, J.M., Entling, M.H., Farbu, S., Farwig, N., Gonzalez-Varo, J.P., Hass, A.L., Holzschuh, A., Hopfenmüller, S., Jakobsson, A., Jauker, B., Kovács-Hostyánszki, A., Kleve, W., Kunin, W.E., Lindström, S.A.M., Mullen, S., Öckinger, E., Petanidou, T., Potts, S.G., Power, E.F., Rundlöf, M., Seibel, K., Söber, V., Söderman, A., Steffan-Dewenter, I., Stout, J.C., Teder, T., Tscharntke, T., Smith, H.G., 2021. Bees increase seed set of wild plants while the proportion of arable land has a variable effect on pollination in European agricultural landscapes. *Plant Ecology and Evolution*, 154, 341–350.
- Herzon, I., Auninš, A., Elts, J., Preikša, Ž. 2006. Habitat Associations of Farmland Birds Across the East Baltic Region. *Acta Zoologica Lituanica*, 16(4) 249–260.
- Holland, J.M., Sutter, L., Albrecht, M., Jeanneret, P., Pfister, S.C., Schirmel, J., Entling, M.H., Kaasik, R., Kovacs, G., Veromann, E., Bartual, A.M., Marini, S., Moonen, A.-C., Szalai, M., Helsen, H., Winkler, K., Lof, M.E., van der Werf, W., McHugh, N.M., Smith, B.M., Wallis, D.W., Cresswell, J.E. 2020. Moderate pollination limitation in some entomophilous crops of Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 302, 107002.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T. 2009. Grass strip corridors in agricultural landscapes enhance nest-site colonization by solitary wasps. *Ecological Applications*, 19, 123–132.

- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Tscharnkte, T. 2010. How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *Journal of Animal Ecology*, 79, 491–500.
- Hooper, D.U., Chapin III, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., Wardle, D.A. 2005. Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge. *Ecological Monographs*, 75, 3–35.
- Hopwood, J. 2013. Roadsides as habitat for pollinators: mangement to support bees and butterflies. *Proceedings of the 7th International Conference on Ecology and Transportation (IOECT): Canyons, Crossroads, Connections*. Scottsdale, Arizona, USA
- IPBES, 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondizio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany, 56 pp.
- IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 41 pp.
- Kells, A.R., Goulson, D. 2003. Preferred nesting sites of bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae) in agroecosystems in the UK. *Biological Conservation*, 109, 165–174.
- Kells, A.R., Holland, J.M., Goulson, D. 2001. The Value of Uncropped Field Margins For Foraging Bumblebees. *Journal of Insect Conservation*, 5, 283–291.
- Keskkonnasõbraliku majandamise toetus, 2019. RT I, 20.05.2021, 3.
- Kleijn, D., Sutherland, W.J. 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology*, 40, 947–969.
- Koffijberg, K., Schaffer, N. 2006. International Single Species Action Plan for the Conservation of the Corncrake (*Crex crex*). *CMS Technical Series No. 14 & AEWA Technical Series No. 9*, Bonn, Germany.
- Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B., Siriwardena, G.M. 1999. The second Silent Spring? *Nature*, 400, 611–612.
- Lokhorst, A.M., Staats, H., van Dijk, J., van Dijk, E., de Snoo, G. 2011. What's in it for Me? Motivational Differences between Farmers' Subsidised and Non-Subsidised Conservation Practices. *Applied Psychology*, 60, 337–353.

- Mallinger, R.E., Gratton, C. 2015. Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, 52, 323–330.
- Margules, C.R., Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405, 243–253.
- Marja, R., Elts, J., 2021. Ornitoloogiaühingu põllulindude uuringutest Eestis viimastel kümnenditel. *Eesti Loodus*, 5, 30–37.
- Marja, R., Kleijn, D., Tcharntke, T., Klein, A.-M., Frank, T., Batáry, P. 2019. Effectiveness of agri-environmental management on pollinators is moderated more by ecological contrast than by landscape structure or land-use intensity. *Ecology Letters*, 22, 1493–1500.
- Marja, R., Koorberg, P. 2012. *Eesti levinumad põllulinnud*. Põllumajandusministeerium, 46 pp.
- Marja, R., Nellis, R. 2018. Perioodil 1984–2017 põllulindude arvukuse muutus Eestis ning selle seos põllumajanduse ja kiskjatega. *Hirundo*, 31, 49–68.
- Martin, E.A., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, A., Bommarco, R., Gagic, V., Garratt, M.P.D., Holzschuh, A., Kleijn, D., Kovács-Hostyánszki, A., Marini, L., Potts, S.G., Smith, H.G., Hassan, D.A., Albrecht, M., Andersson, G.K.S., Asís, J.D., Aviron, S., Balzan, M.V., Baños-Picón, L., Bartomeus, I., Batáry, P., Burel, F., Caballero-López, B., Concepción, E.D., Coudrain, V., Dänhardt, J., Diaz, M., Diekötter, T., Dormann, C.F., Dufлот, R., Entling, M.H., Farwig, N., Fischer, C., Frank, T., Garibaldi, L.A., Hermann, J., Herzog, F., Inclán, D., Jacot, K., Jauker, F., Jeanneret, P., Kaiser, M., Krauss, J., Féon, V.L., Marshall, J., Moonen, A.-C., Moreno, G., Riedinger, V., Rundlöf, M., Rusch, A., Scheper, J., Schneider, G., Schüepp, C., Stutz, S., Sutter, L., Tamburini, G., Thies, C., Tormos, J., Tcharntke, T., Tschumi, M., Uzman, D., Wagner, C., Zubair-Anjum, M., Steffan-Dewenter, I. 2019. The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. *Ecology Letters*, 22, 1083–1094.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, DC, USA, 155 pp.
- Neher, D.A., Barbercheck, M.E. 2019. Soil Microarthropods and Soil Health: Intersection of Decomposition and Pest Suppression in Agroecosystems. *Insects*, 10, 414.
- Newbold, T., Hudson, L.N., Arnell, A.P., Contu, S., Palma, A.D., Ferrier, S., Hill, S.L.L., Hoskins, A.J., Lysenko, I., Phillips, H.R.P., Burton, V.J., Chng, C.W.T., Emerson, S., Gao, D., Pask-Hale, G., Hutton, J., Jung, M., Sanchez-Ortiz, K., Simmons, B.I., Whitmee, S., Zhang, H., Scharlemann, J.P.W., Purvis, A. 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, 353, 288–291.
- Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A., Börger, L., Bennett, D.J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M.J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M.L.K., Alhusseini,

- T., Ingram, D.J., Itescu, Y., Kattge, J., Kemp, V., Kirkpatrick, L., Kleyer, M., Correia, D.L.P., Martin, C.D., Meiri, S., Novosolov, M., Pan, Y., Phillips, H.R.P., Purves, D.W., Robinson, A., Simpson, J., Tuck, S.L., Weiher, E., White, H.J., Ewers, R.M., Mace, G.M., Scharlemann, J.P.W., Purvis, A. 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520, 45–50.
- Nieto, A., Roberts, S.P.M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., Criado, M.G., Biesmeijer, J.C., Bogusch, P., Dathe, H.H., De la Rua, P., De Meulemeester, T., Dehon, M., Dewulf, A., Ortiz-Sánchez, F.J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S.G., Praz, C., Quaranta, M., Radchenko, V.G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, M., Tomozii, B., Window, J., Michez, D. 2015. *European Red List of bees*. Publication Office of the European Union., Luxembourg, 96 pp.
- Schmidt, M.H., Roschewitz, I., Thies, C., Tscharntke, T. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology*, 42, 281–287.
- Schmidt, M.H., Tscharntke, T. 2005. The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 105, 235–242.
- Schweiger, O., Musche, M., Bailey, D., Billeter, R., Diekötter, T., Hendrickx, F., Herzog, F., Liira, J., Maelfait, J.-P., Speelmans, M., Dziock, F. 2007. Functional richness of local hoverfly communities (Diptera, Syrphidae) in response to land use across temperate Europe. *Oikos*, 116, 461–472.
- Science for Environment Policy. 2020. *Pollinators: importance for nature and human well-being, drivers of decline and the need for monitoring*. Future Brief 23. Brief produced for the European Commission DG Environment. Bristol: Science Communication Unit, UWE Bristol, 74 pp.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2020. *Global Biodiversity Outlook 5 – Summary for Policy Makers*. Montreal, Kanada, 19 pp.
- Semm, M., Mikk, M., Elts, J., Lohtaja, S., 2003. *Põllumajandusmaastike loodushoid. Soovitusi talunikele igapäevasteks töödeks*. Eesti Loodusfoto, Tartu, Eesti, 16 pp.
- Sirami, C., Gross, N., Baillod, A.B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguët, P., Vuillot, C., Alignier, A., Girard, J., Batáry, P., Clough, Y., Violle, C., Giral, D., Bota, G., Badenhauer, I., Lefebvre, G., Gauffre, B., Vialatte, A., Calatayud, F., Gil-Tena, A., Tischendorf, L., Mitchell, S., Lindsay, K., Georges, R., Hilaire, S., Recasens, J., Solé-Senan, X.O., Robleño, I., Bosch, J., Barrientos, J.A., Ricarte, A., Marcos-Garcia, M.Á., Miñano, J., Mathevet, R., Gibon, A., Baudry, J., Balent, G., Poulin, B., Burel, F., Tscharntke, T., Bretagnolle, V., Siriwardena, G., Ouin, A., Brotons, L., Martin, J.-L., Fahrig, L., 2019. Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 16442–16447.
- Snyder, W.E. 2019. Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. *Biological Control*, 135, 73–82.

- Stoeckli, S., Birrer, S., Zellweger-Fischer, J., Balmer, O., Jenny, M., Pfiffner, L. 2017. Quantifying the extent to which farmers can influence biodiversity on their farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 237, 224–233.
- 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.
- Tscharntke, T., Kruess, A. 1999. Habitat fragmentation and biological control, pp. 190–205. In: *Theoretical Approaches to Biological Control*, (Hawkins, B.A., Cornell, H.V. eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK; New York, NY, USA.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J.M., Rand, T.A., Didham, R.K., Fahrig, L., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T.O., Dormann, C.F., Ewers, R.M., Fründ, J., Holt, R.D., Holzschuh, A., Klein, A.M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D.A., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., Putten, W.H. van der, Westphal, C. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87, 661–685.
- Tyler, G.A., Green, R.E., Casey, C. 1998. Survival and behaviour of Corncrake *Crex crex* chicks during the mowing of agricultural grassland. *Bird Study*, 45, 35–50.
- van Dijk, W.F.A., Lokhorst, A.M., Berendse, F., de Snoo, G.R. 2015. Collective agri-environment schemes: How can regional environmental cooperatives enhance farmers' intentions for agri-environment schemes? *Land Use Policy*, 42, 759–766.
- van Klink, R., Bowler, D.E., Gongalsky, K.B., Swengel, A.B., Gentile, A., Chase, J.M. 2020. Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science*, 368, 417–420.
- van Rijn, P.C.J., Klompe, M., Elzerman, S., Vlaswinkel, M.E.T., Huiting, H. 2019. The role of flower-rich field margin strips for pollinators, natural enemies and pest control in arable fields. *Journal of Applied Ecology*, 143, 56–60.
- Veromann, E., Kaasik, R. 2019. *Põllumajandusmaa mitmekesisus*. Eesti Maaülikool, Tartu, 52 pp.
- Willow, J., Silva, A., Veromann, E., Smagghe, G. 2019. Acute effect of low-dose thiacloprid exposure synergised by tebuconazole in a parasitoid wasp. *PLoS ONE*, 14, e0212456.
- Wood, T.J., Holland, J.M., Goulson, D. 2017. Providing foraging resources for solitary bees on farmland: current schemes for pollinators benefit a limited suite of species. *Journal of Applied Ecology*, 54, 323–333.
- WWF, 2020. *Living Planet Report 2020 -Bending the curve of biodiversity loss*. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland, 159 pp.

Taimsete eeterlike õlide kasutamine kahjurite tõrjel

The use of plant essential oils on pest management

Riina Kaasik, Silva Sulg, Triin Kallavus, Eve Veromann

Eesti Maaülikool

► eve.veromann@emu.ee

Märksõnad: taimekaitse, kahjuritõrje, aromaatsed õlid

Sissejuhatus

Eeterlikud e aromaatsed õlid on kergesti lenduvad taimede sekundaarsed metaboliidid, mida leidub pea kõikides taimeosades: lehed, varred, juured, seemned (Ebadollahi ja Jalali Sendi, 2015). Inimesed on taimseid eeterlike õlisisid kasutanud erinevatel eesmärkidel juba iidsetest aegadest alates – nii kulinaarias maitsestamisel, meditsiinis, aroomiteraapias, farmaatsia-, kosmeetikatööstuses jne. Nende kasutusala dega võrreldes on suhteliselt hiljuti laienenud eeterlike õlide kasutamine kahjurite ja haiguste tõrjeks ka põllumajandusse, kasutades ära eeterlike õlide laiapõhist bioaktiivset mõju erinevatele organismidele. Bioaktiivsed võivad olla nii eeterlikud õlid ise kui ka nende põhilised koostisained, nagu näiteks monoterpeenid, sesquiterpenoidid, besenoidid, fenüülpropanoidid, tetranortriterpenoidid. Nad võivad olla nii biotsiitsed kui ka peletava toimega, kuid mõningaid neist seostatakse ka erinevate troofiliste tasandite vastastikmõjudega (Bassolé ja Juliani, 2012). Tulenevalt mitmekesisest biotsiidsest aktiivsusest ka bakterite, viiruste ja seente vastu on eeterlike õlide kasutamine perspektiivne paljudes erinevates valdkondades, sealhulgas taimekaitses.

Eeterlikud õlid

Taimed toodavad eeterlike õlisisid sekundaarse ainevahetuse käigus ning neil on oluline roll nii taimede infovahetuses, kaitse-, sigimis-, paljunemis- ja levimismehhanismides: meelitades erinevaid tolmeldajaid, herbivooride looduslikke vaenlasi ja seemnete levitajaid ning peletades herbivoore. Rohkem kui 17 500 liiki taimi toodavad eeterlike õlisisid, enim leidub neid huulõieliste (*Lamiaceae*), ruudiliste (*Rutaceae*), mürdiliste (*Myrtaceae*), ingveriliste (*Zingiberaceae*) ja korvõieliste (*Asteraceae*) hulgas (Regnault-Roger jt., 2012). Taimede spetsiifiline lõhn ja maitse on tingitud just antud liigile omasest eeterlike õlide koostisest, mis võib koosneda umbes 20–60 madala molekulmassiga aineist, peamiselt erinevate alkaloidide,

fenoolide ja terpeenide klassi kuuluvate ühendite erinevate vahekordadega segudest. Eeterlike õlide bioaktiivsus tuleneb enamasti üksikutest suurtes kontsentratsioonides esinevatest ainetest (Pavela, 2015a) ja väikese osakaaluga ainetel võib olla efektiivsuse suurendamise roll (Pavela, 2015b; Benelli jt., 2017; Pavoni jt., 2019). Seega on erinevatel koostisosadel segudes enamasti sünergistlik koosmõju, mistõttu nad täiendavad ja suurendavad erinevate toimetehhanismide efektiivsust. Kahjuritõrjevahendina tõstab eeterlike õlide potentsiaali oluliselt ka see, et koosnedes erinevate ainete segust, vähendab see kahjuritel resistentsuse arenemist.

Kuigi varasemalt inimeste poolt tarvilikuks osutunud taimi kasutatakse ka tänapäeval tihti samades valdkondades, on oluliselt suurenenud teave erinevate lenduvate ühendite koostise, nende osakaalude ja toimetehhanismide kohta, mis võimaldab eeterlike õlide ratsionaalsemat kasutust paljudes erinevates valdkondades, kosmeetikast põllumajanduseni (ülevaade: Pavoni jt., 2020).

Kahjuritõrje

Eeterlikel õlidel põhinevaid insektitsiide on intensiivsemalt toodetud viimase 20 aasta jooksul, peamiste taimedena on seni kasutust leidnud huulõieliste (*Lamiaceae*) sugukonnast erinevad mündid (*Mentha spp*), sh ka piparmünt (*Mentha piperita*), harilik rosmariin (*Rosmarinus officinalis*) ja aed-liivatee (*Thymus vulgaris*); loorberipuuliste (*Lauraceae*) sugukonnast harilik kaneelipuu (*Cinnamomum verum*), tee-malaleuka ehk teepuu (*Melaleuca alternifolia*); mürdiliste (*Myrtaceae*) sugukonnast sinine eukalüpt (*Eucalyptus globulus*) ja tseiloni nelgipuu (*Syzygium aromaticum*); kõrreliste (*Poaceae*) sugukonnast harilik sidrunhein (*Cymbopogon citratus*) ja jaava sidrunhein (*C. winterianus*); ruudiliste (*Rutaceae*) sugukonnast apelsin (*Citrus sinensis*).

Taimedes leiduvad eeterlikud õlid võivad mõjutada putukate kasvu ja arengut ja isegi kui need ei ole otseselt surmavad, mõjutavad eeterlikud õlid ainevahetust, moonet, käitumist ja erinevaid biokeemilisi reaktsioone. Meelialiste (*Meliaceae*) sugukonda kuuluvat neemipuud (*Azadirachta indica*) on taimekaitses kasutatud juba rohkem kui 4000 aastat (Philogène, 2005). Selles leiduvad erinevad biokeemilised ühendid mõjutavad putukate käitumist ja pärsivad nende arengut (Pavela, 2007). Häirides hormonaalset regulatsiooni, vähendab neemipuu õli peamine koostisosa asadirahtiin paljudesse erinevatesse seltsidesse (liblikalised, kahetiivalised, mardikalised, kiletiivalised, sarnastiivalised ja sihktiivalised) kuuluvate

putukate toitumist ning arengut (Ladd jt., 1984; Dorn jt., 1986; Koul jt., 1987; Ascher jt., 1989; Champagne jt., 1989; Zhu jt., 2001; Liu ja Liu, 2006; Pavela, 2007; Pavela jt., 2009). Karanjaõli, mida saadakse liblikõieliste sugukonda kuuluva vengepuu (*Millettia sp*) seemnete pressimisel, on samuti insektitsiidse mõjuga paljudele erinevatele putukatele ja lestadele (Roy jt., 2018; Sarmah jt., 2021).

Laialdaselt on uuritud eeterlike õlide potentsiaali laokahjurite kontrolli all hoidmiseks. Arengumaades põhjustavad erinevad putukkahjurid koristusjärgset saagikadu umbes 15% ja vähendavad ühtlasi ka saagi kvaliteeti (Kumar ja Kalita, 2017). Üheks oluliseks laokahjuriks on terापpurelane (*Rhyzopertha dominica*), kes on võimeline kahjustama rohkem kui 20% ladustatud viljast ja kelle tundlikkust eeterlike õlide suhtes on põhjalikult uuritud (Phillips ja Throne, 2010). Samuti on näiteks on lõhnav karusköömen (*Trachyspermum ammi*), aedtill (*Anethum graveolens*), aed-mustköömen (*Nigella sativa*), üheaastane puju (*Artemisia annua*) ja lippia (*Lippia alba*) andnud lootustandvaid tulemusi punase jahumardika (*Tribolium castaneum*) ja maisikärsaka (*Sitophilus zeamais*) tõrjel (Chaubey, 2007; Peixoto jt., 2015).

Nagu eespool kirjeldati, põhineb eeterlike õlide bioloogiline aktiivsus enamasti paaril suuremas koguses leiduval ühendil ja väiksemates kogustes esinevad ühendid suurendavad bioaktiivset võimet veelgi (Pavela, 2015b; Benelli jt., 2017; Pavoni jt., 2020). Näiteks rosmariiniga tehtud katsetest selgus, et peamiste koostisosade segu mõjus toksiliselt vaid 25% punasele kedriklestale (*Tetranychus urticae*), kuid tervikliku segu kasutamise korral ulatus suremus koguni 90%-ni (Miresmailli jt., 2006). Sarnane efektiivsuse tõus leiti ka näiteks litsea (*Litsea pungens*) eeterlike õlide mõju uurimisel pintselöölasele (*Trichiplusia ni*), kes on oluline kapsakahjur (Jiang jt., 2009).

Kuigi eeterlikel õlidel põhinevad tööstuslikult toodetud preparaadid on olnud kaubandusvõrgus kättesaadavad lühikest aega, on need siiski näidanud, et on efektiivsed ka põllutingimustes (Isman, 2020a). Näiteks eeterlikul õlil põhineva insektitsiidi Ecotec TM toime oli tubakakarilasele (*Bemisia tabaci*), virsiku lehetäile (*Myzus persicae*) ja uitöölasele (*Spodoptera exigua*) sama mõjuga kui püretroidide klassi kuuluv insektitsiid Pyganic^R, kalifornia ripslase (*Frankliniella occidentalis*) ja virsiku lehetäi tõrjel aga sama efektiivne kui spinosad (Isman jt., 2011). Samuti olid preparaadid PrevAM^R ja Requiem^R virsiku ja kurgi-lehetäi (*Aphis gossypii*) tõrjel sama efektiivsed kui sünteetiliste insektitsiidide toimeained flonikamiid ja

spirotetramaat (Smith jt., 2018), mis on laialdaselt kasutatavad erinevate lehetäide ja lestade tõrjeks, ka Eestis (“Taimekaitsevahendite register,” 2022).

Biofungitsiidid ja bioherbitsiidid

Eeterlike õlide taimekaitseline tähtsus ei piirne vaid putukatõrjega, intensiivselt uuritakse ka nende efektiivsust alternatiivsete tõrjevahenditena taimehaiguste ja umbrohtude vastu, et vähendada sünteetiliste toimeainetega preparaatide kasutamist. Nii eeterlike õlide kui taimeekstraktide põhjal loodud bioherbitsiidid on valguse ja temperatuuri käes kiiresti lagunevad ning seetõttu ei ladestu ega kumuleeru keskkonnas, muutes nad, võrreldes sünteetiliste herbitsiididega, atraktiivsemaks. Võrreldes sünteetiliste taimekaitsevahenditega võib eeterlike õlide kasutamisel olla puuduseks hoopis pikk toimeaeg, õlide erinev toimeainete sisaldus või tootmise hind (Zimdahl, 2013). Näiteks hariliku nelgipuu (*Eugenia caryophyllus*) eeterlik õli on olnud efektiivne paljude umbrohtude tõrjel, kuid kontsentratsioon, mis on vajalik tõhusa tõrje saavutamiseks, muudab kasutamise väga kulukaks (Tworkoski, 2002). Samas on lootustandvaid tulemusi saadud sidrunheinast (*C. citratus* sün. *C. flexuosus*) saadud eeterliku õliga läbiviidud katsetes. Peamiseks bioaktiivseks ühendiks selles õlis on terpenoid tsitraal.

Kitsaskohad

Uuringud eeterlike õlide kasutamise võimaluste kohta põllumajanduses on näidanud, et neil on erinevate taimekahjustajate (putukad, haigused) ja umbrohtude tõrjes potentsiaali, kusjuures on välja toodud ka võimalikke toimivaid lahendusi nii labori kui tootmispõllu tingimustes. Siiski on endiselt mitmeid aspekte, mis muudavad laialdase ülemineku eeterlikel õlidel põhinevatele pestitsiididele endiselt väljakutset pakkuvaks.

Taimedest saab eeterlike õlisid eraldada erinevatel meetoditel – kuiv-, määrg- või kuummeetodil destilleerides või pressides neid erinevatest taimeosadest (Pavela, 2015a). Erinevaid meetodeid kasutades on saadavas õlis erinev kogus ja vahekord ühendeid, mistõttu võib eri meetoditel eraldatud õlide toime olla erinev. Willow jt. (2020) uurisid erinevate eeterlike õlide mõju naeri-hiilamardikale (*Brassicogethes aeneus*). Võrreldes nende toimet jõuti järeldusele, et erinevused putukate suremuses olid tingitud eelkõige preparaatides sisalduvate toimeainete erinevatest kogustest. Eeterlike õlide koostist analüüsides tuleb võtta arvesse, et erinevused

toimeainete sisalduses võivad tekkida ka sellest, millises taimekasvufaasis õli eraldati, koostist mõjutavad ka kasvutingimused ja koristusaeg (Masotti jt., 2003; Figueiredo jt., 2008; Schmidt, 2010). Kokkuvõttes on väga raske tagada eeterlikel õlidel põhinevate toodete stabiilselt identset koostist. Samas on positiivse näitena olemas bioinsektitsiid Requiem®, mis põhineb algselt taimedest eraldatud terpeenidel, kuid tootmine põhineb sünteetilistel terpeenidel (Isman, 2020a).

Olenemata praeguseks juba palju uuritud valdkonnast ja teadmistest erinevate lenduvate ühendite toimemehhanismidest (Pavoni jt., 2020), on nende laialdasel kasutamisel siiani veelgi takistusi: eeterlikud õlid ei lahustu vees, on kergesti lenduvad ja neil on lühike lagunemisaeg, mis kokkuvõtlikult muudab nende põllutingimustes käsitlemise keeruliseks (Pavoni jt., 2019). Eeterlike õlide koostises olevad lenduvad ühendid on struktuurilt sarnased teiste sama grupi ühenditega ja võivad kiiresti muunduda kas ensümaatilisel või keemiliselt käivitatud oksüdatsiooni-, isomerisatsiooni-, tsükliseerimis- või dehüdrogeenimisreaktsioonidega (Turek ja Stintzing, 2013). Samuti on eeterlikud õlid kergesti lagunevad ja poolstusaeg, mis sõltub küll erinevatest keskkonnatingimustest, jääb tihti alla 24 tunni (Isman jt., 2011; Turek ja Stintzing, 2013).

Kuigi eeterlikke õlised kirjeldatakse ja soovitatakse tihti kui keskkonnasõbralikke alternatiive sünteetilistele pestitsiididele peamiselt nende väiksema toksiline mõju tõttu keskkonnale (Roy jt., 2010a, 2010b), ei ole nende kasutamine alati tingimata ohutu. Paljud taimed ja samuti ka nende baasil toodetud produktid võivad olla mitte-sihtrühma liikidele ülimalt mürgised (Sulg jt. avaldamata andmed). Kõrgetes kontsentratsioonides võivad kõik õlid, sh ka eeterlikud õlid, olla taimedele fütotoksilised ning vajavad seetõttu erinevate mõjude kindlakstegemiseks ja kasutusriskide hindamiseks põhjalikke riskihinnanguid (Isman, 2020b).

Järeldused

Järjest enam vajab põllumajandus taimekaitsevahendeid, mis oleks sünteetilistest pestitsiididest keskkonnasõbralikumad, ohutumad mitte-sihtrühmadele, sealhulgas ka inimesele. Taimsete eeterlike õlide plussiks on see, et nad lagunevad keskkonnas kiirelt, ei jäta jääke keskkonda ja lõpp-produktidesse ning nende baasil loodud taimekaitsevahendid on näidanud taimekaitses häid tulemusi. Hetkel piiravad nende laialdast kasutuselevõttu eeterlike õlide muutuv koostisosade sisaldus, puuduvad teadmised, kuidas neid põllutingimustes stabiilsemaks muuta

ja milline on nende mõju mitte-sihtrühma liikidele. Jätksuutliku põllumajanduse, puhtama keskkonna ja toidu jaoks on meil vaja astuda julgemaid samme ning kasutada meile kättesaadavaid loodusressursse targalt.

Tänuavaldused. Töö valmis Eesti teadusagentuuri toetusel (PRG1056 – Uudne jätkusuutlik RNAi-tehnoloogial põhinev lahendus rapsikahjurite tõrjeks).

Kirjandus

- Ascher, K.R.S., Strelake, M., Schmidt, G.H., Warthen, J.D. 1989. The antifeedant effect of neem seed kernel extract and azadirachtin on nymphs of *Eyprepocnemis plorans*. *Phytoparasitica*, 17, 167.
- Bassolé, I.H.N., Juliani, H.R. 2012. Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*, 17, 3989–4006.
- Benelli, G., Pavela, R., Canale, A., Cianfaglione, K., Ciaschetti, G., Conti, F., Nicoletti, M., Senthil-Nathan, S., Mehlhorn, H., Maggi, F. 2017. Acute larvicidal toxicity of five essential oils (*Pinus nigra*, *Hyssopus officinalis*, *Satureja montana*, *Aloysia citrodora* and *Pelargonium graveolens*) against the filariasis vector *Culex quinquefasciatus*: Synergistic and antagonistic effects. *Parasitology International*, 66, 166–171.
- Champagne, D.E., Isman, M.B., Towers, G.H.N. 1989. Insecticidal Activity of Phytochemicals and Extracts of the *Meliaceae*, in: *Insecticides of Plant Origin*, ACS Symposium Series. American Chemical Society, pp. 95–109.
- Chaubey, M.K. 2007. Insecticidal activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Aneethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) essential oils against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Agricultural Research*, 2, 596–6005.
- Dorn, A., Rademacher, J.M., Sehn, E. 1986. Effects of azadirachtin on the moulting cycle, endocrine system, and ovaries in last-instar larvae of the milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus*. *Journal of Insect Physiology*, 32, 231–238.
- Ebadollahi, A., Jalali Sendi, J. 2015. A review on recent research results on bio-effects of plant essential oils against major Coleopteran insect pests. *Toxin Reviews*, 34, 76–91.
- Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G., Scheffer, J.J.C. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 23, 213–226.
- Isman, M.B. 2020a. Commercial development of plant essential oils and their constituents as active ingredients in bioinsecticides. *Phytochemistry Reviews*, 19, 235–241.
- Isman, M.B. 2020b. Bioinsecticides based on plant essential oils: a short overview. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 75, 179–182.
- Isman, M.B., Miresmailli, S., Machial, C. 2011. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochemistry Reviews*, 10, 197–

- Jiang, Z., Akhtar, Y., Bradbury, R., Zhang, X., Isman, M.B. 2009. Comparative toxicity of essential oils of *Litsea pungens* and *Litsea cubeba* and blends of their major constituents against the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 4833–4837.
- Koul, O., Amanai, K., Ohtaki, T. 1987. Effect of azadirachtin on the endocrine events of *Bombyx mori*. *Journal of Insect Physiology*, 33, 103–108.
- Kumar, D., Kalita, P. 2017. Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries. *Foods*, 6, 8.
- Ladd, T.L., Jr., Warthen, J.D., Jr., Klein, M.G. 1984. Japanese Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae): The effects of azadirachtin on the growth and development of the immature forms. *Journal of Economic Entomology*, 77, 903–905.
- Liu, T.-X., Liu, S.-S. 2006. Experience-altered oviposition responses to a neem-based product, Neemix®, by the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Pest Management Science*, 62, 38–45.
- Masotti, V., Juteau, F., Bessière, J.M., Viano, J. 2003. Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7115–7121.
- Miresmailli, S., Bradbury, R., Isman, M.B. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science*, 62, 366–371.
- Pavela, R. 2015a. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. *Industrial Crops and Products*, 76, 174–187.
- Pavela, R. 2015b. Acute toxicity and synergistic and antagonistic effects of the aromatic compounds of some essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say larvae. *Parasitology Research*, 114,
- Pavela, R. 2007. Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection. *Pest Technology*, 1, 47–52.
- Pavela, R., Kazda, J., Herda, G. 2009. Effectiveness of Neem (*Azadirachta indica*) insecticides against Brassica pod midge (*Dasineura brassicae* Winn.). *Journal of Pest Science*, 82, 235–240.
- Pavoni, L., Benelli, G., Maggi, F., Bonacucina, G. 2019. Chapter 5 - Green nanoemulsion interventions for biopesticide formulations, in: Koul, O. (Ed.), *Nano-Biopesticides Today and Future Perspectives*. Academic Press, pp. 133–160.
- Pavoni, L., Perinelli, D.R., Bonacucina, G., Cespi, M., Palmieri, G.F. 2020. *An Overview of Micro- and Nanoemulsions as Vehicles for Essential Oils: Formulation, Preparation and Stability*. *Nanomaterials*, 10, 135.
- Peixoto, M.G., Bacci, L., Fitzgerald Blank, A., Araújo, A.P.A., Alves, P.B., Silva, J.H.S., Santos, A.A., Oliveira, A.P., da Costa, A.S., Arrigoni-Blank, M. de F. 2015. Toxicity and repellency of essential oils of *Lippia alba* chemotypes and their major monoterpenes against stored grain insects. *Industrial Crops and Products*, 71, 31–36.

- Phillips, T.W., Throne, J.E. 2010. Biorational Approaches to Managing Stored-Product Insects. *Annual Review of Entomology*, 55, 375–397.
- Philogène, B.J.R. 2005. Botanicals: yesterday's and today's promises. *Biopesticides of plant origin* 1–15.
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., Arnason, J.T. 2012. Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World. *Annual Review of Entomology*, 57, 405–424.
- Roy, S., Gurusubramanian, G., Mukhopadhyay, A. 2010a. Neem-based integrated approaches for the management of tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Miridae: Heteroptera) in tea. *Journal of Pest Science*, 83, 143–148.
- Roy, S., Handique, G., Bora, F.R., Rahman, A. 2018. Evaluation of certain nonconventional plant based oils against red spider mite of tea. *Journal of Environmental Biology*, 39, 1–4.
- Roy, S., Mukhopadhyay, A., Gurusubramanian, G. 2010b. Baseline susceptibility of *Oligonychus coffeae* (Acarina: Tetranychidae) to acaricides in North Bengal tea plantations, India. *International Journal of Acarology*, 36, 357–362.
- Sarmah, M., Talukdar, T., Handique, G., Roy, S. 2021. *Millettia pinnata* and *Sesamum indicum* seed oil based green pesticide formulations for the management of tea red spider mite, *Oligonychus coffeae* Nietner (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 41,
- Schmidt, E. 2010. *Production of Essential Oils*, in: *Handbook of Essential Oils*. CRC Press, pp. 83–119.
- Smith, G.H., Roberts, J.M., Pope, T.W. 2018. Terpene based biopesticides as potential alternatives to synthetic insecticides for control of aphid pests on protected ornamentals. *Crop Protection*, 110,
- Taimekaitsevahendite register [WWW Document], 2022.
<https://portaal.agri.ee/avalik/#/taimekaitse/taimekaitsevahendid-otsing/et> (vaadatud 5.6.22).
- Turek, C., Stintzing, F.C. 2013. Stability of essential oils: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, 40–53.
- Tworowski, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. *Weed Science*, 50, 425–431.
- Willow, J., Sulg, S., Kaurilind, E., Silva, A.I., Kaasik, R., Smagghe, G., Veromann, E. 2020. Evaluating the effect of seven plant essential oils on pollen beetle (*Brassicoglyphus aeneus*) survival and mobility. *Crop Protection*, 134, 105–181.
- Zhu, B.C.R., Henderson, G., Chen, F., Fei, H., Laine, R.A. 2001. Evaluation of vetiver oil and seven insect-active essential oils against the Formosan Subterranean termite. *Journal of Chemical Ecology*, 27, 1617–1625.
- Zimdahl, R.L. 2013. *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press.

Maakirbu *Phyllotreta cruciferae* esmasleiud EMÜ Eerika katsepõllul Tartus

First findings of *Phyllotreta cruciferae* in Eerika
experimental field, in Tartu, Estonia

Eha Kruus, Angela Ploomi, Marju Varblane, Luule Metspalu

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► eha.kruus@emu.ee

Märksõnad: *Phyllotreta cruciferae*, levikuala laienemine, antiksenoos

Sissejuhatus

Ühed majanduslikult olulisemad hüppikpoilased kuuluvad perekonda lehesõtkel *Phyllotreta* (Coleoptera: Halticinae). Perekond *Phyllotreta* Chevrolat, 1836 hõlmab rohkem kui 200 liiki, kuigi Põhja-Euroopas teatakse neist vaid 27 (Beetle-Base, 2022), kellest Lätis on registreeritud 13 (Bukejs, 2011) ja Eestis seni 11 liiki (Silfverberg, 2010). Eesti Maaülikooli taimetervise õppetooli rakendusentomoloogid on aastaid uurinud ristöieliste kahjureid Tartu Eerika katsealal, kust on leitud 7 liiki maakirpe: harilik maakirp (*Phyllotreta undulata* Kutschera, 1860), suur maakirp (*P. nemorum* Linnaeus, 1758), kurmtriibuline maakirp (*P. striolata* Illiger, 1803), sinihelk-maakirp (*P. nigripes* Fabricius, 1775), must maakirp (*P. atra* Fabricius, 1775), mädarõika-maakirp (*P. armoracea* Koch, 1803) ja kõrsvilja maakirp (*P. vittula* Redtenbacher, 1849) (Hiiesaar jt., 2003, 2009; Metspalu jt., 2014, 2016; Kiis, 2016; Laugen, 2017; Meltsas, 2018).

Tähtsaimate ristöieliste kahjurite seas on nii Kesk- kui Ida-Euroopas, aga samuti Põhja-Ameerikas tuntud maakirbu liik *Phyllotreta cruciferae* (Goeze, 1777), kes kahjustab peamiselt suvirapsi, kapsaid, rõikaid jt ristöielisi põllu- ja aia- kultuure. Sellel liigil eestikeelne nimi puudub. Kõige probleemsemateks on osutunud talvitunud põlvkonna mardikad, kes kevadel toituvad noortel mahlakatel tõusmetel. Varane kahjustus põhjustab taimede arengu pidurdumist, tühimikke taimikus, saagi ebaühtlast valmimist ning seemnesaagi ikaldust. *P. cruciferae*, aga ka teiste ristöielisi kahjustavate maakirpude tõhusat tõrjet pärsib mardikate võime muutuda pestitsiidiresistentseteks ning kasutamiseks registreeritud insektitsiidide valiku vähenemine.

Lähiriikidest esineb *P. cruciferae* Rootsis, Taanis, Leedus ja Lätis (Silfverberg, 2010), kuid meile teadaolevalt ei olnud senini selle liigi leide Eestis registreeritud.

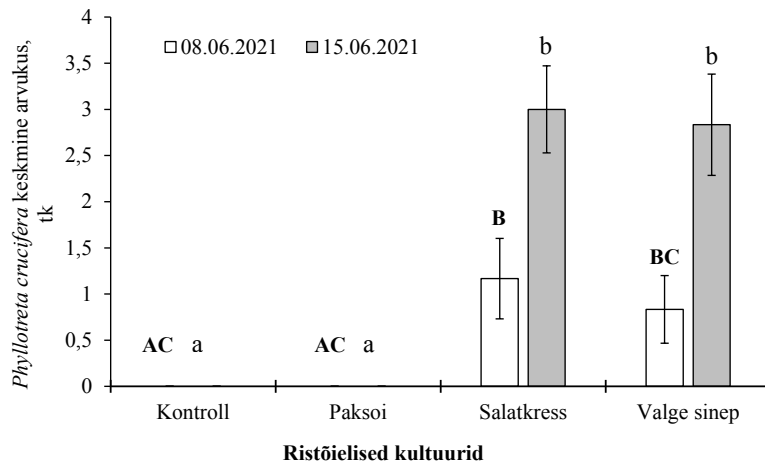
Siiski on Haberman (1962) kirjeldanud musta maakirbu (*P. atra*) üleni metalse helgiga vormi kui v. *cruciferae*. Kuid ka PlutoF Taxonomy, mis koondab kirjeid Eesti zooloogilistest teaduskogudest, registreerib hetkeseisuga 95 musta maakirbu isendit, aga ei sisalda ühtegi märget *P. cruciferae* kui liigi esinemise kohta (PlutoF, 2022). Mõeldav on siiski, et varasemad ebatüüpised eksemplarid määrati põhiliigi hulka, sest enim musta maakirbu säilikuide on hoiul vanemates kollektsioonides, mis koguti enne II Maailmasõda ja võimalikke erinevusi käsitleti musta maakirbu variatsioonina (PlutoF, 2022). Käesoleva töö eesmärk on tutvustada leitud kui teadaolevalt uut olulist kahjuriliiki Eestis.

Materjal ja metoodika

Ristõieliste kultuuride põldkatse rajati 11.05.2021. a Eerikale EMÜ taime-tervise õppetooli katsealale kuues korduses. Lapi suurus oli 140 × 200 cm, lappide vahed 70 cm. Ristõieliste seemned hangiti eelmise aasta katsest Eerikal (kress-salat ja valge sinep) ning seemnete jaemüügist (paksoi, kaalikas 'Kohalik sinine'). Põhikultuur (kaalikas) külvati kahes reas 40 cm vahega, külvinormiga 1,5 kg ha⁻¹, mis teisendati 20 idanevaks seemneks jooksva meetril. Kõrvalkultuurid (kress-salat, valge sinep ja paksoi) külvati kahe kaalikarea kõrvale katselapi mõlemale äärel. Kontrollvariandis oli vaid kaalikas. Maakirpe püüti kahaga vaatlusperioodi jooksul kaks korda, 08. juunil ja 15. juunil, maakirpude maksimaalse esinemise perioodil. Üks kahapüügi proov koosnes kolmest löögist katselapi äärmistes reavahedest taimedega paralleelses suunas (kokku 6 lööki lapi kohta). Kogutud putukad säilitati liikide määramiseni laboris sügavkülmutikus. Määramiste käigus maakirbud loendati ja määrati stereomikroskoobi abil nende liigiline koosseis. Määranguteks kasutati Eesti hüpikpoilaste määrajat (Haberman, 1962) ning labori referentskogu. Teada-tuntud liikidest erinev, ebatüüpilise välimusega isendite paar saadeti kontrolliks entomoloogia (sh koleopteroloogia) spetsialistile dr Heino Õunapile, kes kinnitas esialgse kahtluse ja andis liigi määrangu (*P. cruciferae*). Seejärel töötasime kogu materjali uuesti kaks korda läbi ja võrdlesime kõikide mustade maakirpude väliseid morfoloogilisi tunnuseid (tabel 1) kinnitatud referentseksemplaridega.

Tulemused ja arutelu

Maakirpu *P. cruciferae* leiti konservatiivsel hinnangul kokku 38 isendit (joonis 1). Nende eksemplaride kehakuju ja eesselga, kattetiibu ning pead kattev



Joonis 1. *Phyllotreta cruciferae* esinemine kahapüükides kahel püügipäeval erinevatel kultuuridel EMÜ taimetervise katsealal Tartus Eerikal. Joonisel on esitatud keskmised koos standardveaga. Erinevad tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulist erinevust (suured tähed on esimene püük, väikesed tähed on teine püük).

Tabel 1. Ristõieliste mustade maakirpude morfoloogilised tunnused (Haberman, 1962 ja Bienkowski, 2004 järgi).

Määrang	Must maakirp, <i>Phyllotreta atra</i>	<i>Phyllotreta cruciferae</i>	Sinihelk-maakirp, <i>Phyllotreta nigripes</i>
Suurus	1,9–2,8 mm	1,8–2,5 mm	2,0–2,8 mm
Tagasääred ja käpad	Sääred mustad, põlved ja käpad kergelt punakad. Isastel esimene käpalüli pisut laienevad.	Pruunid, põlved punakad	Mustjaspruunid, heledamate põlvedega
Tundlad	A1 tume, või alaküljelt ja tipust punakas, A2-3 roostepunased kuni pigipruunid	A1 üleni või ainult aluselt tume; vähemalt A2-3 heledamad kui teised lülid	A1-11 mustad või A1-2, A2-3 ja A3-4 liitekohad mustjaspruunid
Pea	Laup ja kiirmik robustelt ja tihedalt punkteeritud	Laup ja kiirmik tugeva punkteeringuga kaetud.	Laupa ja kiirmikku katab üleni hajus punkteering
Selg	Must või väga nõrga metalja roheka helgiga. Õlamõhn tugev. Kattetiibade punktsioon sügav, tugev, reastatud.	Iseloomulik tugev metaljas roheline või sinakas helk, eesseljal enamasti, kattetiibadel harva vaskse varjundiga.	Iseloomulik tugev metaljas sinine või rohekas helk. Kattetiivad ja eesselg kaetud tiheda peene punkteeringuga.

punkteering ning tundlate värvus on küllalt sarnane musta maakirbuga, aga erinevalt sellest liigist, oli nende keha nii üla- kui alakülgl kaetud märgatava metall-rohelise kuni pronksja helgiga. Paraku on tegemist tunnusega, mis oludest sõltuvalt varieerub ning ka musta maakirbu hulgas võib olla isendeid, kes võivad teatava nurga all valgustatuna näida roheka helgiga. Siiski, kolme liiki (must maakirp, sinihelk-maakirp ja *P. cruciferae*) kõrvutades oli mikroskoobi all võimalik neid omavahel eristada. Tuleb märkida, et eksimise risk on ikkagi püsivalt kõrge, arvestades, et katsealal oli mõlemas väljapüügis dominantliigiks must maakirp, keda koguti katseperioodil kokku 1183 isendit. Sellises massis oli üksikute teistsuguste tunnustega mustade mardikate leidmine keeruline.

Peremeestaime valiku ja sobivuse otsustavad maakirbud peamiselt taimede keemiliste stiimulite, sj atraktiivsete ja repellentsete lõhnasignaalide, toitumisstiimulite või söömapärssivate ainete sisalduse ehk maitsmismeele, aga ka värvitaju jt nägemismeele stiimulite alusel. Maakirbu *P. cruciferae* toitumiskäitumist on tema esinemisaladel põhjalikult uuritud ja on leitud, et peremeestaimeks eelistatud rapsi *Brassica napus* kõrval on tema valikutes olnud ka krambe (*Crambe abyssinica*), valge sinepi (*Sinapis alba*) ja õlituder (*Camelina sativa*) (Henderson jt., 2004). Siiski, valik- ja valikuta katsetes tarbisid mardikad kaks korda rohkem rapsi kui valge sinepi lehestikku (Bodnaryk ja Lamb, 1991). Sellist negatiivset eelistust ehk antiksenoosi põhjustavad toitumisdeterrendid, mis valgel sinepil on lenduvad, krambe puhul aga mittelenduvad ühendid (Henderson jt., 2004). Nii osutus ka meie väljapüükides mõnevõrra vähemarvukamaks valgelt sinepilt saadud *P. cruciferae* hulk, võrreldes salatkressiga, ehkki erinevused ei olnud statistiliselt olulised. Katsetaimede säästmiseks ei kahatatud piki taimerida, vaid reavahedes, mistõttu pole võimalik konkreetselt öelda, kas isendid toitusid põhi- või kõrvalkultuuril. Nagu sedastasid Bodnaryk ja Lamb (1991), kinnitas ka meie katse, et antiksenoos avaldus tugevamini varasemal püüginädalal noorematel sinepitaimedel, mil ristõielised on üldiselt maakirbukahjustusest enam ohustatud. Hariliku maakirbu arvukus kahapüügis vähenes seevastu teisel nädalal kõikides katsevariantides, samas kui salatkressi variandis täheldasime musta maakirbu arvu tõusu, kuid teistes langust. Seega väärrib valge sinepi potentsiaal kaalika (või rapsi) kui põhikultuuri kõrvalkultuurina täiendavaid uuringuid just integreeritud taimekaitse aspektist.

Järeldused

Uue maakirbuliigi määrang tõstatab küsimuse, kas tegu on värske invasiooniga või esines liiki vähearvuka populatsioonina siin varemgi. Viimast võimalust toetab teadmine selle liigi laiast levilast ja esinemisest meie naaberriikides. Seega tõuseb päevakorda küsimus vanemate mardikakollektsioonide säilikute läbivaatlusest, kontrollimisest ja vajadusel ümbermääramisest. Kuigi igal maakirbuliigil avaldub toidutaimede koloniseerimismuster isemoodi, pole esialgu siiski alust arvata, et *P. cruciferae* osutuks meil teistest ristõieliste maakirpudest oluliselt ohtlikumaks, kuna tema arvukus on praegu siiski suhteliselt tagasihoidlik. Meie varasemad ristõieliste maakirpude uuringud on näidanud, et neil on toidutaimede eelistustes suuri erinevusi. Sama muster kordus ka *P. cruciferae* puhul, kus paksoilt ega kaalikalt seda liiki ei leitud. Seega teades maakirpude meelistaimi saab neid rakendada püünistena, hoides kahjuri põhikultuurilt eemal.

Tänuavaldused. Uurimistöö valmis Haridu- ja Teadusministeeriumi programmi IUT 36-2 „Jätkusuutlik taimekaitse: ökosüsteemi teenuste rakendamine taimekasvatuses“ toel. Täname Toomas Tõrrat jt Rõhu Katsejaama töötajaid ning Märt Kruusi tõhusa koostöö eest. Eriline tänu liikide määramise ja referentskogu koostamise eest kuulub dr. Heino Õunapile.

Kirjandus

- Bieńkowski, A.O. 2004. *Leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of the Eastern Europe. New key to subfamilies, genera and species.* Moscow. Mikron-print Publ. 278 p.
- Bodnaryk, R. P., Lamb, R. J. 1991. Mechanisms of resistance to the flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze), in mustard seedlings, *Sinapis alba* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 71(1), 13–20.
- Bukejs, A. 2011. A New Record of *Phyllotreta astrachanica* Lopatin, 1977 (Coleoptera: Chrysomelidae) from Latvia: A Flea Beetle New to the Eastern Baltic Region. *Journal of the Entomological Research Society*, 13(1), 103–106.
- Haberman, H. 1962. *Eesti hüppikpoilased: Chrysomelidae, Halticinae.* Eesti NSV Teaduste Akadeemia. Tartu. 220 lk.
- Henderson, A.E., Hallett, R. H., Soroka, J.J. 2004. Prefeeding behavior of the crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae*, on host and nonhost crucifers. *Journal of Insect Behavior*, 17(1), 17–39.
- Hiisaar, 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(2), 123–130.
- Hiisaar, K., Williams, I. H., Luik, A., Metspalu, L., Muljar, R., Jõgar, K., Karise, R., Mänd, M., Svilponis, E., Ploomi, A. 2009. Factors affecting cold hardiness in the small

- striped flea beetle, *Phyllotreta undulata*. *Entomolia Experimentalis et Applicata*, 131, 278–285.
- Kiis, K., 2016. *Maakirbud ristõielistel kultuuridel*. Magistritöö, EMÜ.
- Laugen, K. 2017. *Küüslauguekstraktide mõju maakirpude arvukusele ja liigilisele koosseisule*. Magistritöö, EMÜ.
- Meltsas, P.-R. 2018. *Püünistaimed maakirpude tõrjes*. Magistritöö, EMÜ.
- 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.
- Metspalu, L., Kiis, K., Jõgar, K., Ploomi, A., Hiiesaar, K. 2016. Ristõieliste maakirbud valivad peremeestaimi. *Eesti taimekaitse* 95, 15–18
- PlutoF, 2022. <https://plutof.ut.ee/> (13.05.2022).
- Silfverberg, H. 2010. *Enumeratio renovata Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae*. *Sahlbergia*, 16(2), 1–144.

Muutused ÜPT, KSM ja MAHE toetuse taotlejate keskkonnateadlikkuses 2017. ja 2021. aasta e-küsitluse andmetel

Changes in environmental awareness of applicants for Single Area Payment Scheme (SAPS), Environmental Friendly Management (EFM) and Organic Farming (OF) support based on e-surveys in 2017 and 2021

Maris Kruuse, Piia-Liisa Koll, Ere Ploomipuu, Karli Sepp

Põllumajandusuuringute Keskus

► maris.kruuse@pmk.agri.ee

Märksõnad: pindala- ja loomatoetused, keskkonnateadlikkus, Hea Põllumajandustava, kliimamuutused, e-küsitlus

Sissejuhatus

Keskkonda säästev ja jätkusuutlik tegutsemine on oluline igas valdkonnas. Ka Eesti maaelu arengukava (MAK) üheks eesmärgiks on soodustada põllumajandusmaa keskkonnasõbralikku kasutamist. Põllumajanduskeskkonna heas seisus säilimise seisukohast on olulise tähtsusega seal toimetavate inimeste keskkonnateadlikkus. Seetõttu korraldab Põllumajandusuuringute Keskus (PMK) regulaarselt pindala- ja/või loomatoetuste taotlejate küsitlusi, mille eesmärgiks on välja selgitada põllumajandustootjate üldine teadlikkus keskkonda puudutavates küsimustes, levinumad tegevuspraktikad, hinnangud oma keskkonnavaluste teadmiste kohta ning MAK toetuste (nõuete) kohta. Eelmise e-küsitluse viis PMK läbi MAK 2014–2020 hindamise raames 2017. aastal ja 2021. aasta lõpus tehti kordusküsitlus, et hinnata, mil määral on tootjate teadlikkus, hinnangud ning tegevuspraktikad käimasoleva MAK perioodi jooksul muutunud.

Materjal ja metoodika

Töös on analüüsitud 2017. aasta alguses ning 2021. aasta lõpus läbiviidud põllumajandustootjate e-küsitluste vastuseid. 2017. aastal saadeti küsimustik isikutele ning ettevõtetele, kes olid 2015. ja/või 2016. aastal taotlenud pindala- ja/või loomatoetusi. Kui üks ja sama aadress oli kontaktiks mitmel toetuse taotlejal, jäi e-kirja saaja otsustada, missugusest ettevõttest lähtudes ta küsitlusele vastab. Küsimustik saadeti 10545 e-mailile (57% taotlejate koguarvust). Küsimustikule laekus 3328 vastust (vastamisaktiivsus 32%), kuid neist oli lõpuni vastatud 2560 ankeeti. Analüüsi kaasati ainult lõpuni vastatud ankeedid.

2021. aastal saadeti küsimustik kõikidele tootjatele, kes olid 2020. aastal taotlenud pindala- ja/või loomatoetusi ning kel oli Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) andmebaasis e-maili aadress. Kui üks e-maili aadress oli kontaktiks mitmel toetuse taotlejal, siis oli küsitluskutse saajal võimalus vastata eraldi iga ettevõtte eest, mille kontaktisikuks ta oli. Põhiankeet saadeti 12 530-le põllumajandustootjale (92% taotlejate koguarvust). Põhiküsimustikule laekus 3474 vastust (vastamisaktiivsus 28%), analüüsi kaasati sarnaselt 2017. aasta uuringuga ainult lõpuni vastatud ankeedid, neid oli 2712. Käesolevas artiklis võrreldakse ühtse pindalatoetuse (ÜPT), keskkonnasõbraliku majandamise toetuse (KSM) ja mahepõllumajandusliku tootmise toetuse (MAHE) taotlejate keskkonnateadlikkust ja suhestumist kliimamuutuste temaatikaga. ÜPT tootjatest kajastatakse vaid neid, kes taotlesid ÜPT toetust, kuid ei taotlenud lisaks KSM või MAHE toetust (ent võisid taotleda muid toetusi). ÜPT gruppi kuulus 2017. aastal 1922 ja 2021. aastal 1856 vastanut, KSM gruppi vastavalt 292 ja 405 ning MAHE gruppi 250 ja 345 vastanut.

Tulemused ja arutelu

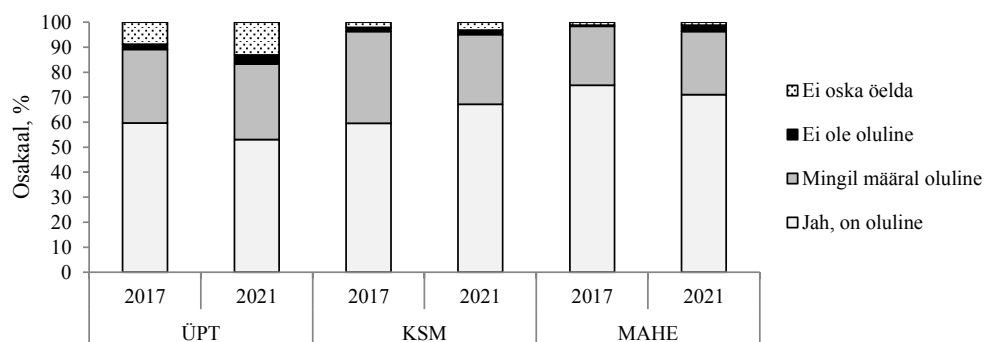
Nii 2017. kui 2021. aastal küsiti, kas keskkonnakaitsele tähelepanu pööramine on olnud vastajate ettevõtetes olulisel kohal (PMK, 2018; PMK, 2022). Positiivselt eristusid MAHE tootjad, kelle hulgas pidas keskkonnakaitset oluliseks 71% (2017. a 75%) ning mingil määral oluliseks 25% (2017. a 24%) (joonis 1). Võrreldes KSM ja eriti ÜPT grupiga (vastavalt 67% ja 53%) on MAHE tootjate seas keskkonnakaitse oluliseks pidajaid märgatavalt rohkem.

Põllumajandustootjaid motiveeris enim keskkonnasõbralikult majandama looduskeskkonna säilitamine tulevastele põlvetele. MAHE grupist vastas 2021. a nõnda 76%; 2017. a peaaegu sama palju – 75%. Suhteliselt kõrge oli MAHE tootjatel ka enda huvi (2021. a 70% ehk 4% vähem kui 2017. a) majandada keskkonda kaitsvalt (joonis 2). Toetused motiveerisid kõrgelt KSM tootjaid (2021. a 70%) ja mõnevõrra vähem MAHE tootjaid (2021. a 56%). ÜPT tootjaid motiveerisid toetused aga märgatavalt vähem. Seadusandlus motiveeris keskkonnasõbralikult majandama pigem KSM tootjaid (2021. a 29%, mida oli 10% vähem kui 2017. a). Konsulentide nõuanded motiveerisid 9,6% MAHE tootjatest, teisi vähem. Miski ei motiveerinud 3% ÜPT taotlejatest ning 1% KSM ja MAHE tootjatest.

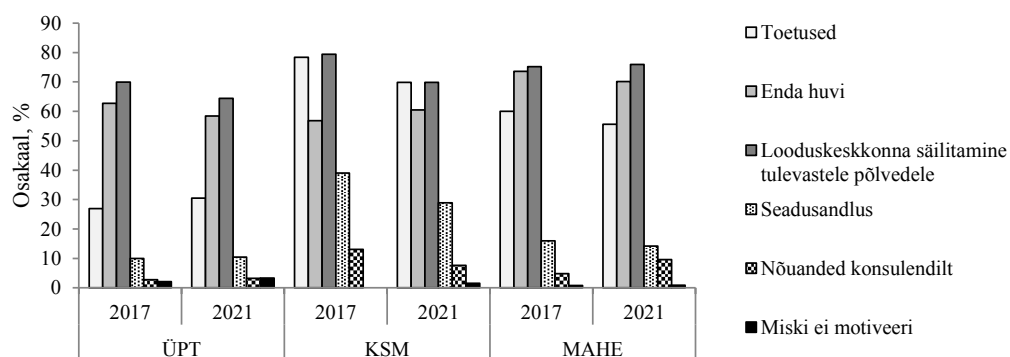
Hea Põllumajandustava reegleid järgisid enim MAHE ja KSM tootjad (2021. a 84%), küll aga mõnevõrra vähem kui 2017. aastal (92% KSM ja 87% MAHE tootjatest). Tootjaid, kes olid Hea Põllumajandustava reeglitest teadlikud, kuid ei järginud neid, oli kõigis gruppides alla 1%. Mõistega ei olnud kursis ÜPT tootjatest 11%, KSM ja MAHE tootjatest 3%. (joonis 2)

MAHE taotlejatest 61% leidis 2021. aastal, et nende tegutsemispiirkonnas oli intensiivne põllumajandus probleemiks või mingil määral probleemiks, samal arvamusel oli 39% ÜPT ning 41% KSM tootjatest. Võrdluseks – 2017. aastal andis sellise hinnangu 69% MAHE tootjatest, 42% ÜPT ja 35% KSM tootjatest.

Tootjate valmidus täita täiendavaid keskkonnavalaseid piiranguid, juhul kui selle eest toetust makstaks, oli toetustüübiti erinev. 2017. aastal leidsid nii ÜPT, KSM kui MAHE taotlejad (vastavalt 44%, 65% ja 41%), et nõudeid on niigi piisa-



Joonis 1. ÜPT, KSM ja MAHE tootjate hinnang keskkonnakaitse olulisusele ettevõttes.



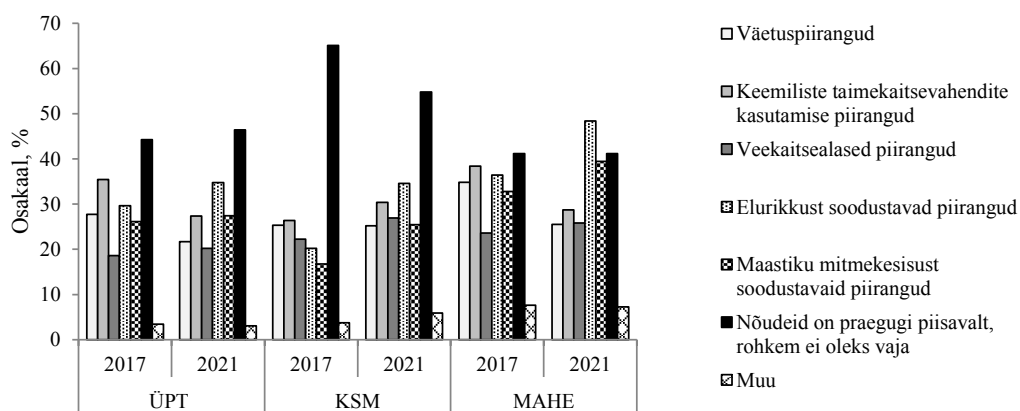
Joonis 2. ÜPT, KSM ja MAHE tootjate keskkonnasõbraliku majandamise motivaatorid (üks vastaja võis valida mitu vastust).

valt ja rohkem ei oleks neid vaja (joonis 3). 2021. aastal oli 48% MAHE tootjatel valmidus täita elurikkust soodustavaid lisapiiranguid (2017. a 36%). Ka oli MAHE grupis 6% võrra tõusnud valmidus täita täiendavaid maastiku mitmekesisust soodustavaid piiranguid, märgatavalt vähenenud aga valmidus täiendavateks väetuse ning keemiliste taimekaitsevahendite kasutamise piiranguteks.

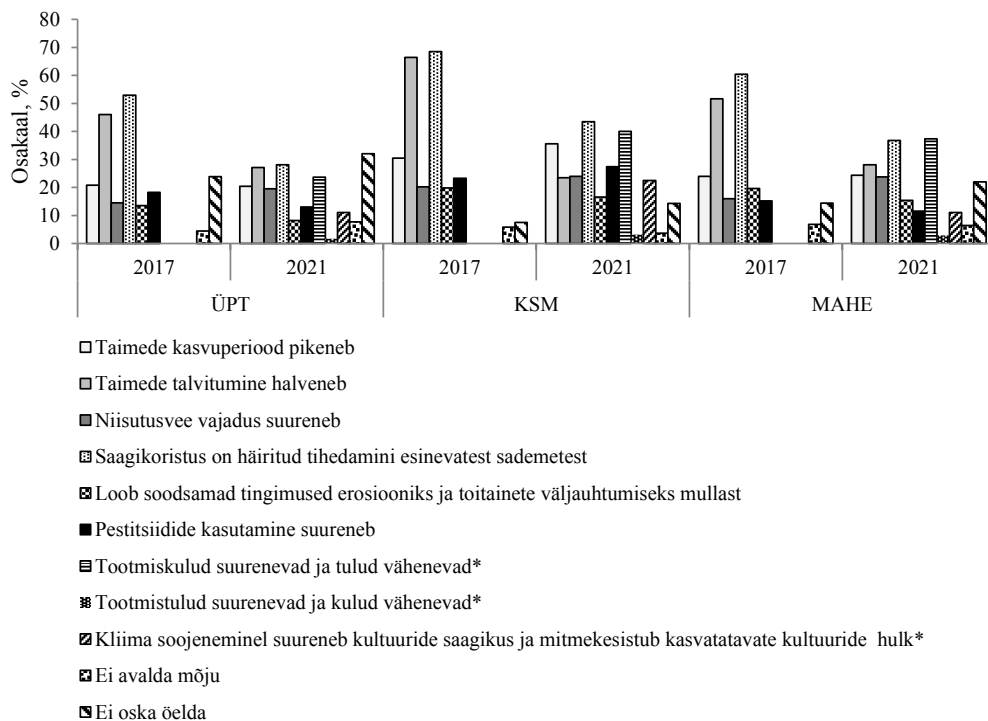
Seda, et kliimamuutused põllumajandustootmist ei mõjuta, arvas vaid 4–8% tootjatest (joonis 4). Tihedamini kardeti, et sagedasemad vihmad hakkavad häirima saagikoristust (nii vastas 2021. aastal 43% KSM, 37% MAHE ja 28% ÜPT tootjatest).

Samuti kardeti tootmiskulude suurenemist ja tulude vähenemist, samas kui vastupidist (tulude suurenemist ja kulude vähenemist) eeldas vaid 2–3% vastanutest. Oluline osa (32% ÜPT, 22% MAHE ja 14% KSM tootjatest) ei osanud öelda, kuidas kliimamuutused põllumajandust mõjutada võivad. (joonis 5)

Võrreldes 2017. aastaga polnud tootjate tegevused kliimamuutuste leevendamiseks ja nendega kohanemiseks toetustüübiti oluliselt muutunud. ÜPT tootjad nägid olulise tegevusena eelkõige muldade püsirohumaa all hoidmist (2021. a 59%), KSM tootjad aga tasakaalustatud väetamist (62%) ja MAK toetuste nõuete järgimist (57%). MAHE tootjad pidasid lisaks eelpool mainitud tegevustele oluliseks elurikkuse säilitamist (45%) – näiteks rohumaaribade kasutamist ja pestitsiidide kasutamise vältimist.

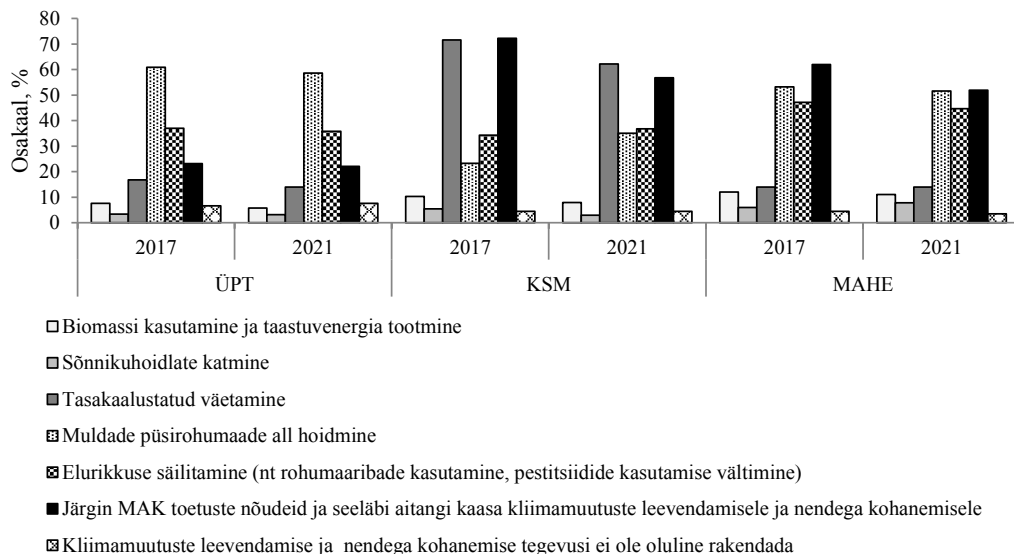


Joonis 3. ÜPT, KSM ja MAHE tootjate hinnang täiendavatele keskkonnavalastele piirangutele ja nõuetele, mida oldaks valmis täitma, kui selle eest toetust makstakse (üks vastaja võis valida mitu vastust).



Joonis 4. Kliimamuutuste mõju põllumajandustootmisele Eestis ÜPT, KSM ja MAHE tootjate hinnangul (üks vastaja võis valida mitu vastust).

* küsimus esitati vaid 2021. aastal



Joonis 5. ÜPT, KSM ja MAHE tootjate tegevused kliimamuutuste leevendamiseks ja nendega kohanemiseks (üks vastaja võis valida mitu vastust).

Järeldused

Keskkonnakaitsele tähelepanu pööramine on põllumajandustootjate endi hinnangul nende tegutsemises olulisel kohal, kuid kõrgemalt hindavad seda siiski MAHE tootjad. Keskkonnahoidlikult majandama motiveerib neid eelkõige loodusväärtuste säilitamine tulevastele põlvedele ning enda huvi, aga arusaadavalt ka toetused. Enamik tootjatest on teadlikud ja järgivad Hea Põllumajandustava reegleid. Intensiivset põllumajandust naabruskonnas peavad probleemiks sagedamini MAHE tootjad, samuti on neil võrreldes KSM ja ÜPT tootjatega suurem valmidus täita täiendavaid keskkonnaalaseid piiranguid, juhul kui selle eest makstakse toetust ning kui piirangud aitaksid eelkõige soodustada elurikkust ja maastiku mitmekesisust. Kliimamuutustest kardetakse põllumajandustootmisele ennekõike negatiivseid mõjusid; oluliste tegevustena kliimamuutuste leevendamiseks ja nendega kohanemiseks nähakse esmajoones muldade püsirohumaa all hoidmist, tasakaalustatud väetamist, elurikkuse säilitamist ning üldiselt MAK nõuete täitmist. Võrreldes 2017. ja 2021. aasta küsitluste tulemusi, ei saa esile tuua väga selgelt eristuvaid muutusi, küll aga on märgata seestpoolt tuleva huvi ja vastutustunde kasvu ning rahaliste toetuste ja nõuete/piirangute mõju vähenemist tootjate hinnangutes ja tegevustes.

Tänuavaldused. Oleme ääretult tänulikud pindala- ja/või loomatoetuste taotlejatele, kes on läbi aastate vastanud meie mahukatele küsimustikele. Täname ka kolleege PMK põllumajandusseire ja uuringute osakonnast, kes aitasid mõlemal korral küsimustikku ajakohastada ja täiendada ning Eduard Matveevit maamajanduse analüüsi osakonnast, kelle abi valimi koostamisel ja küsimustiku välja saatmisel ning muudiski küsimustes oli hindamatu. Taotlejate andmed saime PRIA-lt – suur tänu!

Kirjandus

PMK, 2018. *Eesti maaelu arengukava 2014–2020 hindamise raames 2017. aastal läbiviidud põllumajandustootjate e-küsitlus*. 86 lk. <https://pmk.agri.ee/sites/default/files/inline-files/2017-E-kysitus-aruanne-PSUO.pdf>

PMK, 2022. *Eesti Maaelu Arengukava 2014–2020 hindamise raames 2021. aastal läbiviidud keskkonnateadlikkuse e-küsitlus põllumajandustootjatele*. (avaldamisel)

Mulla orgaanilise süsiniku sisalduse muutustest mitmesuguste viljelusviisidega külvikorras

Changes in soil organic carbon content in crop rotations with different cultivation methods

Jaan Kuht, Viacheslav Eremeev, Liina Talgre, Eve Runno-Paurson, Evelin Loit, Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► jaan.kuht@emu.ee

Märksõnad: tava- ja maheviljelusviisid, kultuurid, mulla orgaaniline süsinik, mikroorganismide aktiivsus.

Sissejuhatus

Taimekasvatus tava- ja eriti maheviljeluse süsteemides oleneb suuresti taimede toitumisest ja selleks vajaliku mullaviljakuse seisukorrast. Mullaviljakust tuleks säilitada eelkõige õige külvikorra, sõnniku ja haljasväetiste kasutamisega (Rasmussen jt., 2006). Lorenz ja Lal (2016) märgivad, et mulla orgaaniline süsinik (Corg) mängib olulist rolli maapealsete ökosüsteemide toimimises, mulla viljakuses ja taimede produktiivsuses, samuti mulla ja vee kvaliteedis. Lisaks sellele tulid need autorid, tuginedes uurijate Adhikari ja Harteminki (2016), Franzluebbersi (2010), ning Lal jt. (2012) avaldatud tulemustele järeldusele, et mulla Corg varud toetavad veel ka kriitiliselt olulisi mullaprotsesse nagu vee filtreerimist, erosiooni, mulla tugevust ja selle püsivust, toitainete säilimist, saasteainete denatureerimist ja immobiliseerimist, mullaorganismide elupaiku ja nende energiaallikaid, kahjurit ja haiguste tõrjet, samuti ka kliimamuutustega kohandumist ja mõju leevendamist atmosfääri süsiniku mulda sidumise kaudu. Väga suurt osa selles mängivad mullas elutsevad taimejäänuseid lagundavad mikroorganismid, kes aitavad lagundada süsinikühendeid ja siduda neid mullaga. Brunetto jt. (2019) rõhutasid mulla mikroobide osa toitainete taimedele hõlpsasti kättesaadavasse vormi viimisel. Varasemad uurimisandmed samadelt katsealadelt näitasid ristiku allakülvi (Kuht jt., 2018; 2019; 2020) ja kartuli mahekasvatamise (Eremeev jt., 2019) positiivset mõju Corg ja mikroobide hüdrofüütilise aktiivsuse (MMA) muutustele nende kasvualade mullas. Käesoleva uurimuse eesmärk oli selgitada muutusi mulla orgaanilise süsiniku sisalduses antud katseala kõikide külvikorrakultuuride kasvatamisel mahe- ja tavaviljeluse süsteemides.

Materjal ja metoodika

Eesti Maaülikooli Rõhu Katsejaama katsepõllule Eerikal rajati 2008. a viieväljaline külvikorrakatse. Katseala mullastik oli näivleetunud (Stagnic Luvisol WRB 2002 klassifikatsiooni järgi, Deckers jt., 2002), lõimiselt kerge liivsavi huumuskihi түsedusega 20–30 cm (Reintam ja Köster, 2006). Käesolevas töös analüüsitakse 5-väljalises külvikorras 2014.–2018. a perioodil kogutud andmestikku. Külvikordadest oli oder (sort 'Anni') punase ristiku (sort 'Varte') allakülviga. Sellele järgnes punane ristik, mille mulda kündmise järgselt külvati talinisu (sort 'Fredis'). Järgnesid hernes (sort 'Starter') ning seejärel kartul (sort 'Maret', 2018. aastal sort 'Teel'). Kultuure kasvatati kahes erinevas viljelussüsteemis, esimene neist traditsiooniline (Tava), mille viljelemisel kasutati keemilisi taimekaitsevahendeid või mineraalväetisi. Ainsaks orgaaniliseks väetiseks oli seal haljasväetisena punane ristik. Teine oli maheviljelussüsteem, milles väetati haljasväetistega, kas punase ristiku sissekünniga, talviste vahekultuuride või neile lisaks ka kääritatud laudasõnniku sissekünniga. Tavasüsteemi viljelusviisi Tava 0 ei väetatud, kuid tehti keemilist taimekaitset. Sama süsteemi Tava II-1e anti allakülviga odra, kartuli ja talinisu aladele ühesugune kogus fosforit (P) 25 kg ha⁻¹ ja kaaliumit (K) 95 kg ha⁻¹ ning väetati lämmastiku allakülviga otra N120 kg ha⁻¹, kartulit ja talinisu N150 kg ha⁻¹ ja hernest N20 kg ha⁻¹. Ristikut ei väetatud ega tehtud ka keemilist taimekaitset. Tavasüsteemides kasutati pärast kartuli, herne ja talinisu koristust umbrohtude tõrjeks glüfosaati sisaldavat herbitsiidi Roundup Flex. 2018. a kasutati selle asemel Rodeo FL.

Ristiku allakülviga odral ja hernel kasutati kasvuaegseks umbrohtõtjeks MCPA-750. Umbrohtude hävitamiseks talinisul kasutati Secator OD. Kartuli kasvuaegne umbrohtõtje tehti Titus 25 DF-ga. Lehemädaniku tõrjeks kartulil kasutati fungitsiidi Ridomil Gold MZ 68 WG, mida tehti, olenevalt nakatumisest suve jooksul 2–4 korda. Tavasüsteemi kartulil tõrjuti kartulimardikat insektitsiididega Fastac ja Decis Mega 50EW. Maheviljelussüsteemis oli kolm viljelusviisi: väetamata talviste vahekultuurideta, mis järgis ainult külvikorda (Mahe 0); ainult talviste vahekultuuridega, kus talinisu koristusjärgselt külvati rüpsi ning talirukki segu, herne järgi talirüps ja kartuli järgi talirukis (Mahe I). Viljelussüsteemis Mahe II künti lisaks samadele vahekultuuridele väetiseks mulda komposteeritud veisesõnnikut, mida anti kevadel teraviljadele 10 t ha⁻¹ ja kartulile 20 t ha⁻¹. Mullaproovid võeti iga katselapi 0–25 cm kihist kevadel (kas pärast kündi või

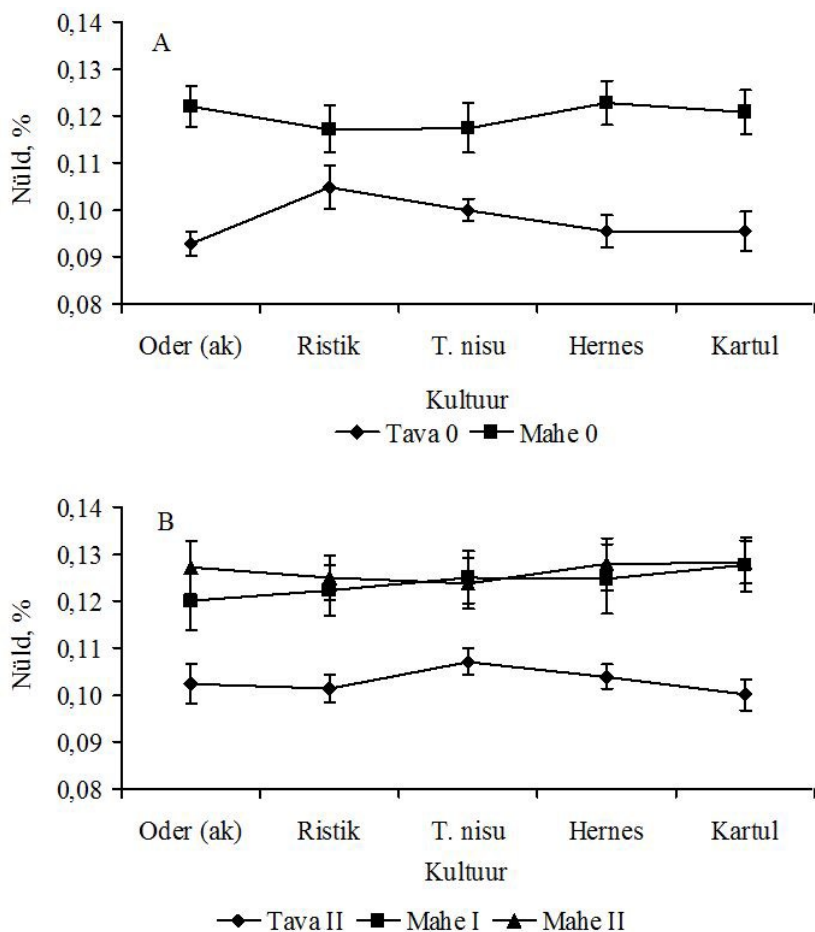
enne harimisi ja külvitöid) iga aasta aprillis. Mullamikroobide hüdrofüütilist aktiivsust määrati fluorestseini diatsetaadi (FDA) hüdrofüüsi kaudu (Schnürer ja Rosswall, 1982). Mikroobse hüdrofüütilise aktiivsuse määramiseks võeti 500 g proovid vastavalt ISO 10381-6 (1993) metoodikale ja sõeluti läbi 2 mm sõela (Reeuwijk, 2002). Reagentide ettevalmistamine järgneva MMA analüüsi jaoks toimus vastavalt Adam ja Duncan (2001) kirjeldatud meetodile. Katsetelt võetud mullast määrati Corg-i ja Nüld sisaldus Dumas' kuivpõletusmeetodiga, kasutades VarioMAX CNS elemendianalüsaatorit.

Andmete statistiline analüüs tehti programmiga Statistica 13 (Quest Software Inc), kasutades ühesuunalist dispersioonanalüüsi. Põllukultuuride vahelise mulla mikroobse hüdrofüütilise aktiivsuse erinevuse võrdluses kasutati Fisher LSD post-hoc testi ($p < 0,05$) ja tehti ka regressioon- ja korrelatsioonanalüüsid Corg sisalduse seoste leidmiseks mikroobide hüdrofüütilise aktiivsusega (MMA-ga). Tulemused on esitatud viie katseaasta (2014–2018) keskmistena.

Tulemused ja arutelu

Väetamata, kuid keemilise taimekaitsega tavaviljeluse (Tava 0) alade mullas tõstis punase ristiku kasvatamine võrreldes sellele eelnenud punase ristiku allakülviga odra mullaga Corg näitajaid 7,8% võrra, kuid jäid pärast talinisu ristikust 4,3% võrra väiksemaks (joonis 1A). Seevastu Mahe 0 viljelussüsteemi mulla Corg näitajate muutumine kultuuride vahel kõikus vaid 0,4 ja 1,8% piirides. Allakülviga odra järgselt oli Tava 0 süsteemi mullas Corg sisaldus võrreldes Mahe 0 süsteemiga 15,2% võrra väiksem. Kuivvõrd punase ristiku kasvatamisel aga ei tehtud keemilist taimekaitset siis tõusis ristikujärgse Tava 0 ala Corg sisaldus ja erinevus Tava 0 ja Mahe 0 vahel vähenes üle kahe korra, kuni 7,2%-ni. Punasele ristikule järgneva talinisu järgselt muutus Corg sisaldus vähe ning erinevus Tava 0 ja Mahe 0 vahel suurenes uuesti, 11,8% ni. Herne järel vähenes Corg sisaldus veelgi ja saavutas ligikaudu samasuure (15,1%) erinevuse Tava 0 ja Mahe 0 vahel nagu oli see pärast ristiku allakülviga otra.

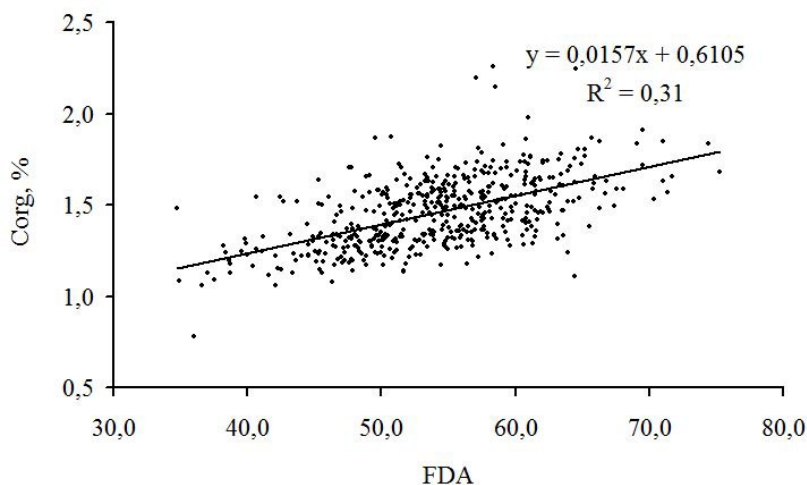
Mahe I viljelusviisi mullas oli Corg sisaldus odra kasvualal vaid 4,5% võrra väiksem kui Mahe II mullas. Ristikualuses mullas vähenes see 3,6%-ni (joonis 1B). Seejärel püsis ligilähedaselt samas suurusjärgus kuni herne kasvukoha mullani, kus mõlema viljelusviisi Corg väärtus võrreldes suvinisuga oli kasvanud 3,7% võrra. Võrreldes Maheviljelusviiside omavahelisel võrdlusel selgus et Mahe I variandis



Joonis 1. Mulla orgaanilise süsiniku (Corg, %) sisaldus väetamata (A) ja väetatud (B) kultuuride kasvualade mullas 2014–2018 aastate keskmisena. Vertikaaljooned joonisel näitavad viljelusviiside vahelist standarddviiga.

oli Corg sisaldus muutunud kartuli kasvualal Mahe II variandiga võrreldes väiksemaks (4,9% võrra). Varem on samalaadsetes uurimustes leitud, et kõige enam suurendasid Corg varu vahekultuurid ja laudasõnnik (40 t ha⁻¹; Kauer jt., 2015).

Pärast taimejäänuste, haljasväetise ja laudasõnniku mulda kündmist ole-neb taimejäänuste lagunemine ja toitainete vabanemine (sealhulgas ka süsinik) juba mullamikroobide tegevusest. Kõikide katses olnud viljelusviiside lõikes il-mnes tugev Corg korrelatiivne seos mulla mikroobide hüdrofüütilise aktiivsusega (MMA) – $r=0,56$; $p<0,001$; $n=500$ (joonis 2). Kõige tugevamad seosed avaldu-sid Mahe I ($r=0,57$; $p<0,001$; $n=100$) ja Mahe II ($r=0,29$; $p<0,01$; $n=100$) vilje-



Joonis 2. Mulla orgaanilise süsiniku (Corg, %) ja mulla mikroorganismide hüdrolyütilise aktiivsuse (MMA, μg fluoreststeini g^{-1} kuiva mulla kohta h^{-1}) vahelised lineaarsed seosed aastatel 2014–2018 kõikide viljelusviiside lõikes.

lusviisides, tavaviljeluse Tava I alade mullas avaldus see seos nõrgemalt, ($r=0,21$; $p < 0,05$; $n=100$).

Järeldused

Viie katseaasta (2014–2018) tulemuste analüüsist selgus, et viljelussüsteemi mitmekesistamine vahekultuuride ja kompostitud veisesõnnikuga võimaldab oluliselt parandada mulla mikrobioloogilisi omadusi ja siduda mullas rohkem orgaanilist süsinikku. Pestitsiididega töödeldud tavaviljelussüsteemides oli mulla mikroobide aktiivsus ja orgaanilise süsiniku sisaldus maheüsteemidega võrreldes usutavalt madalam. Kõige paremaid tulemusi andsid mahealadel talvised vahetult kultuurid (Mahe I) ja sõnnikuga väetamine (Mahe II). Sellele viitab ka tähelepanek, et mullamikroobide aktiivsuse tõusuga oli tihedas seoses ka selle viljeldava ala mulla orgaanilise süsiniku sisalduse tõus. Seega võib järeldada, et tavalisüsteemidega võrreldes on maheviljelussüsteemidel eelised kestlikuks taimekasvatuseks. Maheviljelus aitab kaasa mulla orgaanilise süsiniku koguse suurenemisele ning selle mullaga sidumiseks tuleb kasutada nii talviseid kattekultuure kui ka laudasõnnikut.

Tänuavaldused. Kirjutis on valminud projektide ERA-NET Core organic FertilCrop ja ERA Net Core Organic ALL-Organic toel.

Kirjandus

- Adam, D., Duncan, H. 2001. Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbiological activity using fluorescein diacetate (FDA) in range of soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 943–951.
- Adhikari, K., Hartemink, A.E. 2016. Linking soils to ecosystem services - A global review. *Geoderma*, 262: 101–111.
- Brunetto, G., Ventura, M., Scandellari, F., Ceretta, C.A., Kaminski, J., Wellington de Melo, G., Tagliavini, M. 2011. Nutrient release during the decomposition of mowed perennial ryegrass and white clover and its contribution to nitrogen nutrition of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 90, 299–308.
- Deckers, J.A.; Nachtergale, F.O.; Spaargarn, O.C. 1998. *World Reference Base for Soil Resources*: Introduction, 1st ed.; Acco: Leuven, Belgium, 1998; p. 165.
- Eremeev, V., Kuht, J., Tein, B., Talgre, L., Alaru, M., Runno-Paurson, E., Mäeorg, E., Loit, E., Luik, A. 2019. Kartuli kasvatamise mõju mulla mikrobioloogilisele aktiivsusele ja orgaanilise süsiniku ning üldlämmastiku sisaldusele erinevates viljelusviisides. *Agronoomia* 2019, 29–36.
- Franzluebbers, A.J. 2010. Will we allow soil carbon to feed our needs? *Carbon Manage*, 1, 237–251.
- ISO 10381-6, 1993. Soil quality- Sampling. Guidance on the collection, handling and storage of soil for the assessment of aerobic microbial processes in laboratory. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kauer, K., Tein, B., Talgre, L., Eremeev, V., Luik, A. 2015. Viljelussüsteemide mõju mulla süsinikuvarule. *Agronoomia* 2015, 16–21.
- Kuht, J., Alaru, M., Eremeev, V., Talgre, L., Loit, E., Luik, A. 2018. Muutused mulla mikroobide hüdrofüütilises aktiivsuses ja orgaanilise süsiniku sisalduses punase ristiku allakülviga odra kasvatamisel. *Agronoomia* 2018, 8–14.
- Kuht, J., Eremeev, V., Alaru, M., Talgre, L., Loit, E., Luik, A. 2019. Muutused mulla mikroobide hüdrofüütilises aktiivsuses ja lämmastiku sisalduses punase ristiku allakülviga odra kasvatamisel. *Agronoomia* 2019, 22–28.
- Kuht, J., Eremeev, V., Alaru, M., Luik, A., Talgre, L. 2020. Punase ristiku kasvatamise mõju mulla mikroobide aktiivsusele ja orgaanilise süsiniku sisaldusele erinevates viljelusviisides. *Agronoomia* 2020, 63–69.
- Lorenz, K., Lal, R. 2016. Soil Organic Carbon – An Appropriate Indicator to Monitor Trends of Land and Soil Degradation within the SDG Framework? In: TEXTE 77/2016 Project No. 55337, Report No. 002413/ENG, pp 51.
- Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R., Schneider, B. U., von Braun, J. (Eds.). 2012. Recarbonization of the Biosphere. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 568, pp. 52.

- Rasmussen, I.A., Askegaard, M., Olesen, J.E. 2006. The Danish organic crop rotation experiment for cereal production 1997–2004. In: *Long-term Field Experiments in Organic Farming*, (Raupp, J., Pekrun, C., Oltmanns, M., Köpke, U., eds), ISOFAR Scientific Series, 117–134.
- Reintam, E.; Köster, T. 2006. The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and soil taxonomy criteria. *Geoderma*, 136, 199–209.
- Reeuwijk, L.P. van. 2002 (ed.). Procedures for soil analysis. (6th ed). Tech. Pap. 9, ISRIC, Wageningen.
- Schnürer, J., Rosswall, T. 1982. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Applied and Environmental Microbiology*, 43, 1256–1261.

Mulla üldlämmastiku sisalduse muutustest mahe- ja tavaviljelusviiside võrdluses

Changes in total soil nitrogen in the comparison of organic and conventional cultivation practices

Jaan Kuht, Viacheslav Eremeev, Evelin Loit, Eve Runno-Paurson, Liina Talgre, Anne Luik

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► jaan.kuht@emu.ee

Märksõnad: muld, üldlämmastik, külvikord, kultuurid, süsikiku ja lämmastiku suhe

Sissejuhatus

Taimekasvatus tava- ja maheviljeluse süsteemides sõltub eelkõige mulla viljakusest, mida saab parandada õige külvikorra valiku, sõnniku ning haljasväetiste kasutamisega (Talgre jt., 2017). Oluline on ka mullamikroobide aktiivsuse suurendamine. Mahetootmises suurendavad saagikust ja kvaliteedinäitajaid külvikorras olevad libliköielised ja talvised vahekultuurid ning lisatav sõnnik (Talgre jt., 2017). Kõik meil läbiviidud uurimused on kinnitanud maheviljeluses kasutatud meetmete eeliseid tavaviljeluse ees. Paljudest mujal avaldatud uuringutest ilmneb, et libliköielised on mahetootmises kõige olulisem lämmastikuallikas (Fuchs jt., 2008) ja nende kasvatamine on positiivse mõjuga külvikorras järgnevate põllukultuuride saagile (Böhm, 2007; Loes jt., 2006). Aastaringne taimkate mõjub mulla füüsikalistele ja keemilistele omadustele soodsalt, kaitsetes mulda heitlike ilmastikuolude eest ja hoides mullaniiskust stabiilsena. Talvised vahekultuurid ja haljasväetiseks kasvatatav punane ristik, nagu ka teraviljade alla külvatud alarindes kasvatatav ristik toimivad ühtlasi ka elusmultšidena (Miura ja Watanabe, 2002). Orgaaniliste ainete transformatsioonide intensiivsust muldades iseloomustab C/N suhe (Cuvardic jt., 2004; Jin jt., 2008). Mulla orgaanilise aine lagunemise intensiivsus määrab suuresti C/N suhte. Mida kitsam on orgaanilise aine C/N suhe ja mida suurem on lämmastikuisaldus, seda rohkem eraldub mulda haljasväetise mineraliseerumisest lämmastikku (Kumar ja Goh, 2002).

Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada erinevate viljelusviiside mõju mulla üldlämmastiku (N_{üld}) ning süsiniku ja lämmastiku suhte (C/N suhe) muutustele nii talviste vahekultuuride ja sõnnikuga maheviljelussüsteemides kui ka keemilise taimekaitse ja mineraalväetistega tavaviljeluses.

Materjal ja metoodika

Eesti Maaülikooli Rõhu Katsejaama katsepõllule Eerikal rajati 2008. aastal viieväljaline tava- ja maheviljeluse külvikord, järgnevusega - punane ristik, talinisu, hernes, kartul ja oder punase ristiku allakülviga. Katseala mullastik oli näivleetunud (Stagnic Luvisol WRB 2002 klassifikatsiooni järgi, Deckers jt., 2002), lõimiselt kerge liivsavi huumuskihi tusedusega 20–30 cm (Reintam ja Köster, 2006).

Katsed rajati neljas korduses, katselappide suurus oli 60 m². Käesolevas töös analüüsitakse aastatel 2014–2018 saadud tulemusi odra (sort 'Anni') alla külvatud punase ristiku (sort 'Varte') ja sellele järgnevate punase ristiku ning talinisu (sort 'Fredis') kasvualade mulla üldlämmastiku (N_{tot}) sisaldusest.

Kultuure kasvatati kahes erinevas viljelussüsteemis: traditsiooniline (tava), milles kasutati mineraalväetisi ja ka keemilisi taimkaitsevahendeid ning mahe, milles kasutati talvist vahekultuuri haljasväetisena ning lisaks anti veel komposteeritud laudasõnnikut.

Tavaviljeluse süsteemis Tava 0 ei väetatud, kuid tehti keemilist taimekaitset. Tavasüsteemis Tava I, anti allakülviga odrale ja talinisule ühesugune kogus fosforit (P 25 kg ha⁻¹) ja kaaliumit (K 95 kg ha⁻¹) ja väetati lämmastikuga (oder allakülviga N 120 kg ha⁻¹ ja talinisu N 150 kg ha⁻¹). Mõlemas tavasüsteemis kasutati odra (ak) eelvilja (kartul) koristamise aasta sügisel glüfosaati sisaldavat Roundup Flexi normiga 3,0 l ha⁻¹ ja kasvuajal MCPA-750 normiga 1,0 l ha⁻¹, nisu kasvuaegsel umbrohutõrjel kasutati Sekator WG normiga 0,15 l ha⁻¹. Seenhaiguste tõrjeks odral ja talinisul kasutati ka fungitsiide.

Maheviljeluses oli kolm süsteemi – talviste vahekultuurideta viljelussüsteem (Mahe 0), mis järgib ainult külvikorda; talviste vahekultuuridega viljelussüsteem (Mahe I) ning süsteem Mahe II kus kasvatati talviseid vahekultuure ja lisaks anti kevadel teraviljadele 10 ja kartulile 20 t ha⁻¹ komposteeritud veisesõnnikut. Mahesüsteemides Mahe I ja Mahe II külvati kohe pärast kartuli koristust enne ristiku allakülviga otra talviseks vahekultuuriks talirukis, mis künti kevadel mulda haljasväetiseks. Proovid lämmastiksisalduse määramiseks võeti igal kevadel enne mullaharimistööde algust (aprilli lõpp) 20–25 cm sügavusest mullakihist. Mullaproovist mullast määrati Nüld ja Corg-i sisaldus Dumas' kuivpõletusmeetodiga, kasutades Varimax C/NS elemendianalüsaatorit. Selle töös on arvuline C/N suhe 10:1, mis tähendab, et ühele osale üldlämmastikule (N_{tot}) vastab 10 osa orgaanilist süsinikku (Corg).

Kogutud andmed analüüsiti programmiga Statistica 13 (Quest Software Inc). Katsevariantide mõju usaldusväärsust üldlämmastiku sisaldusele mullas analüüsiti ühefaktorilise ANOVA abil, kultuuride vaheliste erinevuste võrdluses kasutati Fisher LSD post-hoc testi ($p < 0,05$) ja tehti ka regressioon- ja korrelatsioonanalüüsid.

Tulemused ja arutelu

Tava 0 ja Mahe 0 erinesid katses teineteisest vaid selle poolest, et neist esimeses kasutati keemilisi taimekaitsevahendeid, teises aga mitte. Tulemustest selgus, et Tava 0 mullas oli üldlämmastiku sisaldus, võrreldes Mahe 0 süsteemiga ristiku allakülviga odra järgselt 24,0% võrra madalam, vähenes seejärel ristiku järgselt 10,6% ni ja talinisu järgselt suurenes uuesti, 14,8% ni ning herne alal veelgi, kuni 22,3% ni, jäädes sellele järgneva kartuli mullas samasse suurusjärku (joonis 1A). Väetamata Mahe 0 aladel erilist lämmastiksisalduse muutust kultuuride lõikes ei toimunud, kui mitte arvestada väikest, 4,1% Nüld sisalduse langust ristiku ja talinisu järel, võrreldes punase ristiku allakülviga.

Kuivõrd mõlemal väetamata alal (Tava 0 ja Mahe 0) olid taimede toitumistingimused võrdsed, kuid Tava 0 korral kasutati pestitsiide, siis viitavad tulemused võimalusele, et kultuuride kasvukoha mulla üldlämmastiku sisalduse vähenemise põhjuseks võis olla keemiliste taimekaitsevahendite kasutamine. Näiteks võis Roundup Flexiga tehtud talinisu koristusjärgne umbrohutõrje vähendada mulla mikroobide tegevust lämmastiku vabastamisel.

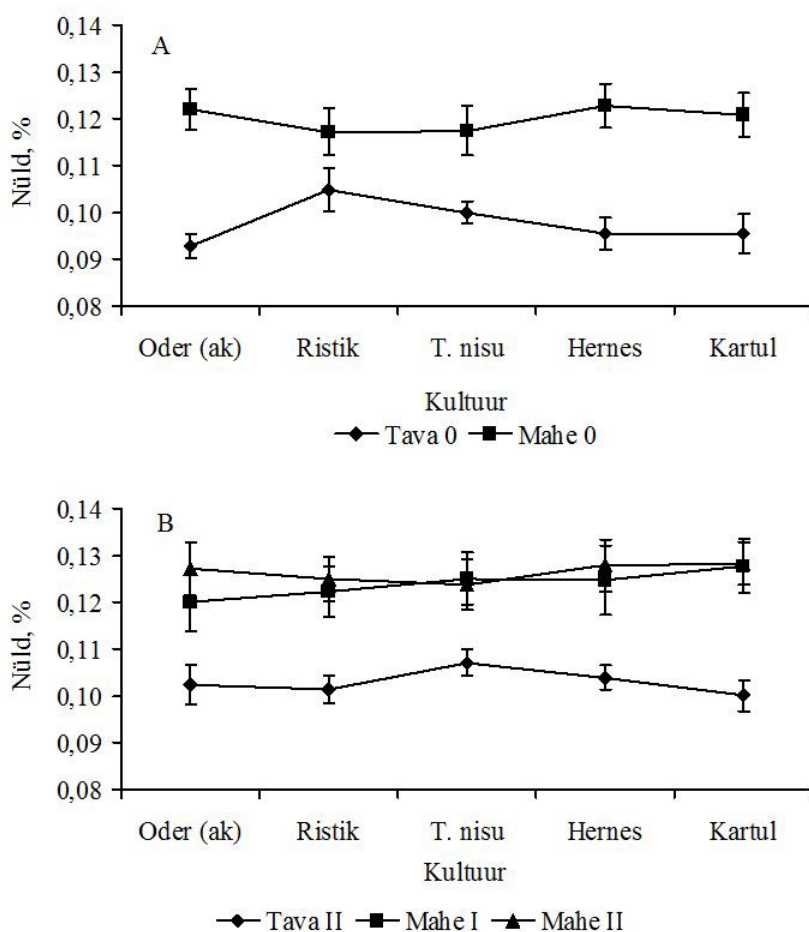
Maheviljelussüsteemide (Mahe I ja Mahe II, joonis 1 B) mullas olid üldlämmastiku sisaldus, võrreldes tavaviljeluse süsteemidega, usutavalt kõrgem. Tava I ristiku allakülviga odra järgselt vastavalt 17,4% ja 18,5%, ristiku järgselt 10,6% ja 17,1% ning talinisu järgselt 14,3% ja 13,5% võrra suuremad, kuid usutav erinevus kasvatatud kultuuride vahel puudus (joonis 1B).

Talvistele vahekultuuridele lisaks antud sõnnik Mahe II süsteemis usutavat mõju mulla Ntot sisaldusele ei avaldanud. Vaid ristiku allakülviga aladel oli märgata väike, 5,6% Nüld sisalduse tõus.

Kui mullas on C/N suhe $< 11:1$, on orgaanilises aines sisalduv N mitte ainult mikroorganismide poolt kasutatav, vaid see on kättesaadav ka taimedele (Kazula jt., 2017), kusjuures sellised kitsad C/N suhted näitasid mulla orgaanilise aine potentsiaali anda põllukultuurile veidi lämmastikku lisaks. Meie katses olid C/N suhte

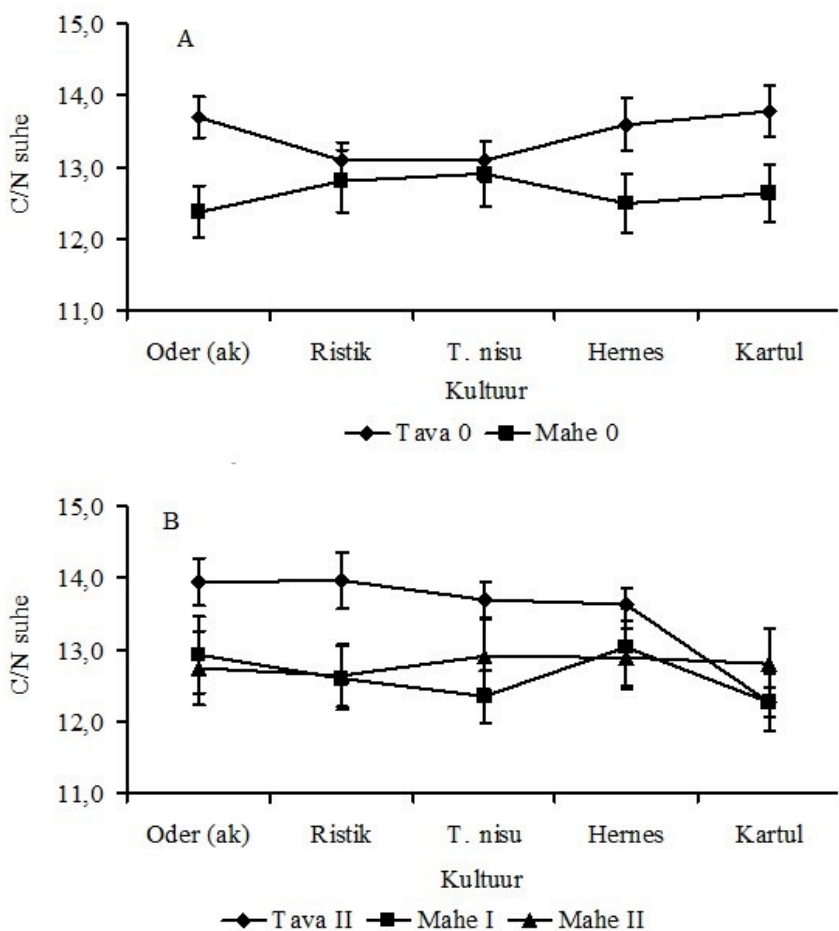
väärtused laiemad – kõikudes 12,3:1 ja 14,0:1 vahel. Väetamata aladel oli C/N suhe taimekaitsevahendite mõjuga Tava 0 mullas laiem kui Mahe 0 alal (joonis 2A).

Kwiatkowski ja Harasimi (2020) leidsid, et kui mulla C/N suhe laieneb, siis mulla orgaanilise aine lagunemisprotsessis osalevad mikroorganismid konkureerivad taimedega mullas oleva mineraalse N pärast ning taimedele jääb vähem omastatavat lämmastikku, kusjuures külvikord on C/N suhte jaoks olulisem kui põllukultuuri liik. Viljelusviisi Tava 0 C/N suhe oli võrreldes Mahe 0-ga odra (ak)



Joonis 1. Mullas üldlämmastiku (N_{tot}, %) sisaldus väetamata (A) ja väetatud (B) kultuuride kasvualade mullas 2014–2018 aastate keskmisena. Vertikaaljooned joonisel näitavad viljelusviiside vahelist standarddviaga.

kasvuala mullas usutavalt 9,6% võrra laiem ja kahanes punase ristiku järgselt 2,1% -ni. Talinisu aladel usutavad erinevused nende vahel puudusid, kuid herne ja kartuli järel see erinevus kasvas vastavalt 8,1 ja 8,4% ni. Mineraalväetisi saanud Tava II alade C/N suhted kõikusid olenevat kasvatatavast kultuurist 12,2:1 ja 14,0:1 vahel ning olid võrreldes mahealadega enamasti laiemad. Ainult kartuli kasvualal toimus märgatav kitsenemine (joonis 2B). Kazula jt. (2017) andmetel mõjutavad elupaiga tingimused C/N suhet tugevamalt kui põllukultuuride järjestus.



Joonis 2. Mulla süsiniku ja lämmastiku suhe (C/N) väetamata (A) ja väetatud (B) kultuuride kasvualade mullas 2014–2018 aastate keskmisena. Vertikaaljooned joonisel näitavad viljelusviiside vahelist standarddviaga.

Järeldused

Katsetulemustest selgus, et võrreldes tavaviljelusega oli maheviljeluse kõikide külvikorra kultuuride mullas märksa suurem üldlämmastiku sisaldus. Mulla Nüld sisaldus suurenes oluliselt eriti herne ja kartuli variantides. Välja arvatud kartuli kasvuala, oli maheviljelusviisides ülekaalus süsiniku ja lämmastiku kitsam suhe võrreldes mineraalväetistega väetatud ja keemilise taimekaitsega tavaviljelusviisiga. Sellest järeldub, nii talvised katekultuurid kui ka komposteeritud laudasõnnikuga väetamine aitavad ligikaudu võrdväärselt parandada mulla lämmastikurežiimi.

Tänuavaldused. Kirjutis on valminud projektide ERA-NET Core organic FertilCrop ja ERA Net Core Organic ALL-Organic toel.

Kirjandus

- Böhm, H. 2007. Effect of a white clover underseed in oil seed rape on yield of the following crop wheat. pp. 153–156. In: *Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau* (Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T. Valle Zarate, A., eds.), Band 1. Verlag Dr. Köster, Berlin, Germany.
- Loes, A.K., Henriksen, T.M., Eltun, R. 2006. Repeated undersowing of clover in stockless organic grain production. http://orgprints.org/8222/01/gronngjabstract_odense_190406.doc (10.01.2019).
- Cuvaradic, M., Tveitnes, S., Krogstad, T., Lombnæs, P. 2004. Long-term effects of crop rotation and different fertilization systems on soil fertility and productivity. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 54 (4), 193–201.
- Deckers, J.A.; Nachtergale, F.O.; Spaargarn, O.C. 1998. *World Reference Base for Soil Resources: Introduction*, 1st ed.; Acco: Leuven, Belgium, 1998; p. 165.
- Fuchs, R., Rehm, A., Salzeder, G., Wiesinger, K. 2008. Effect of undersowing winter wheat with legumes on the yield and quality of subsequent winter triticale crops. In: *16th IFOAM Organic World Congress successfully concluded*. Modena, Italy.
- Jin, K., Sleutel, S., De Neve, S., Gabriels, D., Cai, D., Jin, J., Hofman, G. 2008. Nitrogen and carbon mineralization 318 of surface-applied and incorporated winter wheat and peanut residues. *Biology and Fertility of Soils*, 44, 661–665.
- Kazula, M.J., Lauer, J.G., Arriaga, F.J. 2017. Crop rotation effect on selected physical and chemical properties of Wisconsin soils. *Journal of Soil and Water Conservation*, 72, 553–563.
- Kumar, K., Goh, K.M. 2002. Management practices of antecedent legumeous and non-legumeous crop residues in relation to winter wheat yields, nitrogen uptake, soil nitrogen mineralization and simple nitrogen balance. *European Journal of Agronomy*, 16 (4), 295–308.

- Kwiatkowski, C.A., Harasim, E. 2020 Chemical properties of soil in four-field crop rotations under organic and conventional farming systems. *Agronomy*, 10 (7).
- Miura, S., Watanabe, Y. 2002. Growth and yield of sweet corn with legume living mulches. *Japanese Journal of Crop Science*, 71 (1), 36–42.
- Reintam, E.; Köster, T. 2006. The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and soil taxonomy criteria. *Geoderma*, 136, 199–209.
- Statsoft 2005. *Statistica 7.0*; Copyright 1984–2005; StatSoft Inc.: Tulsa, OK, USA, 716p.
- Talgre, L., Roostalu, H., Mäeorg, E., Lauringson, E. 2017. Nitrogen and carbon release during decomposition of roots and shoots of leguminous green manure crops. *Agronomy Research*, 15 (2), 594–601.

Hooghännaliste esinemine mullas sõltuvalt viljelusviisist ning kultuurist

The abundance of collembola depending on cropping system and crop in soil

Anne Luik, Vyatseslav Eremeev, Liina Talgre

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► anne.luik@emu.ee

Märksõnad: *Collembola*, külvikord, ristik, tava- ja maheviljelus

Sissejuhatus

Hooghännalised (*Collembola*) on rühm väheldasi kuuejalgseid putukalaadseid loomi lüliljalgsete hõimkonna siselõugsete klassist. Neist paljudel on tagakehal hüppehark, mida kehalt aluspinnale lahti lastes hoogeldes liigutakse. Sellest tulebki seltsi nimetus. Nad on olulised mullatekke protsessides, lagundades aineringes orgaanilisi jäätmeid ning tarbides kõigesööjatena ka seente eoseid ja baktereid. Sellega mõjutavad nad oluliselt mulla mikroelustiku koosseisu ja aktiivsust, piirates samas taimehaiguste tekitajate levikut (van Capelle jt., 2012). Hooghännalised on suhteliselt paiksed, taimejäänuste esmased lagundajad. Nad toetavad põllu talituslikku elurikkust, olles samas ka hea lisatoiduallikas mitmesugustele röövtoidulistele liikidele nt jooksiklastele sellel ajal, kui neile potentsiaalseid taimekahjureid kättesaadaval pole. Ent olles tundlikud maakasutusviisi suhtes, peetakse neid mulla seisundi hindamisel headeks indikaatoriteks (Van Straalen, 1998; Kuu ja Ivask, 2011; Hiie, 2016). Hooghännaliste esinemist mõjutavad mulla tüüp, taimiku koostis, mulla temperatuur, niiskus, happesus, õhustatus, mullaharimise viis, väetamine ja taimekaitsevahendite kasutus (Petersen, 2001; Rebek jt., 2002; Turnbull ja Lindo 2015; Eisenhauer jt., 2011; Sabais jt., 2011; Kustec, 2018). Haljasväetised on tunduvalt soodustanud nende levikut võrreldes kääritatud läga kasutamisega, mis pärssis paljusid liike (Pommeresche jt., 2017). Rohumaadel ja taliviljapõldudel on hooghännalisi leitud arvukamalt kui suviviljades (Frampton ja Brink, 2002). Täheldatud on pestitsiidide negatiivset mõju hooghännalistele, eriti orgaanika-vaestes muldades (Zaller, 2016). Hooghännalisi on soodustanud sellised viljelusviisid, kus kunstlikke agrokemikaale kasutati piiratult või üldse mitte ja kasvatati liblikõielisi (Flohre jt., 2011; Zagatto jt., 2017). On selgunud, et kevadel on nende arvukus kõrgem kui sügisel (Hiie, 2016; Zagatto jt., 2017). Kuivõrd hooghännalised mängivad põllukoosluste talitlustes olulist rolli, siis oli käesoleva töö eesmärk

hinnata erinevate maaviljelussüsteemide ning külvikorrakultuuride mõju hooghännaliste esinemisele pikaajalise külvikorra katses.

Materjal ja metoodika

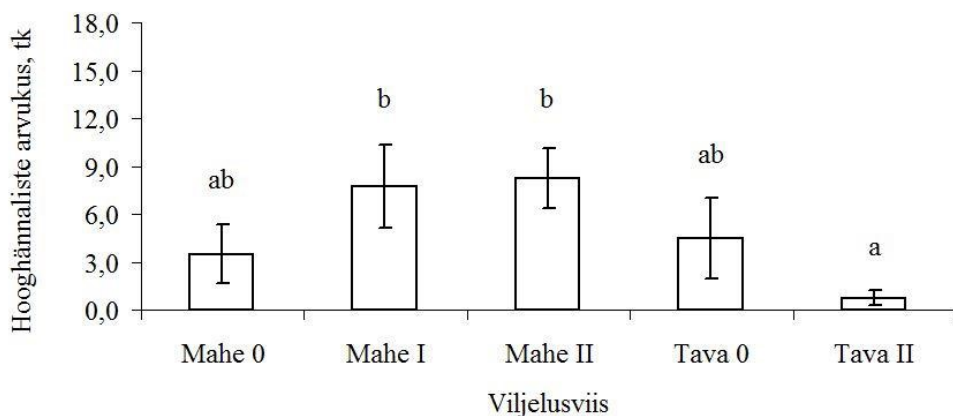
Eesti Maaülikooli pikaajaline erinevate kasvatussüsteemide külvikorra katse on rajatud 2008. aastal Eerika näivleetunud mullaga katsepõllule (58°22'N, 26°40'E). Külvikorras järgnevad üksteisele viis põllukultuuri: oder 'Anni' punase ristiku 'Varte' allakülviga, punane ristik, talinisu 'Fredis', põldhernes 'Starter' ja kartul 'Maret'. Maheviljeluses katses on kolm kasvatussüsteemi – talviste vahekultuurideta viljelussüsteem (Mahe 0), mis järgib ainult külvikorda; talviste vahekultuuridega viljelussüsteemid (Mahe I ja Mahe II). Mahe II süsteemis kasutatakse vahekultuurile lisaks väetamist kompostitud veisesõnnikuga (kevadell teraviljadele 10 t ha⁻¹, kartulile 20 t ha⁻¹). Mahe I ja II viljelussüsteemides külvatakse kohe peale põhikultuuri koristust talveks vahe- ehk kattekultuurid. Pärast talinisu koristust külvatakse rukki ja talirüpsi segu, pärast hernest talirüps ning pärast kartulit rukis. Maheviljelus (Mahe 0, Mahe I, Mahe II) on sünteetiliste agrokemikaalide vaba. Tavaviljelussüsteemides (Tava 0 ja Tava II) kasutatakse sünteetilisi taimekaitsevahendeid (pestitsiide). Sõltuvalt kultuurist ja selle olukorrast tehti seal vegetatsiooniperioodil 1 kuni 5 korda umbrohu, taimehaiguste ja kahjurite tõrjet, sügisel koristusjärgselt töödeldi herne, kartul ja talinisu katselappe umbrohutõrjeks lisaks glüfosaadiga. Tava 0 süsteemis väetisi ei kasutata (kontroll, N₀P₀K₀), see järgib üksnes külvikorda, kuid taimekaitse on sama mis Tava II süsteemis. Tava II süsteemis kasutatakse kõigil kultuuridel mineraalseid fosfor- ja kaaliumväetisi vastavalt P 25 kg ha⁻¹ ja K 95 kg ha⁻¹. Mineraalse lämmastikuga väetamine olenes kultuurist: hernele N 20, odrale N 120, talinisule ja kartulile N 150 kg ha⁻¹. Iga katselapi suurus on 60 m² ja katse on neljas korduses. Mullaproovid hooghännaliste määramiseks võeti 2014. a sügisel, 8. septembril, kõikidelt ristiku lappidelt ning 2017. a kevadel, 27. aprillil, kõikide külvikorra kultuuride katselappidelt enne mullaharimise algust. 2014. aastal määrati 250 grammisest mullaproovist hooghännalised Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledžis, 2017. aastal aga firma Eviana poolt.

Saadud hooghännaliste andmed analüüsiti statistiliselt programmiga Statistica 13 (Quest Software Inc), kasutades ühefaktorilist dispersioonanalüüsi. Taimekasvatuse süsteemide ning kasvatatavate kultuuride mõju tulemuste vaheliste erinevuste usaldusväarsuse võrdluseks kasutati Fisher LSD testi, $p < 0,05$.

Tulemused ja arutelu

2014. aastal määrati hooghännalised külvikorra teise rotatsiooni esimese aasta sügisel ristikuvariandis. Ristik on külvikorras väga oluline kultuur, sest oma suure maapealse ning maa-aluse massiga toob ta mulda ohtralt orgaanilist massi, luues sobiliku toidubaasi hooghännalistele kui lagundajatele. Külvikorda tuli ristik odra allakülvina. Tulemustest selgub, et kõik agrotehnoloogilised võtted, mida kasutati 2014. a suvel odrale, on mõjutanud allakülvis olnud ristikut ning ka sellega seotud loomastikku. Kõige väiksem hooghännaliste arvukus Tava II süsteemis (joonis 1) seletub ilmselt nii kasutatud suurte mineraalväetiste koguste (N 120, P 25 ja K 95 kg ha⁻¹) kui ka keemilise taimekaitse mõjuga (pritsitud mais umbrohtude vastu MCPA 750, 1,0 l ha⁻¹ ning juunis haiguste tõrjeks Allegro Super 0,5 l ha⁻¹).

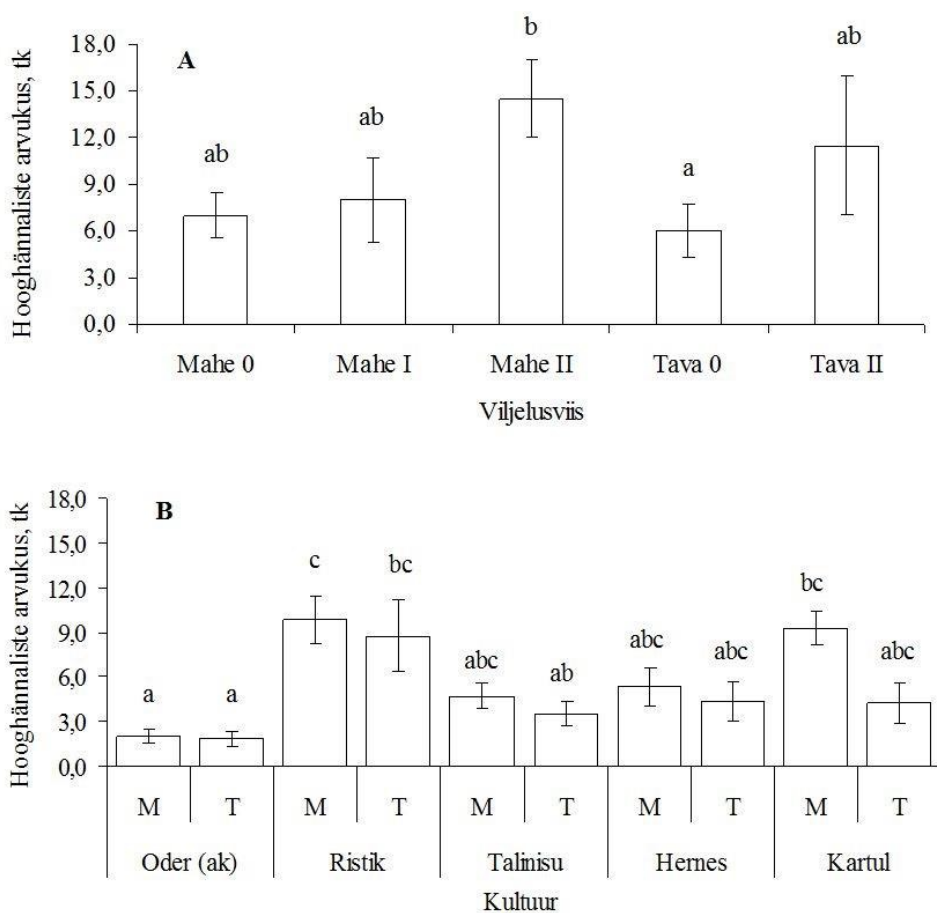
Varasemad uurimused on näidanud, et agrokemikaalid ning nende jäägid mullas võivad mõjuda hooghännalistele hukutavalt (Hiie, 2016; Zagatto jt., 2017). Ilmselt tuleneb peamine mõju siiski mineraalse lämmastiku suurest kogusest, kui-võrd hooghännaliste esinemise tase on võrreldav vaid üksnes külvikorda järgivates Mahe 0 ja Tava 0 süsteemides, kuigi viimases kasutatakse keemilist taimekaitset samaväärselt Tava II süsteemiga. Kõrgem arvukus Mahe I ja II süsteemis



Joonis 1. Hooghännaliste keskmine arvukus (tk) 2014 aasta sügisel ristiku mullas erinevates taimekasvatussüsteemides. Vearibad joonisel tähistavad standarddviaga. Erinevad tähed tulpadel tähistavad statistiliselt olulist erinevust (Fisher LSD test, $p < 0,05$). Viljelusviisid: Mahe 0 – külvikord (KK), Mahe I – KK+ talvised vahekultuurid, Mahe II – KK + talvised vahekultuurid + kompostitud sõnnik, Tava 0 – KK + pestitsiidid, Tava II – KK + mineraalne väetamine + pestitsiidid).

seletub talviste vahekultuuridega – nende lagundamine hooghännaliste poolt suveperioodil on arvukuse tõusu põhjus.

2017. aastal, so teise rotatsiooni viimasel aastal, uuriti hooghännaliste arvukust kevadel, enne mullaharimistööde algust. Sügise ning talve jooksul toimub mullas rida ühtlustavaid protsesse, mullaelukku ei häirita ning lagundatakse nii väetisi, taimekaitsevahendite- kui koristusjääke jms. Võrreldes 2014. aasta sügi-



Joonis 2. Hooghännaliste keskmine arvukus (tk) mullas 2017 aasta kevadel erinevates taimekasvatussüsteemides ristiku (A) ja külvikorra kultuurides (B) mahe (M) ja tava (T) süsteemide keskmisena. Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Erinevad tähed tulpadel tähistavad statistiliselt olulist erinevust (Fisher LSD test, $p < 0,05$). Viljelusviisid: Mahe 0 – külvikord (KK), Mahe I – KK+ talvised vahekultuurid, Mahe II – KK + talvised vahekultuurid + kompostitud sõnnik, Tava 0 – KK + pestitsiidid, Tava II – KK + mineraalne väetamine + pestitsiidid).

sega on ristiku kasvuperiood olnud paari kuu võrra pikem. Selle aja jooksul on hakanud lagunema ka ristikule langenud odra koristusjätmed ning see soosib hooghännaliste elutegevust. Seetõttu ongi nende arvukus kõrgem kõigis viljelusviisides ja nende vahelised erinevused tulenevad odrast põllule jäänud põhu kogustest (joonis 2A). Arvukuse oluline tõus Tava II süsteemis seletub suurima põhukoguse mõjuga, sest selles süsteemis oli odra saagikus kõrgeim ja seega viidi mulda ka suurem kogus põhku. Arvukaim esinemine Mahe II süsteemis seostub mulla orgaanikat toetava sõnnikukomposti mõjuga.

Võrreldes hooghännalisi külvikorra eri kultuuride katselappide mullas, ilmneb kõrgema arvukuse tendents mahesüsteemides, kuivõrd seal viiakse nii vahekultuuride kui kompostiga mulda rohkem orgaanikat (joonis 2B). Kevadises mullas avalduvad katselappidel eelkultuuri mõjud. Kuivõrd odrale eelneb kartul, kus sügisel on koristustöödega mulda mehhaaniliselt oluliselt häiritud ning suurt hulka koristusjääke mulda pole lisandunud, siis ongi arvukus kartulile järgnenud odralappidel kõige madalam. Kõige rohkem esineb hooghännalisi ristikus kui külvikorra nn toitja kultuuris, kusjuures mahesüsteemides on neid usaldusväärselt rohkem kui tavas. Talinisu jaoks oli ristik mulda viidud 2016. a suvel, mil ka lagundajad said juba aktiivselt tegutsema hakata. Kartulis loob hooghännalistele soodsaid tingimusi eelkultuurina kasvatatud hernes ja mahesüsteemides veel lisaks kartuli ees kasvatatud vahekultuur ning M II süsteemis lisaks antud kompost.

Järeldused

Hooghännalisi kui olulisi esmaseid taimejäänuste lagundajaid soodustab külvikorras olev ristik, mis tagab kiire taimetoitainete ringe põllul. Viljelusviisidest toetab neid kõige enam Mahe II, kus külvikorda on rikastatud nii vahekultuuride kui komposti kasutamisega. Seda tuleb arvestada, arendamaks hästi toimivat põlukooslust.

Tänuavaldused. Kirjutis on valminud ERA Net Core Organic ALL-Organic projekti toel.

Kirjandus

Eisenhauer, N., Sabais, A.C.W., Scheu, S. 2011. Collembola species composition and diversity effects on ecosystem functioning vary with plant functional group identity. *Soil Biology and Biochemistry*, 43 (8), 1697–1704.

- Flohre, A., Rudnick, M., Traser, G., Tschardt, T., Eggers, T. 2011. Does soil biota benefit from organic farming in complex vs. simple landscapes? *Agriculture Ecosystems and Environment*, 141 (1), 210–214.
- Frampton, G.F., Brink, P.J. 2002. Influence of cropping on the species composition of epigeic Collembola in arable fields. *Pedobiologia*, 46, 328–337.
- Hiie, E. 2016. *Maaviljelusviisi mõju mulla elustikule ja mitmekesisusele*. Tallinna Tehnikaülikool, magistritöö tööstusökoloogia erialal, 69 lk.
- Kuu, A., Ivask, M. 2011. Impact of soil phosphorus content on collembola communities. In: *International Conference: Protection of agricultural soil against joint stress of natural and anthropogenic factors*, Pulawy, Poland.
- Kustec, J. 2018. *Top-down and bottom-up effects on Collembola communities in soil food webs*. The University of Western Ontario, Electronic PhD thesis, 89 pp.
- Petersen, H. 2001. Effects of non-inverting deep tillage vs. conventional ploughing on collembola populations in an organic wheat field. *European Journal of Soil Biology*, 38 (2), 177–180.
- Pommeresche, R., Løes, A.K., Torp, T. 2017. Effects of animal manure application on springtails (Collembola) in perennial ley. *Applied Soil Ecology*, 110, 137–145.
- Rebek, E.J., Hogg, D.B., Young, D.K. 2002. Effect of four cropping systems on the abundance and diversity of epedaphic springtails (Hexapoda: Parainsecta: Collembola) in Southern Wisconsin. *Environmental Entomology*, 31 (1), 37–46.
- Sabais, A.C.W., Scheu, S., Eisenhauer, N. 2011. Plant species richness drives the density and diversity of Collembola in temperate grassland. *Acta Oecologica*, 37 (3), 195–202.
- Turnbull, M.S., Lindo, Z. 2015. Combined effects of abiotic factors on Collembola communities reveal precipitation may act as a disturbance. *Soil Biology and Biochemistry*, 82, 36–43.
- Zaller, J.G. 2016. Pesticide seed dressings can affect the activity of various soil organisms and reduce decomposition of plant material. *BMC Ecology*, 16: 37
- Zagatto, M.R.G., Niva, C.C., Thomazini, M.J., Baretta, D., Santos, A., Nadolny, H., Cardoso, G.B.X., Brown, G.G. 2017. Soil invertebrates in different land use systems: How integrated production systems and seasonality affect soil mesofauna communities. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 7 (3), 158–169.
- Van Capelle, C., Schrader, S., Brunotte, J. 2012. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota – a review with a focus on German data. *European Journal of Soil Biology*, 50, 165–181.
- Van Straalen, N.M. 1998. Community structure of soil arthropods as a bioindicator of soil health, pp. 235–264. In: *Biological indicators of soil health*, (Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R., eds), CABI publishing, Wallingford, UK.
- Van Capelle, C., Schrader, S., Brunotte, J. 2012. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota - A review with a focus on German data. *European Journal of Soil Biology*, 50, 165–181.

Kuri lepatriinu on jõudnud Eestisse

Harmful ladybug has arrived in Estonia

Luule Metspalu, Eha Kruus, Angela Ploomi

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► luule.metspalu@emu.ee

Märksõnad: *Harmonia axyridis*, biotörje, invasiivne liik, keskkonnoahtlikkus

Sissejuhatus

Biotörje ajalugu sisaldab lepatriinudest arvukalt edulugusid. Klassikaliseks näiteks on Austraalia päritoluga lepatriinu *Rhodalia cardinalis*, kes viidi Kaliforniasse apelsini-, mandariini- ja sidrunipuid kahjustava kilptäi *Icerya purchasi* hävitamiseks. Edukas oli teinegi Austraalia lepatriinu, *Cryptolaemus montrouzier*, kes hävitas tsitruseliste mannatai, *Pseudococcus gahani*. Lehetäide tõrjeks viidi Ameerikasse ka seitsetäpp-lepatriinu, *Coccinella septempunctata*, kes uuel mandril kiiresti kodunes ja süsteemi sulandus (Metspalu, 2013). Küllap need teada-tuntud faktid andsidki tõuke katsetada biotörjes aasia lepatriinut (*Harmonia axyridis*). Maailmas teatakse seda liiki paljude erinevate nimede all: mitmevärviline aasia lepatriinu, aasia lepatriinu, jaapani lepatriinu, arlekiin-lepatriinu, halloweeni mardikas, hiidlepatriinu jm. Tema algkoduks on Hiina, Jaapani, Korea, Mongoolia ja Venemaa idapoolsed alad (Brown jt., 2008), kus ta toimetab tööka ja kasu-



Erineva värvuse ja mustriga aasia lepatriinu (foto: entomart)

liku putukana, hävitades lehetäisid, lesti, kilptäisid, liblikaliste mune ning väiksemaid röövikuid, aidates kahjurite eest kaitsta aia- ja põllukultuure ning metsa. Kodualadel on ta loodusliku kontrolli all, mistõttu ei tekita seal probleeme. Üks valmik võib süüa päevas sadakond ja rohkemgi lehetäid, üks vastne aga elu jooksul üle tuhande lehetäi (Koch, 2003). See lepatriinu pole pretensioonikas ei toidu- ega elukohavalikul ning on enamiku lepatriinuliikidega võrreldes suhteliselt suurekasvuline (5–8 mm pikkune ja 4–7 mm laiune), kumera seljaga ovaalne mardikas. Pea, tundlad ja suuosad on tavaliselt õlgkollased, mõnikord tumeda varjundiga. Rindmiku kilbil võivad tumedad laigud moodustada W (M) kujundi, kuid see võib ka puududa. Määramise teeb keeruliseks väga varieeruv kattetiibade värvus ja laikude (täppide) arv. Euroopas on valdavad kolm põhitüüpi: punased ja oranžid mustade täppidega; mustad nelja või kahe punase laiguga. Maailmas on sellel liigil leitud kuni 200 erinevat värvust ja mustrit, isegi kumbki kattetiib võib olla erineva mustriga (Tang jt., 2012).

Asurkonna juurdekasv on kiire, kuna üks emane võib muneda kuni 4000 muna. Helekollased munad munetakse lehe alumisele küljele 10–50-munaliste kogumikena, tavaliselt lehetäide või lestade kolooniasse. Munadest kooruvad tõugud on väga aplad, esmalt süüakse ära tühjad munakestad, misjärel siirdu- takse toidujahile. Lemmikpuudeks metsas näivad olevat vahtrad, pajud, pärnad, tammed, kased, viirpuud, ka männid, aedades viljapuud, marjapõõsad ja mitmed rohhtaimed, näiteks on üheks meelistaimeks nõges. Taimede valiku tingib siiski neile vajaliku toidu (lehetäid jm) olemasolu.

Vastsed võivad taluda küllalt madalaid temperatuure, näiteks on nad aktiivsed veel 9 °C juures. Täiskasvanud tõuk nukkub ning nädala-paari pärast koorub valmik. Täiskasvanud lepatriinu elab tavaliselt ühe aastaringi, kuid võib elada ka 2–3 aastat. Teda on leitud nii põllult, aiast kui metsast, talvel ka majades ringi uitamas.

Aasia lepatriinu biotõrjes

Pikka aega peeti seda liiki suure isu ning mitmekesise menüü tõttu biotõrjes paljutõotavaks liigiks, sest insektitsiididega lehe- ja kilptäide, eriti aga lestade tõrje pole kunagi olnud väga edukas. Teoka tegelasena muutuski ta eelmisel sajandil põhitegijaks maailma paljudes biotõrje programmides. Esimesed Jaapani päritoluga aasia (jaapani) lepatriinud viidi USA-sse juba 1916. aastal pekaanipuid

(*Carya illinoensis*) kahjustavate lehetäide tõrjeks. Lepatriinud hävitasid lehetäid ja kadusid preeria avarustesse, kust neid ei leitud aastakümnete jooksul. Nõukogude Liidus kasutati teda ka juba 1930-ndatel Siberis lehetäide tõrjumiseks. Pärast R. Carsoni „Hääletu kevad“ (1962) ilmumist algas kogu maailmas aktiivse biotõrje ajastu. Aasia lepatriinut kasvatati kunstlikel söötmetel ja tõrjeprogrammide raames viidi suurtes kogustes korduvalt ka USA-sse, kuid kuni 1988. aastani polnud andmeid, kas ta seal ka loodusesse liikus ja sinna püsima jäi. Kui aga hakkas tulema teateid kohalike lepatriinuliikide kadumisest, selgus tõsiasi, et aasia lepatriinu oli uuel mandril hästi kohanenud, jõudsalt paljunenud, kohalikud liigid välja tõrjunud, valgunud laiali üle kogu Ameerika mandri ja muutunud paljudel juhtudel domineerivaks liigiks (Chouinard, 2000). Ukrainasse toodi aasia lepatriinu 1964. aastal selleks, et tõrjuda viljapuudel lehetäisid. Edu tiivustas ning 1982. aastast lülitati see liik Nõukogude Liidus mitmetesse riiklikesse biotõrje programmidesse. Alates 1995. aastast oli ta maailmas paljude kompaniide müügiartikkel ning näiteks Kopperti firma müüs teda APHI-RID nime all veel ka uue sajandi esimesel kümnendil. Tuleb märkida, et praeguseks on selle liigi turustamine siiski kõikjal lõpetatud. Nagu mujalgi maailmas, on aasia lepatriinu levinud loodusesse ka Euroopas. Belgias leiti teda loodusest esmakordselt 2001. aastal, mõne aastaga hõivas ta kogu riigi. 2004. aastal avastati ta Prantsusmaa põhja- ja idaosas ja juba 2009. aastal oli teda juba kõikjal. Edasi tuli Euroopa paljudest riikidest üha uute leiukohtade teateid (Kallavus, 2018). Kuigi aasia lepatriinut ei ole Lätis biotõrjes kunagi kasutatud, leiti teda 2009. aastal arvukalt ühest mahajäetud ploomipuuaiast (Barševskis, 2009). Eestis puudusid leiuteated kuni 2021. aastani. Eelmine suvi sai pöördeliseks ja e-Elurikkuse portaali tehti suve jooksul aasia lepatriinu leidude kohta 5 kirjet. Huvitav on märkida, et kõik portaali kantud isendid olid erineva värvuse ja tiivamustriga. Leiuteateid tuli suve ja sügise jooksul Eesti erinevatest piirkondadest veelgi, millest võib järeldada et aasia lepatriinu on meil juba kõikjal levinud ja ta oli oodanud vaid avastamist.

Aasia lepatriinu on kuritegelane

Praeguseks on see invasiivne võõrliik tänu suhteliselt suurele kasvule, kõrgele viljakusele, heale kliima ja paikkonnaga kohanemise võimele, aplusele ja paljutoidulisusele saavutanud kõikjal uutes asualades eelisseisundi ning põhjustanud kohaliku kasuliku entomofauna allakäigu. Probleemi ulatus teadvustus selgemalt

20. sajandi lõpuaastail, kui avastati et seal, kus on aasia lepatriinu, kaovad temaga ühist toidulauda jagavad kohalike lepatriinude liigid (Dixon, 2000). Selgus, et kuigi tema meelistoiduks on lehetäid, sööb ta toidulaua ära kõik samale toidule konkureerivate liikide (kakstäpp- (*Adalia bipunctata*), viistäpp- (*Coccinella quinquepunctata*), seitsetäpp-lepatriinu (*C. septempunctata*) jt) munad, vastsed ja nukud (Metspalu, 2013). Kuigi teadaolevalt sisaldavad lepatriinud liigispetsiifilisi kaitseaineid ning seetõttu tavaliselt teistele elusolenditele toituks ei sobi, siis aasia lepatriinul on võime toitumise käigus muuta need kaitseained kahjutuks. Veelgi enam, tema enda munad sisaldavad teisi lepatriinusid peletavaid aineid, mistõttu munakogumike lähikonda teised liigid ei munegi. Nüüdseks on saanud tegelikkuseks, et kõikjal kuhu on asunud aasia lepatriinu, on kohalike lepatriinuliikide arvukus langenud madalseisu. Nii näiteks oli Kanadas lepatriinude (*C. transversoguttata richardsoni*, *A. bipunctata*) arvukus juba paar aastakümnet tagasi vähenenud kuni 20 korda ja seda seostatakse aasia lepatriinu levikuga (Lucas jt., 2002). Selle liigi esinemist looduslikes ja põllumajanduslikes ökosüsteemides seostati ka USA-s lepatriinuliste (*Brachiacantha ursine*, *Cycloneda munda*, *Chilocorus stigma*) arvukuse olulise vähenemisega (Colunga-Garcia ja Gage, 1998). Browni ja Roy (2018) poolt Inglismaal kümne aasta jooksul läbi viidud uuringud näitasid, et aasia lepatriinu levik oli otseselt seotud seitsetäpp-lepatriinu arvukuse vähenemisega. Kuivõrd kahjurite kolooniates toituvad mitmed teisedki röövtoidulised, eriti sirelased ja kiilassilmad, siis nüüdseks on teada, et aasia lepatriinu sööb ära nende munad ning vastsed, seades sellega ohtu ökosüsteemi tasakaalu. Uuringud on tuvastanud, et aasia lepatriinu võib nakatada ka oma toidukonkurente pisiooselise *Nosema thomsoni*, mille suhtes tal endal on kaasasündinud immuunsus (Vilcinskas jt., 2015). See nakkus vähendab teiste lepatriinuliikide eluvõimet ja on sageli surmav. Suurbritannia teadlaste hinnangul on aasia lepatriinu küllalt resistentne mullabakteri *Beauveria bassiana* infektsioonile, kuid võimeline seda levitama oma elukeskkonnas, nakatades seal teisi haigusele vastuvõtlikke putukaid (Roy jt., 2008). Aasia lepatriinu selline haigusresistentsus arvatakse olevat seotud nende poolt sünteesitavate antimikroobsete peptiididega (Vilcinskas jt., 2013).

Aasia lepatriinu paturegister üha laieneb. Nüüdseks on viinamarjakasvatajaid tabanud ebameeldiv üllatus – aasia lepatriinu valmikud hakkavad paar nädalat enne viinamarjade koristust kogunema valmivatesse kobaratesse. Hea peidukoht, mis pakub varju ja sooja, nälja peletamiseks haugatakse suhkrurikkaid marju.

Uuringud on näidanud, et talvitumiseks valmistumisel vajavad valmikud senise loomse toidu asemel taimset toitu (Metspalu, 2020). Kobarate koristamise käigus nõristavad häiritud lepatriinud viinamarjadele põlveliigestest ohtralt haisvat ja sööbivat vedelikku. Veelgi enam, mardikaid satub ka marjapurustajasse, kust nende kehamahlad lähevad ringlusse. Tulemuseks on veini kvaliteeti rikkuvad maitse-nüansid. Mitmed prominentsed veiniekspertidid on leidnud, et aasia lepatriinu lisanditega veini aroom ning maitseomadused on oluliselt halvenenud ning juba paar lepatriinut 1 kg viinamarjade kohta rikub veini kvaliteedi (Kallavus, 2018). See annab viinamarjakasvatajatele, kes on panustanud veinitootmisse, märkimisväärselt majandusliku tagasilöögi. Lepatriinu lisandiga veini müügitulud vähenevad ning lisanduvad mardikatest vabanemiseks tehtavad kulutused. Valmikud ei põlga sügisel ära ka küpseid õunu, pirne, ploome ja vaarikaid. Meil võib löögi alla sattuda näiteks sügisel valmiv vaarikasort 'Polka'. Kahjustuste tõttu väheneb saagi kaubanduslik väärtus, sööbiva „vere“ laiuke on raske viljadelt eemaldada.

Talveks valmistumisel avaldub lepatriinudel tung koguneda rändeparvedesse ning siis võib neid märgata talvituskohdade otsinguil suurte parvedena ringi liikumas. Kuna oma päritolumaades rändab tugev ja hea lennuvõimega *H. axyridis* talvituma heledatesse kaljumägedesse, siis asumaades tuleb ta talvitumiskohti otsima kunagisi kodumägesid meenutavatesse kõrghoonetesse, kuid ka teistesse heledat värvi majadesse. Sellele liigile iseloomulikult koosnevad rändekogumikud kümnetest tuhandetest isenditest ning ehitised kattuvad lepatriinudega massiga. Nad püüavad peituda pragudesse, kuid tungivad majadesse ka avatud akendest, ventilatsioonivadest jne. Parv lendab hoones ringi, roomab seintel ja lagedel, varjub elektroonikaseadmetesse. Soojas ruumis ei jäädagi talveunne vaid jätkatakse majapidamises ringihulkumist. Kui lepatriinusid püütakse maha pühkida seintelt, lagedelt, kardinatelt, tõmbuvad jalad ja tundlad momentaalselt keha ligi ning kukutavad end surnut teeseldes maha. Samal ajal põlveliigestest voolav halvasti lehkav vedelik jätab pindadele inetud kollased plekid (Metspalu, 2020). Vähe sellest, nad kipuvad ka hammustama. Hammustuskoht sügeleb, paljudel juhtudel on inimesed lepatriinu suhtes ka allergilised. Talvituskogumikke on leitud mesilastarudest, kus kergitatakse üles kattermaterjale ja häiritakse mesilaste talverahu. Kuna talvituspaigad märgistatakse püsivate lõhnaainetega, siis tullakse igal aastal samasse kohta talvituma.

Kokkuvõte

Bioloogiline tõrje on iseenesest suurepärane asi. Võõrliikide, eriti aga hea kohanemisvõime ja laia toiduspektriga generalistide sissetoomine on aga alati seotud riskiga ning valmis tuleb olla ettenägematuteks tagajärgedeks. Aasia lepatriinu on üks näidetest, kus inimese sekkumine looduslikesse protsessidesse võib ka parimate kavatsuste korral anda ootamatult halvad tagajärjed. Tõrje on keeruline ja seni ei ole teada häid tulemusi andvaid tõrjemeetodeid. Väga oluline on meile liigi äratundmine, leviku kaardistamine ning teavitustöö. Kõne alla võiks tulla kahjurikolooniate likvideerimine talvituspaikades. Viinamarjade jm valmimise ajal võiks abi olla istanduste katmine putukavõrkudega.

Tänuavaldused. Töö on valminud IUT 36-2 ja Horisont 2020 projekti V2003 toel.

Kirjandus

- Barševskis, A., 2009. Multicoloured Asian lady beetle (*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)) (Coleoptera: Coccinellidae) for the first time in the fauna of Latvia. *Baltic Journal of Coleopterology*, 9, 135–138.
- Brown, P. M. J., Adriaens, T., Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hagg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B. E. M., Kovar, I., Loomans, A. J. M., Majerus, M. E.N., Nedved, O., Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H. E., Ternois, V., Zakharov, I. A., Roy, D. B. 2008. *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. *Biocontrol*, 53, 5–21.
- Brown, P.M.O., Roy, H.E. 2018. Native ladybird decline caused by the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis* evidence from a long-term field study. *Insect Conservation and Diversity*, 1–10.
- Chouinard, G. 2000. Bilan des Observations Phytosanitaires 1999 du Réseau-pommier. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Réseau d'aver-tissements phytosanitaires, Québec, Canada, 36 pp
- Colunga-Garcia M. & Gage S.H. 1998: Arrival, establishment, and habitat use of the multicolored Asian ladybeetle (Coleoptera: Coccinellidae) in a Michigan landscape. *Environmental Entomology*, 27, 1574–1580.
- Dixon, A.F.G. 2000. *Insect Predator-Prey Dynamic; Ladybird Beetles and Biological Control*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 257pp
- Kallavus, T. 2018. *Aasia lepatriinu (Harmonia axyridis) – levik ja tõrjevõimalused*. EMÜ Aianduse õppekava bakalaureusetöö, 47 lk.
- Koch, R. L. 2003. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science*, 3, 32

- Lucas, E., Gagne', I., Coderre, D. 2002. Impact of the arrival of *Harmonia axyridis* on adults of *Coccinella septempunctata* and *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) *European Journal of Entomology*, 99, 457–463
- Metspalu, L. 2013. Kuri lepatriinu: biotõrje kangelasest rahvusvaheliseks kurjategijaks. *Maakodu* nr 7
- Metspalu, L. 2020. *Aasia lepatriinu. Viljapuude ja marjapõõsaste kahjurid*, 154–156.
- Roy, H.E., Brown, P.M.J., Rothery, P., Ware, R.L. and Majerus, M.E.N. 2008. Interactions between the fungal pathogen *Beauveria bassiana* and three species of coccinellid: *Harmonia axyridis*, *Coccinella septempunctata* and *Adalia bipunctata*. *Biological Control*, 53, 265– 276.
- Tang, B., Zhu, J., Guo, H.S. 2012. Studies of the diversity of multiple elytral colour morphs of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal Hangzhou Normal University*, 11, 132–136.
- Vilcinskis, A., Mukherjee, K., Vogel, H. 2013: Expansion of the antimicrobial peptide repertoire in the invasive ladybird *Harmonia axyridis*. *Proceedings of the Royal Society B*, 280, 9 pp.
- Vilcinskis, A., Schmidtberg, H., Estoup, A., Tayeh, A., Facon, B., Vogel, H. 2015. Evolutionary ecology of microsporidia associated with the invasive ladybird *Harmonia axyridis*. *Insect Science*, 22, 313–324.

Suviteraviljade proteiinisalduse suurendamise võimalus – segukülv kaunviljadega

Possibility to increase the protein content of spring cereals – sowing with grain legumes

Lea Narits

Eesti Taimakasvatuse Instituut, Jõgeva Sordiaretuse osakond

► lea.narits@etki.ee

Märksõnad: suviteraviljad, põldhernes, suvivikk, proteiin

Sissejuhatus

Mahepõllumajandus on jätkusuutlik alternatiiv tavapõllumajandusele ning tal on positiivne mõju taimede ja loomade mitmekesisusele (Birkhofer jt., 2014). Eestis on mahepõllumajandus leidnud oma kindla koha ning teraviljakultuuride kasvupind mahetootmises on jõudsalt suurenenud, olles 2019. aastal 53919 ha (Statistikaamet). Teravilja kasvatatakse peamiselt optimaalsetes lämmastikutingimustes, mistõttu madala N sisaldusega tingimustes ei pruugi see hästi toimida (Kubota jt., 2017). Mahepõllumajanduses kasvatatakse peamiselt kaera, kuna ta on mulla toitainesisalduse suhtes vähenõudlikum kui teised teraviljad (Tamm jt., 2016). Kui kaera kokkuostul ei ole terade proteiinisaldusele miinimumnõudeid määratud, siis teistel teraviljadel on just proteiinisaldus oluline kvaliteedinäitaja, millest sõltub ka terade kokkuostuhind. Näiteks söödaodra puhul on oodatud proteiinisaldus üle 9% ja õlleodra puhul 11,5–12% (Scandagra). Nisu puhul on I kategooria toidunisul oodatud proteiinisaldus 14%, V kategooria nisul 11% (Tartu Mill) kuni 9% (Linas Agro OÜ). Mõnel juhul võivad mahenisu kvaliteedinõuded olla veidi madalamad kui tavanisul. Oluline on terade proteiinisaldus ka koduloomadele ja -lindudele, et nende sööt oleks täisväärtuslik ning tasakaalustatud.

Suviteraviljade ja kaunviljade segusid peetakse heaks põllumajandustavaks paljudes Euroopa riikides, eriti mahe- ja vähese sisendiga põllumajandussüsteemis. Segude kasvatamine aitab kaasa elupaigaressursside täiendavale kasutamisele ja üksikute taimeliikide kompenseerivale kasvule, põhjustades produktiivsuse suurenemise ja saagikuse stabiilsuse. Segude saagikus ja saagi kvaliteet sõltub suuresti komponentide valikust ja nende osalusest. Sellised põllukultuurid on ka tõhus meetod umbrohutõrjeks ning haiguste ja kahjurite leviku vähendamiseks, mis on mahetootmise süsteemis väga oluline (Staniak jt., 2014).

Käesoleva töö eesmärgiks oli võrrelda maheviljeluses kasvatatavate erinevate teraviljade proteiinisaldusi ja nende võimalikke muutusi segus teravili+kaunvili, leidmaks häid lahendusi teravilja proteiinisalduse tõstmiseks.

Materjal ja metoodika

Katse viidi läbi 2019. aastal Eesti Taimekasvatuse Instituudi (ETKI) mahealal. Eelviljaks oli teise aasta punane ristik, mis künti sisse kevadel. Katses oli kaks kaerasorti: 'Kalle' ja 'Kusta', kaks odrasorti: 'Maali' ja 'Tuuli', kaks suvinisu sorti: 'Voore' ja 'Hiie', põldhernes 'Kirke' ja suvivikk 'Rae kohalik'. Kaunviljade sordid valiti välja nende kõrget proteiinisaldust silmas pidades. Katselapi suurus oli 5 m², katse korraldati randomiseeritult ja kolmes korduses. Võrdluseks külvati igat sorti ka puhaskülvina, külvisenormid vastavalt: kaeral ja odral 500, suvinisul 600 idanevat tera m²-le, põldhernel ja suvivikil 100 idanevat seemet m²-le. Katses olid kõik segukülvid 50% teravilja + 50% kaunvilja puhaskülvinormist. Külvati ühe töökäiguga, 4 cm sügavusele. Saak kaaluti peale sorteerimist 1 g täpsusega. Toorproteiinisaldused määrati ETKI laboratooriumis FOSSNIR meetodiga. Kõik andmed on arvutatud seemnete 13% niiskusesisalduse juures. Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi Argobase.

Tulemused ja arutelu

Varasemad uurimused on näidanud, et teravilja ja liblikõielise segukülv tagab puhaskülvist stabiilsema või kõrgema saagi (Yverginaux jt., 2007; Bedoussac jt., 2015). Meie katses sellist tulemust ei saanud. 2019. aasta oli teraviljade kasvuks soodne ning segus kaunviljadega suruti viimased teraviljade poolt tugevasti alla. Eriti mõjutati vikki, mille osatähtsus segusaagis oli vaid 7,8–0,4% (tabel 1). Paremini konkureeris vikk nisuga, järgnesid oder ja kaer. Hernes konkureeris viljadega vikist mõnevõrra edukamalt, osatähtsus segusaagis nisuga oli 13,3–11,7%, odraga 8,5–5,7% ja kaerga 3,3–2,1%. Võrreldes teravilja puhaskülvidega, vähenes segukülvide kogusaak kõige rohkem nisudel (1212–1623 kg), vähem kaertel (180–400 kg).

Mitmed autorid on leidnud, et proteiinisaldus teraviljades on kõrgem, kui neid kasvatada segus kaunviljadega (Jensen, 1996; Yverginaux jt., 2007; Bedoussac ja Justes, 2013). Sama tulemus oli ka meie katses kõikide teravilja sortide puhul,

välja arvatud kaer 'Kalle', mille proteiinisaldus vähenes, hernega segus 0,1%-punkti ja vikiga 0,4 %-punkti võrra (tabel 1). Samas, kaer 'Kusta' proteiinisaldus tõusis herne puhul 0,6 %-punkti ja viki puhul 0,5 %-punkti, mõlemad muutused on statistiliselt usutavad. Kui mõlema nisusordi puhul oli usutav proteiinisalduse tõus segus hernega ('Voore' 1,6 %-punkti ja 'Hiie 0,8 %-punkti) siis segus vikiga proteiinisalduse muutust kas ei olnud üldse ('Hiie' 0) või oli väga minimaalselt ('Voore' 0,1 %-punkti). Odrasortide puhul oli 'Maali' segus vikiga (+1,0 %-punkti) ja 'Tuuli' segus hernega (+1,6 %-punkti) paremad tulemused, mõlemad muutused on ka statistiliselt usutavad.

Tabel 1. Suviteraviljade ja kaunviljade saagid, proteiinisaldused ja –saagid ning muutused võrreldes vilja puhaskülviga 2019. a ETKI mahekatses

Liik	Sort	Saak, kg ha ⁻¹				Proteiin			
		vili	hernes	vikk	kokku	sisaldus		kogusaak	
						%	muutus, %-punkti	kg ha ⁻¹	muutus, kg
Kaer	Kalle	3944	136	56	4080	11,5	-0,1	505,24	-14,44
		4206			4262	11,2	-0,4	494,53	-25,15
		4480			4480	11,6	0	519,68	0
	Kusta	4652	100	20	4752	11,8	+0,6*	586,74*	+34,36
		4674			4694	11,7	+0,5*	555,46	+3,08
		4932			4932	11,2	0	552,38	0
	Maali	3180	192	52	3372	12,7	+0,5	479,12	-32,79
		3442			3494	13,2	+1,0*	477,28	-34,63
		4196			4196	12,2	0	511,91	0
Oder	Tuuli	2548	236	68	2784	12,7	+1,6*	419,41	+6,49
		2498			2566	11,8	+0,7	323,39	-89,53*
		3720			3720	11,1	0	412,92	0
	Voore	2436	324	142	2760	14,1	+1,6*	475,02	-21,48
		2454			2596	12,6	+0,1	372,97	-123,53*
		3972			3972	12,5	0	496,50	0
Nisu	Hiie	2580	396	219	2976	12,7	+0,8*	486,85	-41,03
		2594			2813	11,9	0	403,74	-124,14*
		4436			4436	11,9	0	527,88	0
	Kirke		2000		2000	28,7	0	574,00	0
Vikk	Rae kohalik			452	452	32,5	0	146,90	0

*Statistiliselt usutav (p < 0,05 erinevus)

Proteiini kogusaagis arvestasime kokku nii teravilja kui kaunvilja proteiinide saagid, võrdlemaks tulemusi puhaskülvidega. Herne puhaskülvi saak ei olnud küll suur, kuid proteiinisaak hektarilt oli 574,0 kg ha⁻¹, sellest usutavalt parem tulemus oli 'Kusta' ja 'Kirke' segukülvil, 586,74 kg ha⁻¹ (tabel 1). Kuna seemnete kogusaagid segukülvides jäid väiksemateks kui puhaskülvides, siis ka proteiini-saagid jäid valdavalt väiksemateks. Mõlemad segud kaeraga 'Kusta' andsid suuremad proteiinisaagid: hernega +34,36 kg, vikiga +3,08 kg. Samuti oli oder 'Tuuli' ja herne segus proteiinisaagi tõus: +6,49 kg. Kõige enam jäid puhaskülvidega võrreldes madalamateks nisu+vikk segude proteiinisaagid, mis oli otseses sõltuvuses madalatest seemnesaakidest.

Järeldused

Segukülvid teravili+kaunvili on hea võimalus tõsta maheviljeluses suvitelaviljade proteiinisaldust. Põldhernes sobib segukomponendina paremini kui suvivikk. Erinevused tulid esile erinevatel teravilja sortidel. Kaer 'Kusta' reageeris kaunvilja lisamisele positiivse tulemusega, 'Kalle' mitte. Oder 'Tuuli' andis paremaid tulemusi segus hernega, 'Maali' aga segus vikiga. Suvinisu 'Voore' segus hernega andis 14,1%-lise proteiinisalduse, mis vastab I kategooria toidunisu nõuetele, 'Hiiega' oli see madalam. Seega on kõrgema proteiinisalduse saamiseks vaja valida segudesse ka sobiv ja parimat tulemust andev teraviljasort.

Selgitamist vajab sobivaim komponentide osakaal segus, katsed jätkuvad.

Tänuavaldused. Uurimus on valminud Riikliku programmi „Sordiaretusprogramm aastatel 2009–2019“ toel.

Kirjandus

- Bedoussac, L., Journet, E-P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E.S., Prieur, L., Justes, E. 2015. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3). <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7>.
- Bedoussac, L., Justes, E. 2013. Durum wheat – winter pea intercropping is efficient to improve the use of environmental resources in low input farming in the French southern conditions. Integrating legume biology for sustainable agriculture. *6th European Conference Grain Legumes*, p 238–undefined.

- Birkhofer, K., Ekroos, J., Corlett, E. B., Smith, H. G. 2014. Winners and losers of organic cereal farming in animal communities across Central and Northern Europe. *Biological Conservation* 175. p 25–33.
- Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and Soil*, 182(1). <https://doi.org/10.1007/BF00010992>
- Kubota, H., Iqbal, M., Quideau, S., Spaner, D., Dyck, M. 2017. Argonomic and physiological aspects of nitrogen use efficiency in conventional and organic cereal-based production systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 33(5), p 1–24.
- Linag Agro OÜ. linasagro.ee/mahevilja-kokkuost (14.03.2022)
- Staniak, M., Ksiezniak, J., Bojarszczuk, J. 2014. Mixtures of Legumes with cereals as a source of Feed for Animals, pp. 1–24. In: *Organic agriculture towards sustainability*, (Pilipavicius, V. ed), In Tech publishing, UK.
- Scandagra. scandagra.ee/mahetootjale/maheteravili (14.03.2022)
- Statistikaamet. www.stat.ee (15.03.2022)
- Tamm, I., Ingver, A., Koppel, R., Tupits, I., Narits, L., Tamm, Ü., Ess, M., Sepp, K., Vetemaa, A. 2016. *Mahepõllumajanduslik teravilja- ja õlikultuuride kasvatus*. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 30 lk.
- Tartu Mill. tartumill.ee/tm/et/tarnijale (28.03.2022)
- Yverginiaux, M., Guichard, L., Al Rifai, M., Bazot, M., Biames, V., Chaigne, G., Correhellou, G., Croxat, Y., Dorvillez, D., Naudin, C., Omon, B., Thiery, C., Jeffroy, M-H. 2007. Assessment of winter pea-wheat intercrops for high protein grains in various locations in France. Integrating legume biology for sustainable agriculture. *6th European Conference Grain Legumes*, book of abstracts.

Bokashi tee mõju tomati istikute kasvule

The effect of bokashi tea on the growth of tomato transplants

Margit Olle

MTÜ Veggies Cultivation

Märksõnad: bokashi tee, kõrgus, lehtede arv, tomati istik, varre läbimõõt

Sissejuhatus

Bokashi tehnoloogia on biojäätmete töötlemise meetod, mis toimub anaeroobsetes tingimustes (Boechat jt., 2013). Mõiste põhineb jaapani traditsioonilisel samanimelisel meetodil. Erinevalt tavalisest aeroobsest kompostimisest toimub bokashi jäätmete töötlemine (fermenteerimine e. hapendamine) anaeroobsetes tingimustes: suletud bioreaktorites või õhustamata hunnikutes. Anaeroobsetes tingimustes orgaanilise aine lagunemise kontrolli all hoidmiseks viiakse biojäätmete segusse anaeroobseid mikroorganisme. Need efektiivsed mikroorganismid (EM) on kasulike ("efektiivsete") looduslike mikroorganismide segu (Olle, 2016). Tuleb märkida, et kõik need EM-i mikroobid on pärit loodusest (Footer, 2013). EM-i kontseptsioon põhineb substraatide inokuleerimisel (nakatamisel) eesmärgiga nihutada mikroobide tasakaalu ja luua sellega paremat tootlikkust võimaldav täiustatud mikrobiom (Boechat jt., 2013).

EM toimib taimekasvatustes mitmel eri viisil: patogeenide bioloogiline maha-surumine, energia säästmine, mineraalide lahustamine ja bioloogilise lämmastiku sidumine (Balogun jt. 2016). EM suurendab taimede parema toitumise tõttu nende saagikust ja kasvu (Megali jt., 2014).

Bokashi kompost võib stimuleerida mikroobide, meso- ja makrofauna aktiivsust, mõjutades sellega mulla struktuuri (Amezket, 1999). Ginting (2019) leidis, et bokashiga töötlemine parandas mulla viljakust. Võrreldes teiste kasvustimulaatoritega toob EM+bokashiga väetamine kaasa suurema saagikasvu (Mohan 2008).

Kuidas saadakse bokashi tee? Bokashi saamiseks lahustatakse melass vees ja lisatakse efektiivsed mikroorganismid (EM), seejärel valatakse vedelik eelnevalt segatud tahketele komponentidele (näiteks nisu kliid) ning segatakse ühtlaseks massiks. Bokashiga töödeldud toidujäätmete anaeroobsetes tingimustes hapendamisel tekib paari nädala möödudes tahke fermentaat. Anaeroobse bokashi fermenteerimisperiood õhukindlalt suletud nõus on 2–3 nädalat. Tahket

fermentaati kasutatakse orgaanilise väetisena, toidulisandina looma- ja kalakasvatases, köögijäätmete komposteerimiseks. Lisaks töödeldud biojätmetele saab fermenteerimise protsessi käigus ka vedelväetist – bokashi teed. Spetsiaalsetel Bokashi ämbritel on olemas kraan, kust mõned päevad peale kaane sulgemist saab nõu põhjast välja lasta siirupilaadset toitainetest ja kasulikest mikroorganismidest pakatavat vedelikku – bokashi teed. Seda vedelikku võib lahjendatult kasutada taimede kastmiseks ja väetamiseks.

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli hinnata bokashi tee mõju tomati istiku kasvule.

Materjal ja metoodika

Katsed viidi läbi 2019. aasta kevadel Eesti Taimakasvatuse Instituudi köetavas kasvuhoones. Katses kasvatati tomaisorti 'Valve'.

Variandid: 1. bokashi tee, mis saadi katses kasutamiseks NutriLoop OÜ-st; 2. kontroll (veega töötlemine). Iga katselapp koosnes 3 taimest. Katsel oli kolm kordust. Katsed korraldati samaaegselt. See tähendab, et katses oli 2 × 3 kordust.

Tomatiseemned külvati 17. aprillil 2019. Kasvuhoone valgustus oli umbes 12 000 luksit. Taimed olid täiendavalt valgustatud (kõrgsurve elavhõbeda lambid) 18 tundi (4.00–22.00). Kõiki taimi kasvatati minimaalse päeva ja öise temperatuuriga vastavalt 20 °C ja 18 °C.

Taimed pikeeriti kastidesse (23.04.2019) ja seejärel potistati (poti läbimõõt 9 cm) (3.05.2019). Mahedalt kasvatatavate istikute kasvusubstraadiks oli Matogard Ltd. köögiviljamuld. Koostis: turvas, kompost, orgaanilised väetised, savi. Mulla pH oli 5,6–6,5. Seemneid leotati pool tundi enne külvamist bokashi tee 1:500 lahuses (bokashi teevariant) või vees (kontroll). Tomatiseemned külvati bokashi tee 1:500 lahusega töödeldud köögiviljamulda (variant 1) ja veega töödeldud köögiviljamulda (variant 2). Potistamise eel oli köögiviljamulda töödeldud bokashi tee 1:1000 lahusega (variant 1) ja veega (variant 2). 06.05.19 – 27.05.19 kasteti taimi kord nädalas bokashi tee 1:1000 lahusega (variant 1) ja veega (variant 2).

07.06.2019 registreeriti taimede kõrgus, varre läbimõõt ja lehtede arv. Kõrgus mõõdeti mõõdulindiga, nihkkaliibriga mõõdeti varre läbimõõtu ja loendati lehtede arv.

Dispersioonanalüüs viidi läbi programmi Excel 2019 abil saadud andmete põhjal. Testid loeti statistiliselt oluliselt erinevaks tasemel $p < 0,05$.

Tulemused

Tulemustest selgus, et bokashi teega töödeldud tomatiistikute varre läbimõõt oli 13% suurem kui kontrollvariandi istikutel (tabel 1; $p = 0,04$). Bokashi teega töödeldud tomatiistikud olid mõnevõrra kõrgemad kui kontrollvariandi istikud (tabel 1; $p = 0,06$), kuigi tulemused polnud statistiliselt usutavad. Bokashi teega töödeldud tomatiistikutel oli rohkem lehti kui kontrollvariandi taimedel, kuigi tulemused polnud statistiliselt usutavad (tabel 1; $p = 0,2$). Tomati istikud on joonisel 1. ja istikute varred on joonisel 2.

Tabel 1. Tomatiistikute kõrgus, lehtede arv ja varre diameeter vastavalt töötlustele: bokashi tee ja kontroll (vesi).

	Taimede kõrgus (cm)		Lehtede arv		Varre läbimõõt (mm)	
	Bokashi tee	Kontroll	Bokashi tee	Kontroll	Bokashi tee	Kontroll
Keskmine	31,667	26,667	8,667	7,667	9,667	8,333
Standardhälve	1,528	3,055	0,577	1,155	0,577	0,577
p	0,064		0,251		0,047	

Arutelu

Käesolevas uurimistöös tulemustest võib järeldada, et võrreldes kontrolliga, soodustas bokashi tee istikute kasvu. Varasemates katsetes (Olle, 2014; 2015; Olle ja Williams, 2015) on leitud, et tomati, kurgi ja kabatšoki istikud oli EM-iga töödeldud variantides kontrollist lühemad. Antud katse tulemused on aga kooskõlas Idrise jt. (2008) tulemustega. Nad leidsid, et EM-töötlus suurendas tomatitaimede kõrgust; siiski, nende katses mõõdeti taimede kõrgust viljakandmise ajal, käesolevas uuringus aga mõõdeti istikute kõrgust. Taimede intensiivsema arengu põhjuseks võib olla see, et EM-inokuleerimine bokashiga suurendab tomatitaimede fotosünteesi (Xu jt., 2001), mis tagabki taimede parema kasvu.

Chantal jt. (2010) töödest selgub, et EM-iga töödeldud kapsaste lehepinnad suurenesid. Kuigi kapsataime pikkuses olulist erinevust ei olnud, andis nii EM 'Bokashi' ja kui ka EM-lahusega taimede töötlemine suurema läbimõõduga varred, mis olid mõnevõrra jämedamad ka keemilise väetisega töödeldud variandi kapsaste vartest (Nakano, 2007). Antud katses on bokashi tee mõjul varre läbimõõdu suurenemine kooskõlas teiste samalaadsete katsete tulemustega (Olle, 2014; Olle, Williams, 2015). Puranapong ja Siphuang (2001) uurisid EM-i segu kasutamise



Joonis 1. Tomatiistikud: bokashi tee (vasakul) ja kontroll (paremal).



Joonis 2. Tomatiistikute varred: bokashi tee (vasakul) ja kontroll (paremal).

võimalusi koos kana-, vuti-, sea- või lehmäsõnnikuga baklažaani kasvatamisel, kuid ei saanud olulisi erinevusi taimede kasvuparameetrites.

Bokashi tee parandas tomatiistikute kvaliteeti – varred olid suurema läbimõõduga ja istikud kõrgemad kui veega kastetud taimedel. Kuldne reegel on see: väga hea kvaliteediga istikud panevad aluse suuremale saagile. Seega paneb bokashi tee hea aluse tomatitaimede kasvule, sest EM lahustab bokashi tees mineraale (Olle, Williams, 2013), sealhulgas ka kaltsiumi. Kaltsium mõjub paljudele protsessidele soodsalt: kõrgema kaltsiumi sisaldusega taimedel on vähem haigusi, neid ründab vähem putukaid ning neil on paremad transpordi- ja säilitusomadused (Olle, 2013).

Järeldused

Bokashi tee parandab tomatiistikute kasvu, suurendab varre läbimõõtu ja seeläbi võimaldab taimedel omastada rohkem toitaineid.

Tänuavaldused. NutriLoop OÜ varustas katset bokashi teega. Eesti Taimekasvatuse Instituut varustas ülejäänud materjalidega ja kasvuhoone pinnaga.

Kirjandus

- Amezket, E. 1999. Soil aggregate stability: a review. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14, 83–151.
- Balogun, R.B., Ogbu, J.U., Umeokechukwu, E.C., Kalejaiye-Matti, R.B. 2016. Effective Microorganisms (EM) as Sustainable Components in Organic Farming: Principles, Applications and Validity. In: *Organic Farming for Sustainable Agriculture*. Springer International Publishing (Ed. D. Nandwani), Cham. pp. 259–291
- Boechat, C.L., Santos, J.A.G., Accioly, A.M.D.A. 2013. Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with Fermented Bokashi Compost. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(2), 257–264.
- Chantal, K., Xiaohou, S., Weimu, W., Basil, T.I.O. 2010. Effects of effective microorganisms on yield and quality of vegetable cabbage comparatively to nitrogen and phosphorus fertilizers. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9, 1039–1042.
- Footer, A. 2013. *Bokashi composting: Scraps to soil in weeks*. – New Society Publishers. 176 p.
- Ginting, S. 2019. Promoting bokashi as an organic fertilizer in Indonesia: A mini review. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 21(4), 556070. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.21.556070.
- Idris, I.I., Yousif, M.T., Elakashif, M.E., Bakara, F.M. 2008. Response of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) to application of effective microorganisms. *Gezira Journal of Agricultural Science*, 6(1), North America, <http://journals.uofg.edu.sd/index.php/GJAS/article/view/4>. Accessed 06.04.2013 (06.10.2020)
- Megali, L., Glauser, G., Rasmann, S. 2014. Fertilization with beneficial microorganisms decreases tomato defenses against insect pests. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(3), 649–656.
- Mohan, B. 2008. Evaluation of organic growth promoters on yield of dryland vegetable crops in India. *Journal of Organic Systems*, 3(1), 23–36.
- Nakano, Y. 2007. Effects of Effective Microorganisms™ on the growth of *Brassica rapa*. – <http://ebookbrowse.com/effects-of-effectivemicroorganisms-tm-on-the-growth-of-brassica-rapapdf-d18075139> (06.04.2020)
- Olle, M. 2013. The effect of effective microorganisms (Em) on the yield, storability and calcium content in Swede. International Plant Nutrition Colloquium and Boron Satellite Meeting Proceeding In: *International Plant Nutrition Colloquium and*

- Boron Satellite Meeting*, Istanbul/Turkey, 19–23 August 2013. Sabanci University, pp. 714–715.
- Olle, M. 2014. Efektiivsete mikroorganismide mõju tomati istikute kasvule. *Põllumajandusteaduselt tootjatele*. Jõgeva, Rebellis, lk 100–103.
- Olle, M. 2015. Effective microorganisms influences vegetables and soybeans production. LAP LAMBERT Academic Publishing. 118 p.
- Olle, M. 2016. Kõõgivilja istikute kasv paraneb kasutades efektiivseid mikroorganisme. Konverentsi *Terve loom ja tervislik toit 2016*, artiklite kogumik (toim. Marko Kass), Ecoprint, lk 107–112.
- Olle, M., Williams, I.H. 2013. Effective microorganisms and their influence on vegetable production. – a review. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 88(4), 380–386.
- Olle, M., Williams, I.H. 2015. The influence of effective microorganisms on the growth and nitrate content of cucumber and squash transplants. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 2(1), 25–28.
- Puranapong, N., Sipuham, C. 2001. Utilization of manures fermented with EM (effective microorganism) in vegetable. In: *Proceedings of the 3 rd Maejo University Annual Conference*. Maejo University, Chiang Mai, Thailand, pp. 120–126.
- Xu, H.L., Wang, X., Wang, J. 2001. Modeling photosynthesis decline of excised leaves of sweet corn plants grown with organic and chemical fertilization. *Journal of Crop Production*, 3(1), 245– 253.

Kartulimardika keskkonnasäästliku tõrje võimalusi

Environmentally friendly control options against Colorado potato beetle

Angela Ploomi, Eha Kruus, Luule Metspalu, Aire Kuus, Uko Bleive

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► angela.ploomi@emu.ee

Märksõnad: soolikarohi, peletav mõju, agregatsiooniferomoon

Sissejuhatus

Kesk-Ameerikast pärit kartulimardikat (*Leptinotarsa decemlineata* Say) nähti Euroopa sadamates esmakordselt 19. sajandi lõpul. Eestis avastati esimesed kahjurikolded 1965. aastal. Nüüdseks on kartulimardikast saanud meil põlisasukas, kes on kohati väga arvukas. Kuigi ebasoodsad ilmastikutingimused võivad mõnel aastal kohalikku populatsiooni oluliselt vähendada, pole sisseränded ette ennustatavad. Rännetele aitavad kaasa suvel äikesega tekkivad tõusvad õhuvoolud ning lõunast ja edelast tulevad äikesetormid. Need toovad meile lõunapoolsetest maadest mardikaid massiliselt sisse ning pole teada, kust nad tulevad või kuhu nad siin maanduvad. Sissetulnud mardikad on eelmises asualas sageli kohanenud hoopis teistsuguste valguse-, temperatuuri- ja toitumistingimustega ning seetõttu võivad nad kohalike mardikatega võrreldes hoopis teistmoodi käituda (Lehman jt., 2015). Kartulimardika kõrge arvukus vähendab tugevasti kartulisaaki ja mõjutab selle kvaliteeti, sest lehestiku tugeva kahjustuse korral võib lisaks saagi langusele tõusta mugulates ka mürgiste alkaloidide sisaldus (Hiiesaar ja Metspalu, 2002; Hiiesaar, 2009).

Kui kartulimardika arvukus on väga kõrge, muutub vajalikuks keemiline töötlus. Kartulimardika tõrjekriteerium – kahjustatud on 2–5% taimedest (Annuk, 2019). Tõrje teeb keeruliseks asjaolu, et kartulimardikas on kõikjal muutunud paljude sünteetiliste insektitsiidide toimeainete suhtes resistentseks. Tuleb märkida, et kartulimardikas kuulub maailmas kolme kõige mürgikindlama putukaliigi hulka, mistõttu keemiline tõrje ei anna enamasti tulemusi. Ei aita ka mürkide vaheldamine, sest neil on välja kujunenud multiresistentsus st tundetus erinevatesse klassidesse kuuluvate insektitsiidide vastu (Hiiesaar ja Metspalu, 2002). Sünteetiliste insektitsiidide kasutamine mahetootmises ei ole aga üldse lubatud. Just seetõttu on tõrjeks vaja rakendada teistsuguseid tõrjemeetodeid.

Kartulimardika keskkonnasäästlikus tõrjes rakendatakse enamasti viljavaheldust ja mardikate mehhaanilist ärakorjamist. Viimane on vägagi töömahukas. Üheks tõrjevõtteks võiks olla putukate käitumisega manipuleerimine, mille teeb võimalikuks asjaolu, et putukad suhtlevad taimedega lõhnasignaalide abil. Kuivõrd igal erimil ja sordil on pisut erinev keemiline koostis, siis taimest lähtuvad signaalid annavad putukatele infot munemise ning toitumise sobivuse kohta. Seega võiks kartulimardika puhul üheks tõrjemeetodiks olla tema sordieelistuste väljaselgitamine, et siis selliseid meelissorte kasutada püümisena põllu servaaladel. Selliste taimeliikide, erimite või sortide leidmine on seega üheks võtmekomponendiks kahjurite integreeritud tõrjesüsteemi kujundamisel (Metspalu, 2017; Luik, 2018).

Ka taimeekstraktide kasutamine on üks keskkonnasõbralikest kahjurputukate tõrjeviisidest, sest ekstraktid muudavad peremeestaime lõhnafooni, lagunevad kiiresti ümbritsevale keskkonnale ohututeks algühenditeks ega kogune toiduahelasse (Isman, 1997). Teaduskirjandusest leiab andmeid, et kartulimardika vastu on katsetatud mitmeid erinevaid taimeekstrakte, mis toimisid peletavalt või pärssisid toitumist. Tugevama toimega on olnud mitmed troopilise päritoluga taimed: mahagoniliste sugukonda kuuluv neemipuu (*Azadirachta indica* A. Juss), tsitrusviljaliste koored jm. Meil esinevatest taimedest on kartulimardika vastu katsetatud koirohtu, salveid, basiilikut, aedruuti ja soolikarohtu (Hiiesaar, 2009).

Antud töö eesmärgiks oli selgitada kartulimardika sordieelistusi põllul ning katsetada tõrjeks kaubandusvõrgus müüdavaid ja mahepõllumajandusse sobivaid taimseid toimeaineid sisaldavaid preparaate.

Materjal ja meetoodika

Väikesemahuline põldkatse viidi läbi Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul 2021. aastal. Kartulimardika sordieelistuse katses oli neli kartulisorti: 'Maret', 'Teele', 'Birgit' ja 'Mary Ann'. Kartul pandi maha 11. mail. Mardikate loendus viidi läbi 29. juunil. Ekstraktidega töötlemise katsete läbiviimiseks valiti kartulimardika eelissort 'Maret'. Katse toimus 3 korduses. Iga katselapi suuruseks oli 2 m pikkune kartulivao lõik, töötlused randomiseeriti.

Katsetati peamiselt aiandustoodete jaemüügist saadud kommertspreparaatide töötluslahustega:

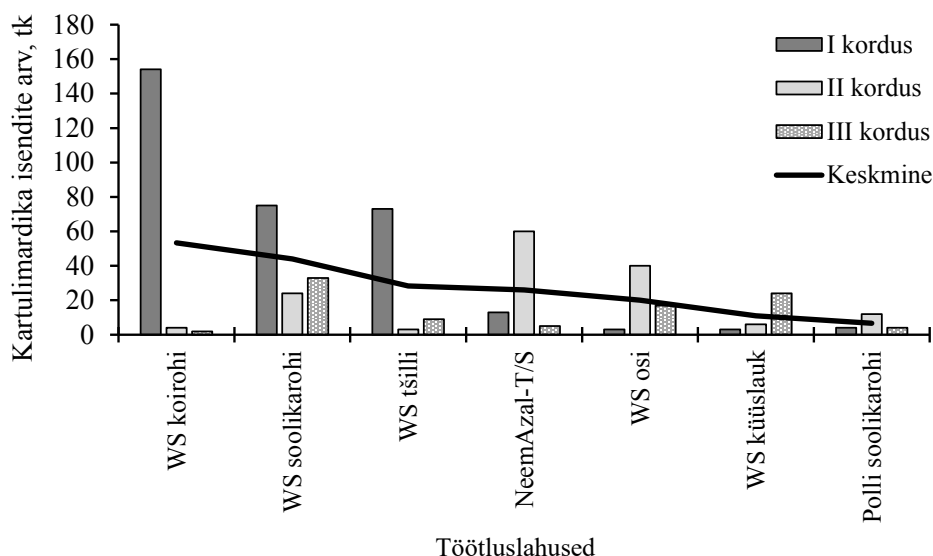
- Pakkija Workshop OÜ, päritolu Euroopa liikmeriik, (EU Approval/Reg Nr 06/ABP/LA01) preparaadid (töötluslahus 50 mL ekstrakti 1L veele):

- 1) Aiaseep + koirohu ekstrakt (edaspidi WS *koirohi*), sisaldus: *Artemisia absinthium*, kaaliumseep;
- 2) Aiaseep + soolikarohu ekstrakt (edaspidi WS *soolikarohi*), sisaldus: *Tanacetum vulgare*, kaaliumseep;
- 3) Aiaseep + küüslaugu ekstrakt (edaspidi WS *küüslauk*), sisaldus: *Allium sativum*, kaaliumseep;
- 4) Aiaseep + tšilli ekstrakt (edaspidi WS *tšilli*), sisaldus: *Capsicum* sp., <5% kaaliumseep;
- 5) Aiaseep + osja ekstrakt (edaspidi WS *osi*), sisaldus: *Equisetum* sp., kaaliumseep;
- 6) EMÜ Polli Aiandusuuringute keskuses valmistatud soolikarohu ekstrakt (edaspidi *Polli soolikarohi*) (200 mL ekstrakti 800 mL veele + 20 mL kaaliumseepi);
- 7) *NeemAzal-T/S*, toimeaine: asadirahtiin A 10g/L (5 mL lahust 1L veele + 20 mL kaaliumseepi).

Kartulimardikate valmikud ja kõigis arengufaasides vastsed loendati 14. juulil, 2021. a kõikidelt töötlemislahusega pritsitud kartulitaimedega lõikudelt.

Tulemused ja arutelu

Kartulimardika sordieelistuste vaatlustest selgus, et mardikad eelistasid nii munemiseks kui toiduks sorti 'Maret'. Üheks põhjuseks võis olla see, et tegu oli meie katsepõllul kõige varajasema sordiga, mistõttu mullast sooja kevade tõttu varakult väljunud mardikatel oli toit varajase kartuli näol olemas. Vaatlused näitasid aga, et see sort oli siiski kahjurile kogu suve jooksul eelistatuim. Kartulimardika järgmised valikud olid 'Mary Ann' ja 'Teel'. Kõige vähem mardikaid leiti sordilt 'Birgit'. Taime toiteväärtus kartulimardika jaoks sõltub ka sellest, millise sordiga on tegemist. Varajaste kartulisortide lehestik vananeb kartulimardika jaoks kiiresti, seega on toidu vähemväärtuslikumaks muutumisel oluline ajafaktor (Metspalu jt., 2001). Antud katses olnud varajast kartulisorti 'Maret' tuleb seega hilisemate sortidega võrreldes vaadelda kui kiiremini vananevat ja sellega kartulimardika toitumistingimusi halvendavat tegurit. Kui nukkuma lähevad ebakvaliteetse toidu tõttu väiksema kehamassiga vastsed, võib esineda olukordi, kus järgmise põlvkonna mardikad, kes tulevad mullast nukkumise ajal veelgi vanemaks saanud



Joonis 1. Kartulimardika summaarne arvukus taimsete ekstraktidega töödeldud lõikudel.

kartulile toituma, ei hakkagi munema ning nende talvitumiseks ettevalmistumine jääb puuduliku kvaliteediga toidu tõttu ebapiisavaks. See toob kaasa talvise suremuse kasvu. Seega on 'Maret' ühest küljest peibutusort, kuid ta võib vähendada ka kahjuri eluvõimet.

Taimeekstraktide tööstustega saadud tulemuste hindamisel selgus, et kõige vähem kartulimardikaid oli Pollis ekstraheeritud soolikarohu lahusega töödeldud taimedel (joonis 1). Kommertspreparaatide omavahelisel võrdlusel osutus kõige tõhusamaks WS küüslauk. Kartulimardika arvukus oli siin kõikides kordustes madal. Keskmisena arvestatult oli kõige rohkem mardikaid WS koirohuga töödeldud kartulitaimedel. Siin tuleb aga tähelepanu pöörata korduste lõikes tulemuste väga suurele varieeruvusele.

Pritsitud lõikudelt saadud tulemuste hindamisel tuvastati kartulimardika arvukuses suuri varieeruvusi, mistõttu selguse huvides toodi joonisel 1 ära mitte ainult keskmised vaid ka üksikute korduste tulemused. Kartulimardika pritsimiseelne arvukuse määramisel (29.06) selgus, et põllu lõunapoolses osas oli vastseid rohkem kui põhjapoolse osas, kusjuures kõige enam oli neid vagude teise kuuendiku lõigul (6–13 m) ja kõige vähem viienda kuuendiku lõigus (27–33m). Juhuslikult olid sellesse kõige massilisemalt asustatud lõiku sattunud tööstused

WS soolikarohi 1, WS koirohi 1 ja WS tšilli 1 ning kohe seal kõrval NeemAzal 2 ning WS Osi 2. Kõige madalama vastsete arvuga lõigus asusid töötused WS Tšilli 3, WS koirohi 3 ja NeemAzal 3.

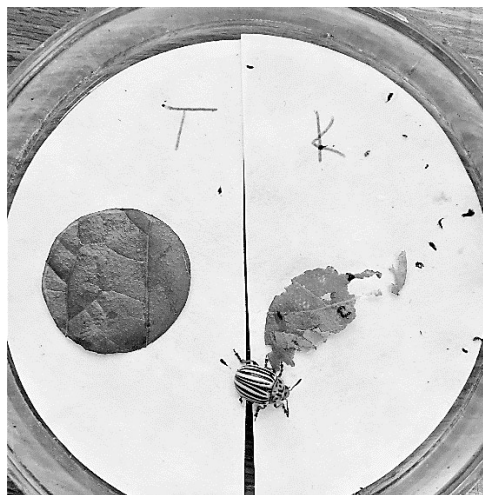
Niisiis olid mardikad juba enne pritsimist äärmiselt ebaühtlaselt jaotunud ja see erinevus suurenes katse käigus, kuna lisandusid mardikate keemilise lõhna-kommunikatsiooni ja pritsimislahuse mõjurid. Seda kinnitab asjaolu, et vähese arvukuse juures oli kartulimardika jaotumus juhuslik ja erinevate töötluste mõju statistiliselt ei erinenud. Seevastu suure arvukuse korral, mida võis põhjustada kartulimardika valmikute kogunemisferomooni toime, oli pritsimata lõikude asustustihedus poole suurem. Tuleb rõhutada, et välitingimustes võivad ilmastiku või teiste lisafaktorite mõjul olla tulemused aastate lõikes teataval määral erinevad. Samuti varieeruvad keemiliselt koostiselt taimed, millest ekstraktid valmistatakse, nii geneetilise tausta, kasvukoha, arengufaasi või stressiseisundi tõttu.

Suure asustustiheduse korral hävitasid mardikad kontrollis kartuli lehestiku ja siirdusid toidu lõppedes edasi töödeldud taimedele. Loenduse ajaks oli näiteks kontrollvariantides lehestik hävitatud ning mardikad lahkunud, seetõttu ei olnud selle variandi loenduse andmed antud võrdluses informatiivsed ja jäeti jooniselt välja.

Kahjuri arvukuse erinevusi mõningates lõikudes võime seletada kartulimardika agregatsioonikäitumisega. Uuringud on näidanud, et nii emased kui isased kartulimardikad eritavad agregatsiooniferomooni, st mõlemat sugupoolt ligimeelitavaid keemilisi lõhnamolekule, millele reageerivad nii valmikumid kui ka vastsed (Sablon jt., 2013). Feromooni lõhnajälg lubab paremini eristada rohkem ja vähem maitsvaid sorte või sobivas kasvufaasis olevaid toidutaimi. Lendunud agregatsiooniferomooni kontsentratsioon lõhnapiilves suunab putukad kogunemispaikadesse ja nii leitakse kiiresti üles liigikaaslaste poolt koloniseerimiseks välja valitud taimed. Agregatsiooniferomooni eritamist suurendab kokkupuude juveniilhormooniga, mis viitab kogunemiskäitumise seostele hormonaalsüsteemiga (Dickens jt., 2002).

Üheks paremini uuritud meil looduses kasvavaks taimeks on soolikarohi, mis sisaldab kuni 100 erinevat toimeainet. Olulisemateks neist on kampriöli, umbelluloon, bornüülatsetaat, eukalüptool, tümool jpt (Schearer, 1984). Soolikarohu kasvavatel taimedel on leitud olevat kartulimardikat peletav toime. Kui kartulitaimede vahel või põllu ääres kasvatati soolikarohi, oli seal kartulimardika

Joonis 2. Polli soolikarohu ekstrakti peletav mõju kartulimardikale. Valikkatse Petri tassil. T – töödeldud lehekettaga filterpaberiväli, K – töötlemata lehekettaga filterpaberiväli.



kahjustus kontrolliga võrreldes 60–100% väiksem (Hiiesaar, 2009). Soolikarohu, kui kõige efektiivsemaks osutunud preparaadiga, viisime laboris kartulimardikate valmikutel läbi toitumiskatse, kus areenil oli valikus soolikarohuga töödeldud ja töötlemata toit. Katse tulemusena leidsime, et Polli soolikarohu ekstraktil oli tugev peletav mõju, mis hoidis kartulimardika valmikud toidutaimede töödeldud leheosast eemal, mindi kohe töötlemata leheosadele ning söödi need ära (joonis 2). Töödeldud lehtedele ei mindud ka siis, kui töötlemata toitu enam ei olnud. Seega võib soolikarohu ekstrakt peleta-meelita tõrjesüsteemis tulla kõne alla peletava komponendina.

Järeldused

Katsetulemustest järeldub, et kartulimardika poolt eelistatud sorti 'Maret' võiks edaspidi kaaluda peleta-meelita (tõmba-tõuka) tõrjesüsteemi väljatöötamisel meelituskomponendina.

Kuivõrd konkreetsetes katses pritsiti juba põllul väljakujunenud kahjurikoldeid, siis polnud pritsimisaegne kartulimardikate hulk loendatavatel lappidel võrdne. Seega pole antud katsetoodika sobivaim viis tuvastada preparaate efektiivsust, kuid hooaja kõrge arvukuse foonil leidis kinnitust teatavate tõrjevahendite suurem tõhusus.

Kui töödeldud taimede lõhn ja maitse muutuvad taimeekstraktide toimel kartulimardikale vastuvõetamatuks, keeldub ta söömast ja siirdub tänu oma heale

lennuvõimele mujale toiduotsingule. Sellepärast ainuüksi söömapärssiva või peletava toimega preparaatide kasutamine siiski kogu kahju ei leevenda, vaid tekitab lisaprobleeme naabrite töötlemata kartulipõllul, kuna mardikad võivad sinna massiliselt üle kolida.

Pritsitava ala vähendamiseks st kulude kokkuhoiuks on mõistlik rakendada nn peleta-meelita taimekaitseüsteemi, milles kahjuri käitumist mõjutavate signaalidega manipuleerides suunatakse populatsiooni valdav enamus põllu serva spetsiaalselt selleks rajatud meelitistaimede ribale, kasutades selleks kas meelissorte või hukatuslikke püünistaimi. Viimaste koostis võib küll putukale tema mõnes arengufaasis sobida, kuid mitte täieliku arengutsükli läbimiseks. Meie varasemais katseis on selliseks taimeks osutunud näiteks kollane maavits, millele mardikad meelsasti munesid, vastsed aga seda ei söönud ja hukkusid (Hiisaar ja Jõgar, 2019).

Tänuavaldused. Uurimistöö valmis Haridus- ja Teadusministeeriumi programmi IUT 36-2 „Jätkusuutlik taimekaitse: ökosüsteemi teenuste rakendamine taimekasvatuses“ toel.

Kirjandus

- Annuk, T. 2019. <https://www.pikk.ee/wp-content/uploads/2019/05/Kartulikahjurid-tunnustajatele.pdf> (14.04.2022)
- Dickens, J.C., Oliver, J.E., Hollister, B., Davis, J.C., Klun, J.A. 2002. Breaking a paradigm: male-produced aggregation pheromone for the colorado potato beetle. *Journal of Experimental Biology*, 205 (13), 1925–1933.
- Hiisaar, K., Metspalu, L. 2002. Kartulikahjurid ja nende tõrje. *Kartulikasvatus* (koostaja J.Jõudu), lk 397–428.
- Hiisaar, K. 2009. <https://maakodu.delfi.ee/artikkel/24537503/kuidas-torjuda-kartulimardikat> (14.04.2022).
- Hiisaar, K., Jõgar, K. 2019. Abiks kartulimardikale. *Teaduselt mahepõllumajandusele 2019*, 28–33.
- Isman, M.B. 1997. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. *Phytoparasitica*, 25 (4), 339–344.
- Lehman, P., Lyytonen, A., Piironen, S., Lindström, I., 2015. Latitudinal differences in diapause related photoperiodic responses in European Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata*). *Evolutionary Ecology*, 29 (2), 269–282.
- Luik, A. 2018. *Elurikkuse suurendamine ja loodushoidlik taimekaitse*. EMÜ Mahekeskus, 29 lk.
- Metspalu, L. 2017. *Taimedega kahjurite vastu*. Hea Lugu, Tallinn, 192 lk

- Metspalu, L., Joonas, A., Hiiesaar, K., Kuusik, A., Lõhmus, A., Lääniste P. 2001. Toidu kvaliteedi mõjust kartulimardikale (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *EPMÜ Teadustööde Kogumik* 213, 114–120.
- Sablon, L., Dickens, J.C., Haubruge, É., Verheggen, F.J. 2013. Chemical ecology of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), and potential for alternative control methods. *Insects*, 4, 31–54.
- Scheerer, W.R. 1984. Components of oil of tansy (*Tanacetum vulgare*) that repel Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata*). *Journal of Natural Products*, 47 (6), 964–969.

Punase ristiku sort 'Varte' on üsna vastupidav liblikõieliste laikpõletiku kahjustusele, eriti maheviljeluslikes katsevariantides

Red clover cultivar 'Varte' is quite resistant to yellow leaf blotch damage, especially on organic conditions

Eve Runno-Paurson, Hans-Patrick Müür, Viacheslav Eremeev, Helina Nassar, Liina Talgre
Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi
taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetool [► eve.runno-paurson@emu.ee](mailto:eve.runno-paurson@emu.ee)

Sissejuhatus

Liblikõielised on põllumajanduses olulised kultuurid, sest nad on võimelised mügarbakterite kaasabil omastama ja koguma õhulämmastikku. Punane ristik on Eestis üks enim kasvatatavaid liblikõieliste liike, olles väärtuslik nii loomasöödana, seemnekasvatuses kui ka vahekultuurina (Bender, 2015; Kuht jt., 2020). Punase ristiku kasvatamine külvikorras tõstab mulla üldlämmastiku sisaldust (Kuht jt., 2020). Eesti kliima tingimustes lagunevad haljasväetiskultuuridena kasutamisel liblikõieliste (sealhulgas ka punane ristik) jäänused mullas suhteliselt aeglaselt ja avaldavad külvikorras positiivset mõju ka teisel ja kolmandalgi aastal (Talgre jt., 2017).

Punasel ristikul on küll teada mitmeid olulisi seen-, bakter- ja viirushaigusi, kuid Eestis on teadustöid nende kohta piiratud hulgal. Näiteks liblikõieliste laikpõletik (*Leptotrochila medicaginis*) on haigus, mis kahjustab erinevate liblikõieliste heintaimede varsi, lehti ja ka seemet (Sooväli, Tamm, 2017). Laikpõletiku haigustunnuseks on väiksed pruunid helekollase ümbrisega täpid lehtedel, mis arenevad laikudeks, haarates hiljem kogu lehe, misjärel see kuivab. Haigete taimede seeme jääb kõlujaks ning idaneb halvasti (Sooväli ja Tamm, 2017). Haigustekitaja seen *L. medicaginis* talvitub taimejäänustel ning säilib mullas vähemalt kolm aastat, kuid levib ka seemnetega. Põhiliselt nakatuvad noored lehed ja suurim kahjustus esineb neil niite järgselt niiske ilmaga (Sooväli ja Tamm, 2017). Kuna kvaliteetse saagi tagab toitainetega piisavalt varustatud elujõuline ja haigusvaba taimik, siis selles uurimustöös vaadeldi pikaajalises külvikorra katses (mahe- ja tavaviljelus) liblikõieliste laikpõletiku, kui ühe olulise punase ristiku lehestiku haiguse esinemist. Töö eesmärgiks oli uurida, millisel määral kahjustab liblikõieliste laikpõle-

tik (*L. medicaginis*) Eestis olulise punase ristiku sorti 'Varte' taimikut ja kas seda mõjutavad viljelusviisid ja väetamine.

Materjal ja metoodika

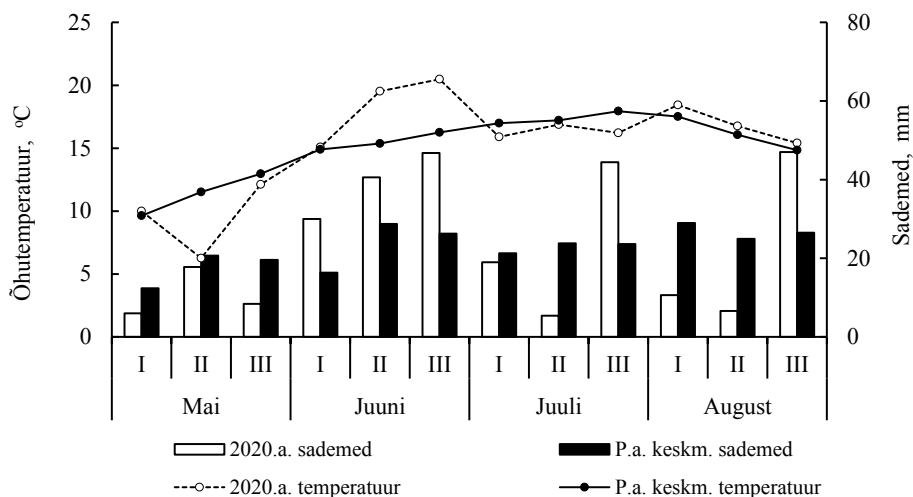
Punase ristiku sordi 'Varte' taimedel hinnati libliköieliste laikpõletiku (*L. medicaginis*) esinemist 2020. aastal Eerikal Eesti Maaülikooli Taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetooli pikaajalise külvikorra katses. Katsesse valitud sort 'Varte' on olnud küllalt talve- ja haiguskindel ja üldiselt sobinud Eesti oludes kasvatamiseks (ETKI, 2021). Sort on aretatud Eesti Taimekasvatuse Instituudis Jõgeval.

Katses moodustasid külvikorra järgmised kultuurid: oder ristiku allakülviga, punane ristik, talinisu, põldhernes ja kartul. Antud katses oli vaatluses kaks viljellussüsteemi: maheviljelus ja tavaviljelus. Maheviljeluses oli katses kolm erinevat kasvatussüsteemi: Mahe 0, mis oli talviste vahekultuurideta ja järgis ainult külvikorda, Mahe I, mis oli talviste vahekultuuridega ning Mahe II, mis oli talviste vahekultuuride ja komposteeritud veisesõnnikuga. Veisesõnnikut anti enne odra külvi 10 t ha⁻¹. Maheviljeluses mineraalväetisi ja taimekaitsevahendeid ei kasutatud. Tavaviljeluses oli katses neli kasvatussüsteemi (Tava 0, I, II ja III), kus ristiku eelviljaks oli oder ristiku allakülviga, mida oli väetatud järgnevalt: Tava 0 (N₀P₀K₀) varianti ei väetatud, Tava I (N₄₀P₂₅K₉₅), Tava II (N₈₀P₂₅K₉₅) ja Tava III (N₁₂₀P₂₅K₉₅). Seega oli väetatud variantides punasele ristikule eelvilja (oder) väetamise mõju. Tavaviljeluse variantides ristikul taimekaitsevahendeid ei kasutatud. Katsed viidi läbi neljas korduses ning iga katselapi suuruseks oli 60 m². Katseala mullastik oli näivleetunud (Stagnic Luvisol WRB, 2002) klassifikatsiooni järgi lõimis kerge liivsavi ja kündmisega läbisegatud pindmise huumuskihi paksus 27–30 cm.

Libliköieliste laikpõletiku kahjustust punasel ristikul hinnati katseperioodi jooksul kahel korral:

- 1) vahetult enne esimest niidet 18. juunil ja
- 2) enne teist niidet 10. augustil.

Iga variandi kõikidel katselappidel hinnati loodusliku nakkuse tingimustes 10 juhuslikult valitud taime kahjustusmäär 0–100% hindamiskaala alusel (Repšiene ja Nekrošiene, 2006; James, 1971). Kogutud andmete statistiline analüüs teostati programmiga Statistica 13 (Quest Software Inc), kasutades ühesuunalist dispersioonanalüüsi. Variantide vaheliseks võrdluseks kasutati Tukey HSD post-hoc testi ($p=0,05$).



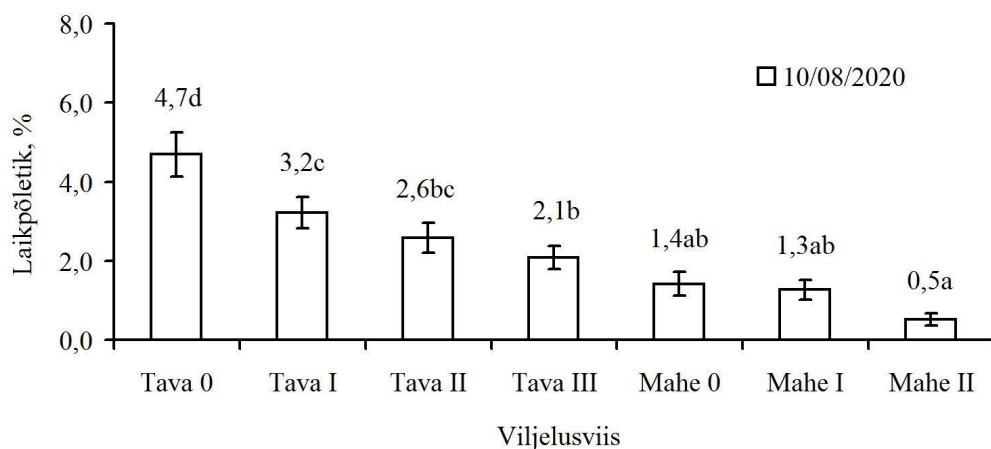
Joonis 1. Keskmine õhutemperatuur (°C) ja sademete hulk (mm) dekaadide lõikes Eerikal 2020. aasta vegetatsiooniperioodi vältel võrrelduna paljude aastate (1964–2020) keskmistega.

Tulemused ja arutelu

Keskmsed õhutemperatuurid 2020. aastal ei olnud väga erinevad võrreldes paljude aastate keskmistega. Siiski oli mai teises dekaadis keskmine õhutemperatuur paljude aastate keskmisest oluliselt madalam ($\pm 5,2$ °C). Seega kujunesid ilmastiku tingimused enne esimest niidet laikpõletikutekitajale mittesoodsateks, mistõttu esimesel vaatluskorral 18. juunil ei täheldatud laikpõletiku haigustunustega ristikutaimi. Teisel vaatluskorral 10. augustil leiti laikpõletiku kahjustust kõigis katsevariantides (joonis 2). Analüüsi tulemustest selgus, et variantidel vahel esinesid olulised erinevused, kuigi kahjustus määr jäi pigem tagasihoidlikuks (joonis 3). Madalaim laikpõletiku esinemine (0,5%) registreeriti sõnniku ja talvise kattekultuuriga väetatud maheviljeluse variandis (Mahe II). Samuti oli kahjustus, võrreldes tavaviljelusega, oluliselt madalam ($p < 0,001$) maheviljeluse variantide Mahe 0 ja Mahe I taimedel (1,3–1,4%). Suurem oli laikpõletikku nakatumine tavaviljelus variantide Tava I, II ja III taimedel (2,1–3,2%), kuid kõrgeima kahjustusmääraga olid tavaviljeluse väetamata kontrollvariandi Tava 0 taimed (4,5%) (joonis 3).

Katsetulemustest järeldub, et liblikõieliste laikpõletiku esinemise korral on viljelusviis haiguse intensiivsust mõjutav tegur. Tulemustest saab järeldada ka, et

Joonis 2. Liblikõieliste laikpõletik Eerika katses 2020 (foto E. Runno-Paurson).



Joonis 3. Liblikõieliste laikpõletiku hindamine (%) punase ristiku sordi 'Varte' taimedel Eerika pikkajalises mahe-tava katses enne teist niidet 10. augustil 2020. aastal. Erinevad väiksed tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust variantide vahel (Tukey HSD post-hoc test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

vahekultuuride kasutamisega saab laikpõletiku esinemist vähendada. Kuna Mahe 0 variant oli ilma vahekultuurita ning ilma väetiseta, aga tavaviljeluse variantide eelviljad on saanud väetist, siis saab öelda, et väetamine ei ole haiguse esinemist oluliselt mõjutav tegur. Haiguse esinemist mõjutas ilmastik. Antud katseaastal jäi laikpõletiku kahjustusmäär katses väga madalaks, kuna augusti algus oli keskmisest kuivem ja temperatuur varieerus 15–17 °C. Sellised tingimused ei soodusta haiguse arengut. Barbetti (1991) poolt laboris kontrollitud tingimustes läbi viidud katses selgus, et liblikõieliste laikpõletiku haigustekitaja arengule mõjuvad sood-

samalt kõrge õhuniiskus ja temperatuurivahemik 18–21 °C. Temperatuuril 15 °C oli haigustekitaja areng oluliselt aeglasem ja kahjustus madalam. Haigustekitaja areng ja kahjustus ulatus sõltub ka taime vanusest, kasvufaasist ja keskkonnatingimustest (Ospanova jt., 2021). Leedus läbiviidud katses oli liblikõieliste laipõletiku kahjustus punasel ristikul meie katse tulemustega võrreldes oluliselt suurem, ulatudes happelistel muldadel kuni 24%-ni ja varieerudes sõltuvalt kasvuaastast neutraalsetel muldedel 9–20% (Nekrošiene ja Tulabiene, 2005).

Järeldused

Punane ristik 'Varte' on hea talvekindlusega ja suure haljasmassiga väärtuslik kodumaine sort. Samas oli väga vähe teada selle sordi haiguskindluse kohta. Katsest selgus, et viljelusviis mõjutab oluliselt liblikõieliste laipõletiku esinemise määra punasel ristikul, olles oluliselt madalam maheviljeluses. Tulemustest järeldub, et vahekultuuride külvikorras kasutamine vähendab laipõletikku nakatumist. Väetiste kogus ei ole haiguse esinemist mõjutav tegur. Laipõletiku kahjustusmäär jäi katseaastal üldiselt madalaks, nakatumist ja haiguse arengut pärssisid augusti alguse keskmisest kuivem ilm ja madalam temperatuur. Kindlasti oli vähesel haigestumisel laipõletikku oluline roll ka katses olnud sordi 'Varte' heal vastupanuvõimel kahjustajale.

Tänuavaldused. Uurimustööd on toetanud Euroopa Regionaalarengu Fond (Tippkeskus EcolChange „Globaalmuutuste ökoloogia looduslikes ja põllumajanduskooslustes“) ja Eesti Maaülikooli projekt P190259PKTT.

Kirjandus

- Barbetti, M.J. 1991. Effects of temperature and humidity on diseases caused by *Phoma medicaginis* and *Leptosphaerulina trifolii* in lucerne (*Medicago sativa*). *Plant Pathology*, 40 (2), 296–301.
- Bender, A. 2015. Kattevilja agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sordi 'Varte' seemnesaagile. *Agraarteadus*, 26 (1), 3–11.
- James, W.C. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation, and usage. *Canadian Plant Disease Survey*, 51 (2), 39–65.
- Kuht, J., Ereemeev, V., Talgre, L., Alaru, M. 2020. Punase ristiku kasvatamise mõju mulla üldlämmastiku sisaldusele erinevates viljelusviisides. *Agronoomia* 2020, 70–75.
- Nekrošiene, R., Tulabiene, G. 2005. Reducing red clover (*Trifolium pratense* L.) diseases in different fertilisation and liming systems. *Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation*, 10, 519–524.

- Ospanova, A., Anuarova, L., Shapalov, S., Gabdulkhayeva, B., Kabieva, S., Baidalinova, B., Maui, A. 2021. Fungal pathogens found in tissues of herbaceous plants growing in the Yereymentau district, Akmola region. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28 (1), 55–63.
- Repšiene, R., Nekrošiene, R. 2006. Resistance of red clover to diseases and pests under different growing conditions. *Agronomy Research*, 4 (Special issue), 327–330.
- Sooväli, P., Tamm, S. 2017. *Heintaimede kahjustajad ja nende tõrje. Taimekaitse käsiraamat*. Jõgeva: Trükikoda Paar. 52 lk.
- Talgre, L., Roostalu, H., Mäeorg, E., Lauringson, E. 2017. Nitrogen and carbon release during decomposition of roots and shoots of leguminous green manure crops. *Agronomy Research*, 15 (2), 594–601.

Põllumaa kultuuride väetamisest ÜPT, KSM ja MAHE tootjatel e-uuringu alusel

Fertilization of crops for applicants for Single Area Payment Scheme (SAPS), Environmental Friendly Management (EFM) and Organic Farming (OF) support on the basis of an e-survey

Karli Sepp, Maris Kruise, Piia-Liisa Koll

Põllumajandusuuringute Keskus

► karli.sepp@pmk.agri.ee

Märksõnad: 1-aastased põllukultuurid, lühiajalised rohumaad, väetised, toiteelementide bilanss

Sissejuhatus

Tava- ja maheviljeluses on kultuurtaimede väetamise põhimõtted teatud määral erinevad. Tavaviljeluses saab kasutada suurt hulka erinevaid mineraal- ja orgaanilisi väetisi. Väetiste kasutamist reguleerivad siin põhiliselt kultuuride erinevad vajadused toiteelementide järele, mulla toiteelementide sisaldus, väetiste maksumus kui ka Veeseadusest tulenevad väetamispiirangud. Maheviljeluses peab tootja kultuuride toiteelementide vajaduse rahuldama kõigepealt õhulämmastikku tootvate liblikõieliste kasvatamisega, orgaaniliste väetistega ning külvikorra viljavahelduse reguleerimisega. Alles seejärel võib ta toiteelementide puudujäägi korvamiseks kasutada maheviljeluses lubatud mittesüntetilisi mineraalseid väetisi.

2021. a Põllumajandusuuringute Keskuse (PMK) läbi viidud e-uuringu (PMK, 2022) ühe osana selgitati 1-aastaste kultuuride ja lühiajaliste rohumaade väetamist ning mullaharimist ühtse pindalatoetuse (ÜPT), keskkonnasõbraliku majandamise toetuse (KSM) ja mahepõllumajandusliku tootmise toetuse (MAHE) taotlejatel, mille alusel saab teha ka üldistavaid järeldusi toiteelementide bilansi ning mullaviljakuse kohta.

Materjal ja metoodika

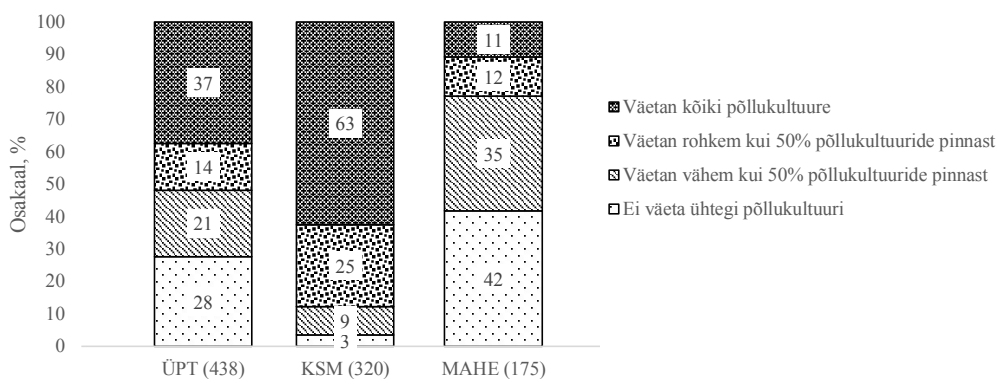
Analüüsis on kasutatud 2021. aasta lõpus läbi viidud põllumajandustootjate e-küsitluse vastuseid. Küsimustik saadeti kõikidele tootjatele, kes olid 2020. aastal taotlenud pindala- ja/või loomatoetusi ning kel oli PRIA andmebaasis e-maili aadress. Kui üks e-maili aadress oli kontaktiks mitmel toetuse taotlejal, siis oli küsitluskutse saajal võimalus vastata eraldi iga ettevõtte eest, mille kontaktisikuks ta oli. Põhiankeet saadeti 12 530 põllumajandustootjale. Põhiküsimustikule laekus 3474

vastust (vastamisaktiivsus 28%). Analüüsi kaasati ainult lõpuni vastatud ankeedid (2712). ÜPT tootjatest kajastatakse uuringus vaid neid tootjaid, kes taotlesid ÜPT toetust, kuid ei taotlenud lisaks KSM või MAHE toetust.

Tulemused ja arutelu

Neilt tootjatelt, kes olid eelnevalt vastanud, et kasvatavad 1-aastaseid põllukultuure, küsiti, kui suurt osa põllupinnast nad väetavad. Selgus, et KSM tootjad väetasid oma 1-aastaseid põllukultuure oluliselt rohkem kui ÜPT ja MAHE tootjad. Nii väetas igal aastal kõiki 1-aastaseid põllukultuure 63% KSM, 37% ÜPT ja 11% MAHE tootjatest (joonis 1). Üle 50% nende põldude pinnast väetas aga 25% KSM, 14% ÜPT ja 12% MAHE tootjatest. Üldse ei väetanud põllukultuure vaid 3% KSM, 28% ÜPT ja koguni 42% MAHE tootjatest.

Mahetootmises on suur tähtsus taimede lämmastikuga varustamisel liblikõieliste taimede poolt seotud õhulämmastikul. Liblikõieliste heintaimede (puhas-kultuurid, segud ja allakülvid) osakaal on MAK 2014–2021 mahetoetuse taotlejate põllumaal olnud aga suhteliselt kõrge – keskmisena 2015.–2021. a 59% (PMK, 2022). Kuna suur osa MAHE tootjatest e-uuringu põhjal väetisi ei kasutanud, võib siiski taimedele omastatava fosfori ja kaaliumi sisaldus neis muldades väheneda ja kultuuride saagikus langeda.



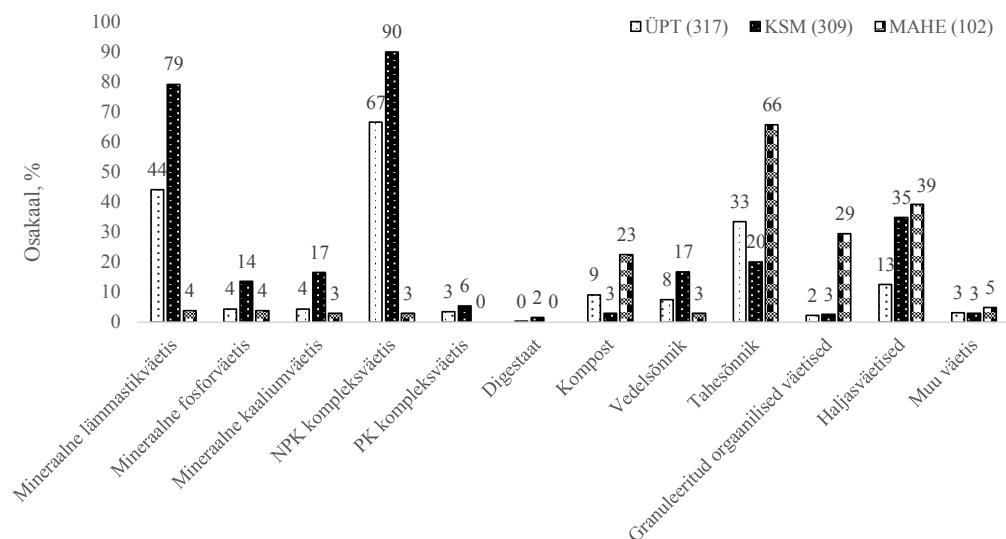
Joonis 1. 1-aastaste põllukultuuride väetamise osakaal ÜPT, KSM ja MAHE tootjate põldudel. Sulgudes siin ja edaspidi on vastavasse gruppi kuuluvate vastanute arv.

Suured erinevused olid ka kasutatud väetiste osakaalus (joonis 2). Nendest KSM ja ÜPT tootjatest, kes oma 1-aastaseid põllukultuure väetasid, kasutasid enamus (vastavalt 90 ja 67%) NPK kompleksväetist ja mineraalset lämmastikväetist (vastavalt 79 ja 44%). Väetisi kasutavatest MAHE tootjatest enamus (66%) väetas põllukultuure tahesõnniku ja haljasväetistega (39%). Märkimisväärne osa MAHE tootjatest (29%) kasutas ka granuleeritud orgaanilisi väetisi ja komposti (23%). Mineraalseid fosfor-, kaalium- või kompleksväetisi kasutas kokku vaid 10% MAHE tootjatest.

Tahesõnnik, haljasväetised, kompost ja mitmed granuleeritud orgaanilised väetised sisaldavad nii NPK-d, kui ka muid toiteelemente ning süsinikku. Need väetised aitavad lisaks saagikuse suurendamisele külvikorra pöldudel ka mullaviljakust säilitada.

Väike osa MAHE tootjatest (4%) kasutas ka mineraalset lämmastikväetist, millega mahetootmisel ei tohi väetada. Siiski pole võimalik järeldada, et seda otseselt mahetöldudele anti. Nimelt on osadel mahetootjatel ka tavaviljelusega põlde, kus mineraalse lämmastikväetisega võidi kultuure ka väetada.

Rohumaade mullast eemaldatakse niidetega suur kogus taimede põhitoiteelemente. Kui rohumaad ei väetata või on väetamine puudulik, võivad näiteks

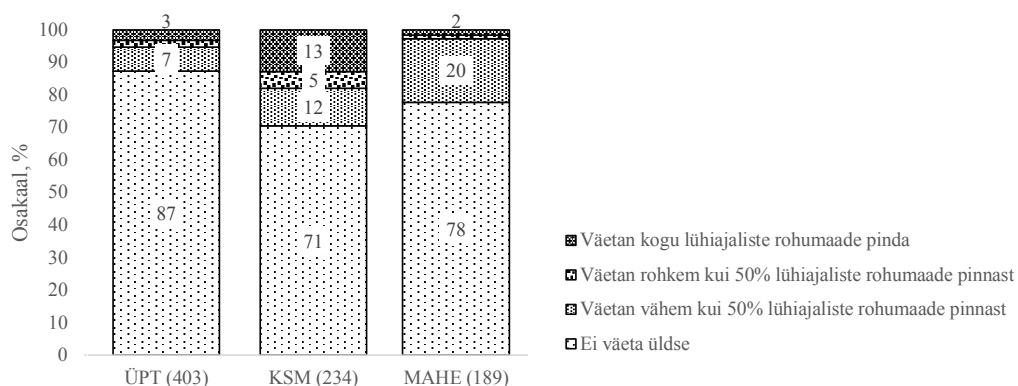


Joonis 2. Erinevate väetiste osakaal 1-aastaste põllukultuuride väetamisel ÜPT, KSM ja MAHE tootjatel (üks vastaja võis valida mitu vastust).

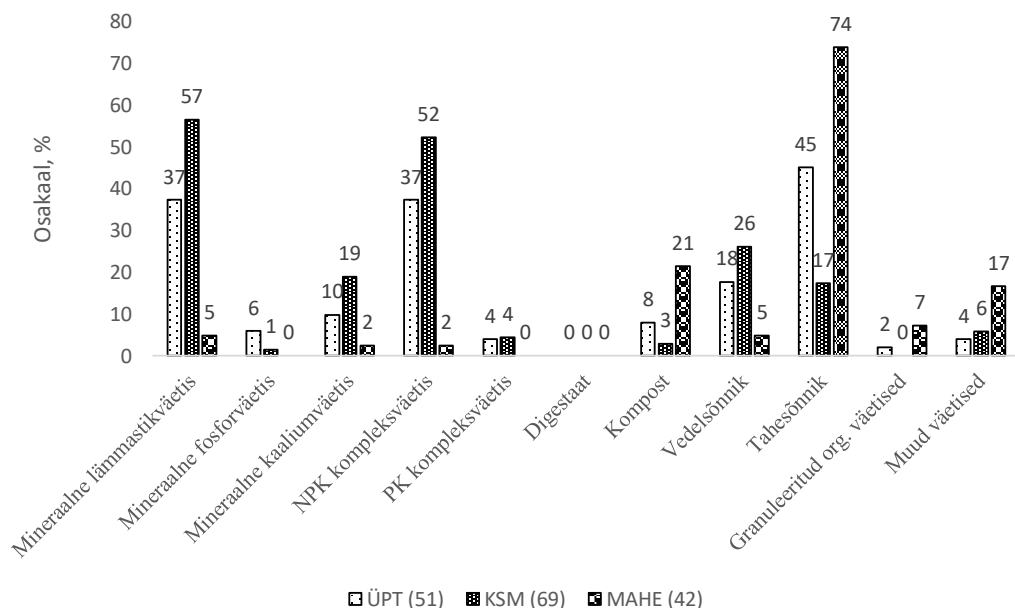
lühiajalised rohumaad külvikorras olla peamiseks mulla negatiivse NPK bilansi põhjustajaks. PMK pikaajalise kompleksuuringu mullaanalüüsi (2003.–2019. a) tulemused mahe- ja tavaviljeluse külvikorras näitavad, et mitteväetamisel maheviljeluse põldheinarohkes külvikorras langeb mulla negatiivse fosfori ja kaaliumi bilansi korral mulla omastatava P- ja K-sisaldus märkimisväärselt (PMK, 2020).

Selgus, et lühiajalisi rohumaaid ei väeta üldse 87% ÜPT, 71% KSM ja 78% MAHE tootjatest (joonis 3). Samas jättis märkimisväärne osa KSM (37%), MAHE (28%) ja ÜPT (24%) rohumaade biomassi hekseldatuna põllule, kasutades seda niimoodi haljasväetiseks. Sellisel juhul toiteelementide eemaldamist ei toimu ja see aitab kindlasti parandada kogu külvikorra toiteelementide bilanssi ka sel juhul, kui rohumaaid ei väetata. 30% MAHE ja 22% ÜPT tootjatest kasutas peale ühe niite koristamist lühiajalist rohumaad ka karjatamiseks. Sellisel rohumaade kasutamisel tagastavad loomad väljaheidetega suure osa toiteelementidest põllule, parandades ka nii toiteelementide bilansi tasakaalu. Siiski võib külvikorras olevate rohumaade puudulikul väetamisel ja niidete eemaldamisel paljudel tootjatel toiteelementide bilanss külvikorra põldudel jääda negatiivseks.

Nendest KSM ja ÜPT tootjatest (joonis 4), kes lühiajalisi rohumaaid väetasid, kasutasid põhiliselt mineraalset lämmastikväetist (vastavalt 57 ja 37%) ja NPK



Joonis 3. Lühiajaliste rohumaade väetamise osakaal ÜPT, KSM ja MAHE tootjate põldudel.



Joonis 4. Erinevate väetiste osakaal lühiajaliste rohumaaade väetamisel ÜPT, KSM ja MAHE tootjatel (üks vastaja võis valida mitu vastust).

kompleksväetist (vastavalt 52 ja 37%). Väetisi kasutavad MAHE tootjad väetasid aga põhiliselt tahesõnniku (74%) ja kompostiga (21%). Mineraalseid fosfor-, kaalium- või kompleksväetisi kasutas väga väike hulk MAHE tootjad.

Järeldused

Kuna enamuse e-uuringule vastanud KSM tootjaid väetab igal aastal kõiki oma 1-aastaseid põllukultuure ja vaid väike osa neist ei väeta põllukultuure üldse, võib eeldada, et põllukultuuride saagikus on enamusele KSM tootjatel korralik ja see aitab ka toiteelementide bilanssi tasakaalustada. Lühiajalisi rohumaid enamuse KSM tootjatest küll ei väeta, kuid suur osa neist jätab biomassi hekseldatuna ka põllule haljasväetiseks. Seega võib suurel osal KSM tootjatest külvikorra toiteelementide bilanss olla tasakaalus.

Kuna osa MAHE ja ÜPT tootjatest ei väeta oma 1-aastaseid põllukultuure üldse või väetab neid puudulikult ja enamuse tootjatest ei väeta ka lühiajalisi rohumaid, võib suurel osal MAHE ja ÜPT tootjatel külvikorra toiteelementide bilanss olla negatiivne ja omastatavate toiteelementide sisaldus künnikihis väheneda.

Märkimisväärne osa MAHE tootjatest väetab 1-aastaseid põllukultuure siiski mingil määral orgaaniliste (tahesõnnik, haljasväetised, granuleeritud orgaanilised väetised, kompost) väetistega, mis aitavad toiteelementide bilanssi tasakaalustada ja mullaviljakust parandada.

Tänuavaldused. Oleme ääretult tänulikud pindala- ja/või loomatoetuste taotlejatele, kes võtsid selle aja ja vastasid meie mahukale küsimustikule. Täname ka kolleege PMK põllumajandusseire ja uuringute osakonnast, kes aitasid küsimustikku ajakohastada ja täiendada ning Eduard Matveevit maamajanduse analüüsi osakonnast, kes aitas valimi koostamisel ja küsimustiku välja saatmisel ning oli ka muudes küsimustes igati nõuga abiks. Taotlejate andmed saime Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ametilt – neilegi suur tänu!

Kirjandus

PMK, 2020. *Eesti maaelu arengukava 2014–2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks 2019. aastal läbiviidud uuringute aruanne*. 208 lk.

https://pmk.agri.ee/sites/default/files/2020-04/uuringute_aruanne_2019_kohta_21.04.2020.pdf (16.03.2022)

PMK, 2022. *Eesti maaelu arengukava 2014–2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks 2021. aastal läbiviidud uuringute aruanne* (avaldamisel).

Erinevate mahevätiste mõjust haljasväetisele ja haljasväetise mõju suvinisu ning kaera saaginäitajatele ning kattetulule

Influence of different organic fertilizers on green manure and influence of green manure on summer wheat and oat yields and cross margins

Karli Sepp, Marje Särekanno, Jaan Kanger

Põllumajandusuuringute Keskus

► karli.sepp@pmk.agri.ee

Märksõnad: punase ristiku kuivmass, terasaak, terade toorproteiinisaldus, kattetulu suurenemine

Sissejuhatus

Varasematel aastatel on Kuusiku katsekeskuses uuritud haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamist maheviljeluses kasutada lubatud väetistega Kalisop ja Patentkali. Nende katsetega püüti selgitada, kas oleks võimalik suurendada nimetatud väetiste mõju teraviljade saagikusele, kui neid anda eelnevalt haljasväetisele. Need mineraalväetised sisaldavad küll rohkesti kaaliumit ja väävlit, kuid ei sisalda teraviljade saagikuse tõstmiseks olulisimat elementi – lämmastikku (N). Mineraalset lämmastikväetist ei tohi maheviljeluses aga kasutada. Katsetulemused näitasid, et kui suviteravilju väetati otse Kalisopi ja Patentkaliga, jäi nende mõju terasaagile suhteliselt väikeseks ega tasunud ka kattetulu arvestuses ära (Sepp jt., 2019). Kui aga eelnevalt väetati haljasväetisena kasvatatavat punast ristikut (Sepp jt., 2017) või ristikurohket põldheina (Sepp jt., 2019), suurenes põldheina biomass oluliselt. Külviaasta kevadel künti see biomass mulda ja sealt vabaneva NPK mõjul suurenes järgneva suvinisu terasaak oluliselt. Selline viljelusviis tasus selgelt ära ka kattetulu arvestuses.

Käesolevas katses suurendati võrreldavate mahevätiste hulka, et selgitada, kui tõhusad on erinevad mahevätised haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamisel ja milline on seeläbi nende mõju suviteraviljade saaginäitajatele ning kattetulule.

Materjal ja meetoodika

Katseala paiknes keskmise liivsaviilõimisega rähkmullal, mille künnikihi omastatava fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus on keskmine, mikroelementide sisaldus valdavalt madal ning pH neutraalne.

Katse rajati 2019. aastal, mil eelneval aastal külvatud punast ristikut väetati kevadel maheväetiste Labinor P-30, Ecoplanti, Patentkali ja Kalisopiga (tabel 1). Ühte varianti katse kontrollina ei väetatud. Väetusnormi määramisel lähtuti sellest, et Ecoplanti, Patentkali ja Kalisopi puhul oleks kaetud teraviljade K vajadus 3 t ha^{-1} terasaagi jaoks keskmise K-tarbega mullal (Kanger jt., 2014). Labinori puhul lähtuti aga teravilja fosfori (P) vajadusest.

Katselapi suuruseks oli 50 m^2 . Katsevariandid olid neljas korduses. Punase ristiku maapealne mass hekseldati kaks korda (juuni ja augusti 1. dekaadis) ning jäeti põllule. Enne igat hekseldamist ja samuti enne vegetatsiooniperioodi lõppu määrati ristiku maapealse biomassi saak, toorproteiinisaldus PMK laboris ning leiti kuivmass.

Järgneva 2020. a aprillis künti ristik 18–20 cm sügavusele mulda ja seejärel külvati katsealale suvinisu 'Hiie' ja kaer 'Kalle'. Ühe punase ristiku väetamata variandi järel anti suvinisule ja kaerale lisaks külviseelselt mulda Kalisop sama normiga kui haljasväetise väetamisel (K-31, S-13 kg ha^{-1}). Katselapi suuruseks oli teraviljadel 25 m^2 , kuna punase ristiku katselapid (50 m^2) poolitati. Iga variant oli neljas korduses. Teravili koristati katsekombainiga, kuivatati ja puhastati katse sorteeriga. Saagianalüüsid tehti PMK laboris. Terasaagid esitatakse 14% niiskuse juures. Kattetulude arvestamisel on terasaak arvestatud realiseerimismõuetest tulenevalt 13% niiskusega.

Kattetulude arvestamisel lahutati punase ristiku kasvatamise võimalikest toetussummadest (ÜPT, nn. rohestamise, MAHE toetus) muutuv- ning masintöökulud. Suvinisu ja kaera kogu terasaak korrutati müügihindadega ja liideti võimalikud toetussummad (ÜPT, nn. rohestamise, MAHE toetus, põllumajanduskultuuri

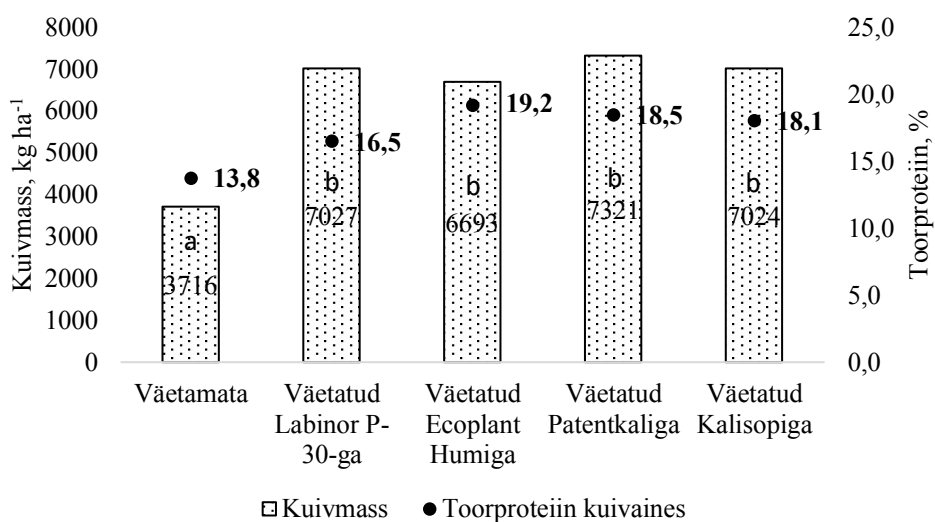
Tabel 1. Punase ristiku väetamine 2019. aasta aprillis

Väetusvariandis antud väetis	Väetise liik	Väetise füüsiline kogus kg ha^{-1}	Väetise toiteelementide kogus kg ha^{-1}
Väetamata	–	–	–
Labinor P-30	Orgaaniline	101	N-1, P-13, Ca-26
Ecoplant Humi	Orgaanilis-mineraalne	110	P-3, K-27, S-4, Ca-13, Mg-6 + B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn
Patentkali	Mineraalne	121	K-30, S-20, Mg-7
Kalisop	Mineraalne	74	K-31, S-13

üleminekutoetus, MAHE sertifitseeritud seemne kasvatamise lisatoetus, arvestades, et külvati sertifitseeritud maheseemega), millest lahutati teravilja kasvatamisega seotud muutuv- ning masintöökulud. Lõplik kattetulu saadi haljasväetise ja teravilja kasvatamise kattetulu liitmisel. Müügihindadeks võeti Eesti Konjunkturiinstituudi poolt avaldatud keskmised novembri nisu ja kaera kokkuostuhinnad 2020. aastal (EKI, 2021). Suvinisu müügihind söödanisuna oli 171,72 € t⁻¹, kaeral toidukaerana 137,06 € t⁻¹. Suvinisul arvestati terasaak madalama kvaliteedi tõttu söödanisu hinnaga, kaeral kõrgema kvaliteedi tõttu toidukaera hinnaga.

Tulemused ja arutelu

Kuigi väetistega mulda antud toiteelementide kogused olid erinevad, suurendasid kõik maheväetised oluliselt punase ristiku maapealset kuivmassi (joonis 1). Väetatud variantide võrdlemisel ristiku saagid olulisel määral ei erinenud. Võrreldes väetamata alaga, suurenes Labinoriga väetamisel ristiku kuivmass 89% (3311 kg ha⁻¹), Ecoplantiga väetamisel 80% (2977 kg ha⁻¹), Patentkaliga väetamisel 97% (3605 kg ha⁻¹) ning Kalisopiga väetamisel 89% (3308 kg ha⁻¹) võrra. Fosforirikka Labinoriga väetamisel suurenes ristiku mass samaväärselt kui kaa-



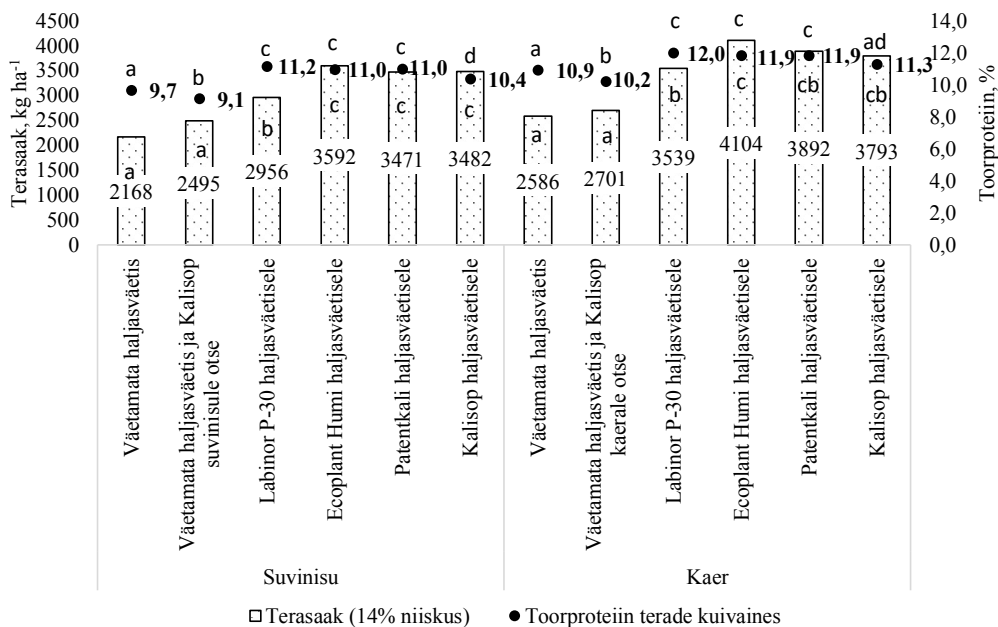
Joonis 1. Haljasväetiseks kasvatatud punase ristiku maapealse massi saaginäitajad erinevate maheväetistega väetamisel 2019. aastal. Erinevad tähed (a, b) näitavad statistiliselt usutavaid erinevusi variantide vahel Ficheri (LSD) testi alusel 95% usaldusnivoo juures.

liumi ja väävlit sisaldavate Ecoplanti, Pantentkali ja Kalisopiga väetamisel, kuigi Labinor K ja S ei sisalda. Väetamisel tõusis oluliselt ka ristiku niidete keskmine kuivaine toorproteiinisisaldus. Ecoplanti, Patentkali ja Kalisopiga väetamisel oli toorproteiinisisaldus suurem kui Labinoriga väetamisel.

Kuna väetamisel suurenes oluliselt ristiku maapealne mass, seoti selle massiga ka suur kogus NPK-d. Nii seoti väetamata ristiku maapealse biomassiga N-82, P-8 ja K-69, Labinoriga väetamisel N-186, P-14, K-152, Ecoplantiga väetamisel N-206, P-14, K-159, Patentkaliga väetamisel N-217, P-16, K-174 ja Kalisopiga väetamisel N-203, P-16, K-180 kg ha⁻¹. Kui põllule ei külvata talivilja, pole mõistlik sellist suure tootelementide sisaldusega haljasmassi sügisel mulda künda, sest haljasmassi lagunemise tõttu võib leostuda suur kogus tootelemente. Seepärast künti punane ristik haljasväetiseks mulda 2020. aasta aprillis ja järelkultuurina kasvatati põllul suvinisu ning kaera.

Maheväetistega (punase ristik haljasväetisena) väetamisel suurenesid suvinisu ja kaera terasaagid oluliselt võrrelduna mitteväetamisega (joonis 2). Labinoriga väetatud ristiku järgselt oli terasaagitõus mõnevõrra väiksem kui teiste väetistega väetamise järgselt. Suvinisul suurenes saagikus sel juhul 36% (788 kg ha⁻¹) ja kaeral 37% (953 kg ha⁻¹). Ecoplantiga väetamisel suurenes terasaak suvinisul ja kaeral vastavalt aga 66% (1424 kg ha⁻¹) ja 59% (1518 kg ha⁻¹), Patentkaliga väetamisel 60% (1303 kg ha⁻¹) ja 51% (1306 kg ha⁻¹) ning Kalisopiga väetamisel 61% (1314 kg ha⁻¹) ja 47% (1207 kg ha⁻¹) võrreldes mitteväetamisega. Kaera terasaak oli natuke suurem kui suvinisul. Maheväetistega väetatud haljasväetiste järel suurenes märkimisväärselt ka suvinisu ja kaera terade toorproteiinisisaldus. Suvinisul suurenes ka kleepvalgu ning gluteeniindeks. Siiski polnud vegetatsioonitingimused 2020. a terade kõrgema toorproteiini ja kleepvalgusisalduse tekkimiseks soodsad. See võis olla ka põhjuseks, miks hoolimata haljasväetisega väetamisest ei suudetud neid näitajaid optimaalse toidunisu kvaliteedinõuete tasemeni tõsta. Suvinisu terade mahumass ja langemisarv olid kõigis variantides optimaalsel tasemel.

Väetamata punasele ristikule järgnevale suvinisule ja kaerale anti külviseltselt mulda Kalisopi sama normiga kui haljasväetise väetamisel (K-31, S-13 kg/ha). Sellisel teravilja otseväetamisel suurenes terasaak aga oluliselt vähem – suvinisul 15% (327 kg ha⁻¹) ka kaeral 4% (115 kg ha⁻¹). Terade toorproteiinisisaldus jäi nisu ja kaera otseväetamisel aga väiksemaks kui mitteväetamisel. Kleepvalgu ja gluteeniindeks oli aga suurem.



Joonis 2. Erinevate mahevätistega väetatud punase ristiku haljasväetise järgse suvinisu 'Hiie' ja kaer 'Kalle' terasaak 2020. aastal. Erinevad tähed (a, b, c, d) näitavad suvinisul ja kaeral terasaagi ning toorproteiini statistiliselt usutavaid erinevusi variantide vahel Ficheri (LSD) testi alusel 95% usaldusnivoo juures.

Märkimisväärselt suurenes mahevätistega väetatud punase ristiku ja sellele järgneva suvinisu ning kaera keskmine arvestuslik kattetulu. Kuigi punase ristiku väetamisvariantidel olid kulud suuremad kui mitteväetamisel, siis kompenseeris selle suurem terasaak. Nii oli suvinisu kattetulu toetuste juurde arvestamisel väetatud punase ristiku variantides 11–36% (41–138 € ha⁻¹) suurem kui mitteväetamisel ja 20–48% (72–169 € ha⁻¹) suurem kui suvinisu otseväetamisel. Kaera kattetulu oli aga 11–34% (37–112 € ha⁻¹) suurem kui mitteväetamisel ja 37–65% (99–174 € ha⁻¹) suurem kui kaera otseväetamisel. Suurim positiivne kattetulu saadi Ecoplantiga väetatud punase ristiku variandis, väetatud variantidest madalaim kattetulu saadi aga Labinoriga väetatud punase ristiku variandis.

Järeldused

Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamine mahevätistega Labinor P-30, Ecoplant Humi, Patentkali ja Kalisop suurendas oluliselt punase ristiku

maapealsed biomassi, millega seoti ka suur kogus lämmastikku, fosforit ning kaaliumi. Selle massi mulda kündmisel ja lagunemisel vabanenud toiteelementide arvelt suurenes oluliselt järelkultuuridena kasvatatud suvinisu ja kaera terasaak, tõusis terade toorproteiinisisaldus ning suvinisu terade kleepvalgu ja gluteeniindeks. Märkimisväärselt suurenes ka suvinisu ja kaera kasvatamise kattetulu. Fosforirikka Labinor P-30 väetatud haljasväetise mõju jäi terasaagile mõnevõrra väiksemaks kui kaaliumi ja väävlit sisaldavate Ecoplant Humi, Patentkali ja Kalisopi väetatud haljasväetise mõju. Teravilja otseväetamine Kalisopiga suurendas terasaaki tagasihoidlikult ja terade toorproteiinisisaldus oli isegi väiksem kui mitteväetamisel.

Tänuavaldused. Uurimus sai võimalikuks tänu Maaelu arengukava (MAK) 2014–2020 põllumajanduse keskkonnatoetuste hindamiseks eraldatud vahenditele.

Kirjandus

- EKI, 2021. Teravilja, rapsi, söödakultuuride kokkuostuhinnad, <http://www.ki.ee/> (23.01.2021)
- Kanger, J., Kevvai, T., Kevvai, L., Kärblane, H., Astover, A., Ilumäe, E., Lauringson, E., Loide, V., Penu, P., Rooma, L., Sepp, K., Talgre, L., Tamm, U. 2014. *Väetamise ABC*. AS Ecoprint, Saku. 50 lk.
- Sepp, K., Kanger, J., Särekanno, M. 2017. Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamine maheväetisega Kalisop ja selle mõju teravilja terasaagile ning kvaliteedile, lk. 135–138. *Teaduselt mahepõllumajandusele*. SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, Tartu.
- Sepp, K., Särekanno, M., Kanger, J., 2019. Kaaliumi- ja väävlirikaste maheväetiste tõhususest põldheina-teravilja külvikorras, lk. 109–114. *Teaduselt mahepõllumajandusele*. SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, Tartu.

Külviaja mõju talviste vahekultuuride biomassi suurusele

The impact of sowing date on winter cover crops biomass

Liina Talgre¹, Merili Toom², Enn Lauringson¹

¹Eesti Maaülikool, ²Eesti Taimekasvatuse Instituut

Märksõnad: külviaeg, talivikk, kesaredis, keerispea, inkarnaatristik, Aleksandria ristik

Sissejuhatus

Talvised vahekultuurid vähendavad oluliselt toitainete leostumist põhikultuuride vahelisel sügis-talvisel ja varakevadisel perioodil, mistõttu muutub nende kasvatamine järjest populaarsemaks. Külvikorras parandavad vahekultuurid mulviljakust ja on toiduks sellistele orgaanilise aine lagundajatele, kelle abil pääsevad taimedesse seotud toitained uuesti ringlusesse. Vahekultuuride kasvatamine on ka üks võimalus vähendada sõltuvust mineraalväetistest ja sünteetilisest taimekaitsevahenditest (Lighthouse, 2010) ning aeglustada intensiivsest taimekasvatusest ja mullaharimisest tingitud mulla süsinikuvarude vähenemist (Sapkota jt., 2012).

Vahekultuuridest maksimaalse kasu saamiseks on vajalik varajane külviaeg, et saavutada võimalikult pikk kasvuperiood (Etemadi jt., 2018) ja taimede arenguks piisavalt suur efektiivsete temperatuuride ($> +5$ °C) hulk. Zaniewicz-Bajkowska jt (2013) katsetulemustest Poolas selgus, et neli nädalat hilisem külv põhjustas keerispea ja põldoa biomassi ca 45% vähenemise. Meil varem läbiviidud katsetest (Talgre jt., 2011) selgus, et augusti algul külvatud valge sinep, keerispea ja hernes moodustavad suure biomassi, kuid põhikultuuri ei ole alati võimalik juuli lõpus või augusti algul koristada ning vahekultuuride külv lükkub hilisemale ajale. Seetõttu on oluline uurida, mis ajani on otstarbekas vahekultuuri külvata ja millised liigid sobivad ka siis, kui nende külviaeg jääb augusti lõppu.

Uurimistöö eesmärk oli hinnata erinevate vahekultuuride biomassi moodustumise võimet sõltuvalt külviajast.

Materjal ja meetoodika

Põldkatsed viidi läbi katseaastatel 2017–2020. Külviaegade mõju biomassi suurusele uuriti viiel taimeliigil (talivikk, kesaredis, keerispea, inkarnaatristik, Aleksandria ristik). Eelviljaks oli kõikidel aastatel vara koristatav teravili, mille

põhk purustati ja jäeti põllule. Esimene külviaeg oli kohe pärast eelvilja koristust, edasi külvati nädalaste vahedega ja sõltuvalt aastast oli katsetes 3–5 külviaega. Vahekultuuride biomass koguti vegetatsiooni perioodi lõpus (oktoobris) kõikidelt katselappidelt kolmes korduses 0,25 m² raami abil. Vahekultuurid sorteeriti liigiti, eraldati umbrohud ja seejärel kuivatati proovid 80 °C juures konstantse kaaluni. Vahekultuuride biomass väljendati kuivaines arvestades kogu taimiku sh umbrohtude biomassi (KA kg ha⁻¹).

Efektiivseid temperatuure kogunes 2017. külviaastal kasvuperioodi lõpuks 536 °C, mis oli teiste katseaastate sama külviajaga võrreldes 55–243 °C vähem. Viimase külviaja järgselt, kasvuperioodi lõpuni, kogunes 2017. aastal vaid 299 °C efektiivseid temperatuure, mis oli teiste katseaastate sama külviajaga võrreldes 45–101 °C vähem. Kõige soodsam aasta oli efektiivsete temperatuuride poolest 2018. a, kui esimesest külviajast kuni kasvuperioodi lõpuni kogunes efektiivseid temperatuure 779 °C. Vahekultuuride külvijärgseid sademeid oli kõige enam 2017. aastal ning sademetevaesem augustikuu oli 2019. aastal.

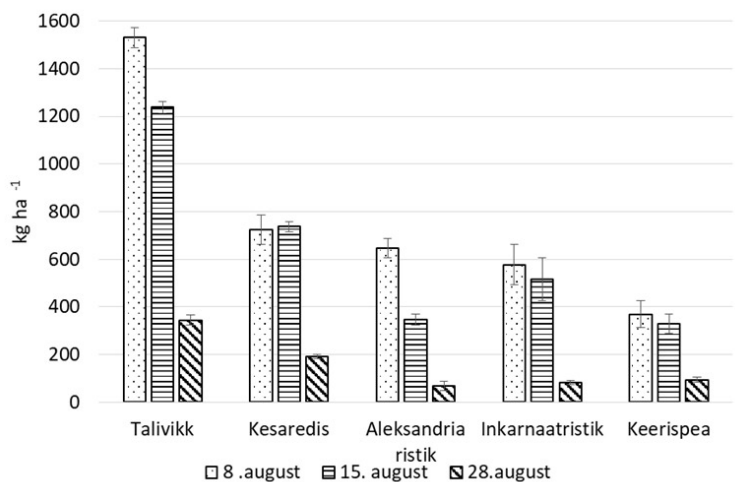
Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi Statistica 13. Joonistel on esitatud keskmised koos standardveaga.

Tulemused ja arutelu

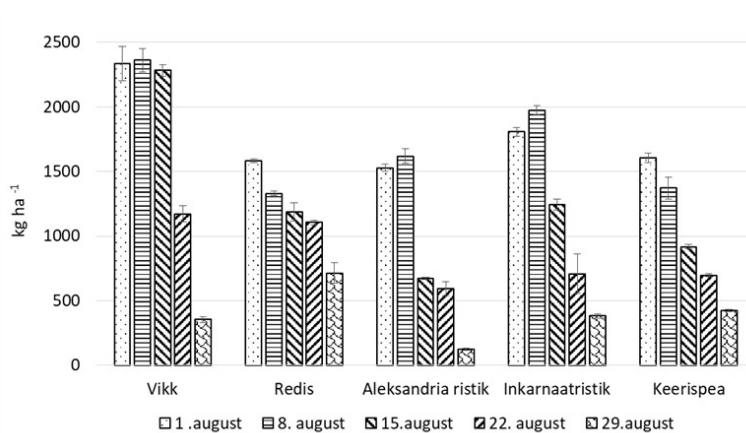
Katsetulemustest selgus, et 2017. aastal varieerusid biomassi kuivainesaagid 68–1531 kg ha⁻¹. Sellel aastal mõjutas vahekultuuride biomassi suurust kasvuperioodi aegsed jahedad ja sajused ilmad. Suurimad biomassid saadi talivikilt (1531 kg ha⁻¹) ja kesarediselt (723 kg ha⁻¹). Neil kultuuridel oli ka hilisemate külvide korral (kuni augusti keskpaigani) biomassi vähenemine kõige väiksem (joonis 1). Kesaredise biomassist moodustasid keskmiselt 67% maapealne osa ja 33% juured, hilisema külvi korral jäi juurte osakaal, võrreldes maapealse osaga, oluliselt madalamaks. Uuritud liikidest mõjutas külviaeg kõige rohkem ristikuid (Aleksandria ristik, inkarnaatristik). Võrreldes esimese külviajaga, vähenes näiteks Aleksandria ristiku biomass teisel ja kolmandal külviajal vastavalt 47 ja 89%.

Võrreldes 2017. ja 2018. aasta esimeste külviaegade efektiivseid temperatuure, oli see summa 2018. aastal kõrgem 243 °C võrra. 2018. aastal ei erinenud kultuuride biomass esimesel (1. augustil) ja teisel (8. augustil) külviajal oluliselt (joonis 2). Selle üheks põhjuseks oli väga kuiv muld esimesel külviajal, mistõttu

ei olnud seemnetel tärkamiseks piisavalt niiskust. Sõltuvalt liigist ja külviajast jäid biomassi kuivainesaagid vahemikku 120–2360 kg ha⁻¹. Kuivõrd kesaredis suutis hilise külvi korral moodustada 715 kg ha⁻¹ biomassi, võib teda pidada sobivaks vahekultuuriks ka siis, kui külviaeg jääb augusti lõppu. Inkarnaatristik talub kuiva mulda ja 2018. aastal ületas tema biomass kolmel esimesel külviajal isegi kesaredis ja keerispea oma. Soodsate ilmastikutingimuste korral ulatub



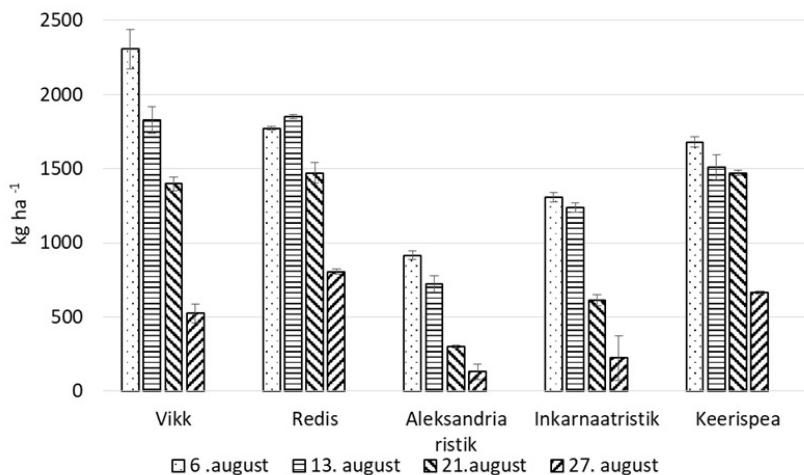
Joonis 1. Vahekultuuride biomass (kuivainet kg ha⁻¹) 2017.a. sõltuvalt külviajast. Vearibad joonisel tähistavad standarddviaga.



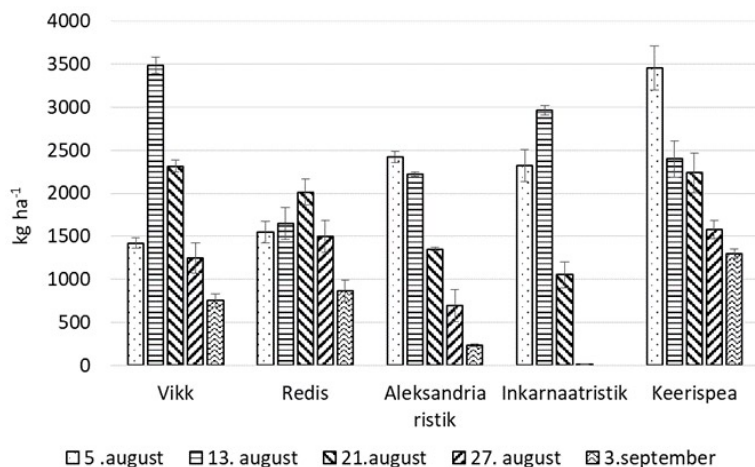
Joonis 2. Vahekultuuride biomass (kuivainet kg ha⁻¹) 2018.a. sõltuvalt külviajast. Vearibad joonisel tähistavad standarddviaga.

inkatnaatristiku saagivõime augusti alguse külvide korral kuni 2000 kg ha^{-1} .

Järgmisel 2019. katseaastal oli vahekultuuride kasvuperioodi efektiivsete temperatuuride summa 591°C , mida loetakse meie tingimustes keskmiseks, sademete hulk (114 mm) jäi aga alla keskmise. Sõltuvalt liigist ja külviajast jäid biomassi kuivainesaadid vahemikku $130\text{--}2300 \text{ kg ha}^{-1}$, olles suurimad talivikil ja kesaredisel (joonis 3).



Joonis 3. Vahekultuuride biomass (kuivainet kg ha^{-1}) 2019.a. sõltuvalt külviajast. Vearibad joonisel tähistavad standardviga.



Joonis 4. Vahekultuuride biomass (kuivainet kg ha^{-1}) 2020.a. sõltuvalt külviajast. Vearibad joonisel tähistavad standardviga.

2020. aastal oli vahekultuuride kasvuperioodi efektiivsete temperatuuride summa 679 °C ja sademetevaene. Suurima biomassi moodustasid talivikk teisel külviajal (3490 kg ha⁻¹) ja keerispea esimesel külviajal (3445 kg ha⁻¹). Taliviki esimese külviaja taimikut kahjustasid kärsakad ja seetõttu jäi biomass võrreldes teise külviajaga madalamaks. Sellel aastal inkarnaatristikul kahel viimasel külviajal biomassi ei moodustunudki (joonis 4).

Katseaastate keskmisena vähenes hilisemate külvide korral vähem kesaredise, keerispea ja taliviki biomass. Kesaredisel oli augusti keskpaigas külvatud taimede biomass 95% ja augusti lõpus külvatud taimede biomass 57% esimese külviaja biomassi kogusest. Aleksandria ristikul ja inkarnaatristikul oli biomassi augusti keskpaigas külvatud taimikul vastavalt 47 ja 38% ja augusti lõpus külvatul 38 ja 11% esimese külviaja biomassist. Varasemad uuringud on näidanud, et ka valge sinep on kiire algarenguga ja sobib vahekultuuriks ka hilisemate külvide korral (Toom jt., 2019). Meie varasemad uuringud on näidanud, et taliviki augusti lõpu külvide madala biomassi kompenseerib kevadine edasi kasvamine ja tema biomass võib enne sissekündi isegi kahekordistuda (Toom jt., 2021).

Järeldused

Vahekultuurid moodustasid suurima biomassi, kui nad külvati augusti esimeses pooles. Kiire arenguga liigid on võimelised moodustama arvestatava koguse biomassi ka madalamate temperatuuride juures, mistõttu võib nende külviaeg jääda ka augusti teise poole. Meie katsed näitasid, et hilisemateks külvideks sobivad kesaredis, talivikk ja keerispea. Talivikk alustab kevadel vara kasvu kompenseerides sellega hilisemate külvide väikese biomassi. Külvi hilinedes ei ole otstarbekas kasutada üheaastaseid ristikuid, mille biomass jääb tagasihoidlikuks või nad ei kasva üldse.

Tänuavaldused. Uurimistöö on valminud projekti T170143PKTM “Põhikultuuride järel vahekultuurina kasvatamiseks sobivate liikide ja segude ning nende viljelemiseks sobiva agrotehnika väljatöötamine” toel.

Kirjandus

Etemadi, F., Hashemi, M., Zandvakili, O., Dolatabadian, A., Sadeghpour, A. 2018. Nitrogen contribution from winterkilled faba bean cover crop to spring-sown sweet corn in conventional and no-till systems. *Agronomy Journal*, 110 (2), 455–62.

- Lighthouse, E. 2010. *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality, and Organic Farming*: Vol 4. France: Springer. 402 lk.
- Sapkota, T.B., Askegaard, M., Lægdsmand, M., Olesen, J.E. 2012. Effects of catch crop type and root depth on nitrogen leaching and yield of spring barley. *Field Crop Research*, 125, 129–138.
- Toom, M., Talgre, L., Pechter, P., Narits, L., Tamm, S., Lauringson, E. (2019). The effect of sowing date on cover crop biomass and nitrogen accumulation. *Agronomy Research*, 17 (4), 1779–1787.
- Toom, M., Tamm, S., Talgre, L., Tamm, I., Tamm, Ü., Narits, L., Hiiesalu, I., Edesi, L., Talve, T., Mäe, A., Lauringson, E. 2021. The Effect of Sowing Date on Biomass and Nitrogen Accumulation of Five Winter Cover Crop Species. *Agricultural Research and Technology. Open Access Journal*, 25 (3), 556308

Haljasväetiskultuuride kasvatamise mõju õunaistandiku renoveerimisele

The effect of green manure crop cultivation on renovation of apple orchard

Toivo Univer

Eesti Maaülikool PKI Polli aiandusuuringute keskus

► toivo.univer@emu.ee

Märksõnad: õunapuu, renoveerimine, haljasväetised

Sissejuhatus

Mullaväsimus on maaviljeluses tuntud nähtus, mis avaldub taimekasvu pidurdumises. Seda täheldatakse nii ühe- kui ka mitmeaastastel kultuuridel. Mullaväsimust põhjustavad negatiivsete füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste mullategurite pikaajaline mõju ning taimedele toksiliste ainete pikaldane kogunemine mulda. Aianduses, kus sama kultuuri istandikud on pikaajalised (8–50 aastat ja enam) on mullaväsimuse teke paratamatu (Abakumova ja Univer, 2020).

Orgaanilise ainesuurendamine mullasoodustab mulla elustikku. Orgaaniliste väetistega, sealhulgas haljasväetistega väetamine mõjutab mulla elustikku, mõju des eriti positiivselt aga vihmausside kooslustele, kuna suureneb nende toiduvaru (Lauringson jt., 2009). Kui võrreldi erinevaid tegureid, siis leiti, et just orgaanilise aine juurde tulek ja küllaldane niiskus mullas suurendasid vihamusside arvukust (Reintam jt., 2015).

Viljapuude kasvatustehnoloogias toimuvad pidevalt muutused. Käesoleval ajal hoitakse õunaistandiku reavahed rohukamaras, võralõikusel tekkinud oksa- mass jäetakse purustatult istandikku. Istandiku amortiseerumisel ja selle likvideerimisel on võimalik freesimisega kännustik purustada. Nii säilib puitu talletunud orgaaniline aine tekkekohal ja viiakse looduslikku aineringsse. Viljapuunistandiku uuendamine ehk renoveerimine niisuguse tehnoloogilise uuendusega ja selle järelmõjud vajavad uurimist.

Käesoleva töö eesmärgiks on selgitada vana õunaistandiku likvideerimise ja kändude freesimise järgselt kasvatatud haljasväetiskultuuride mõju samasse rajatud uue istandiku noorte õunapuude vegetatiivsele kasvule ja saagikusele.

Materjal ja metoodika

Katsealaks valiti maa-ala, kus eelnevalt olid kasvanud õunapuud 25 aastat. See õunaistandik oli rajatud 1985. a, kus pookealustena kasutati tugevakasvulisi 'Antonovka' seemikaluseid. Puude istutusskeem oli 7×5 m. Õunaistandik likvideeriti 2010. aastal. Puud lõigati maha ja 2011. a kevadel freesiti iga puuderea kännustik 20 cm sügavuselt. Reavahedes olev rohukamar purustati randaaliga, künti ja seejärel tasandati kultivaatoriga.

Pikaajalise monokultuuri järelmõju uurimiseks, rajati 2011. a uus katse. Katses paigutati puude read 3,5 m vahedega nii, et esimene rida sattus vana istandiku freesitud kännustiku rea kohale ja teine rida vana istandiku kahe rea vahele ehk küntud maale. Uues istandikus oli puude vahekaugus 1,66 m, s.t. vana istandiku kahe puu (5 m) vahe kohta istutati kolm noort istikut.

Katseala jaotati kolmeks osaks: A osale istutati õunapuud 2011. aastal, B osale 2015. aastal, mis on neli aastat hiljem ja C osale 2019. aastal, s.o kaheksa aastat hiljem. Uue istandiku maa ettevalmistamisel külvati B ja C katsealadele 10 m laiuste ribadena järgmised haljasväetiskultuurid: teravili (kaer, oder), valge mesikas ja hulgalehine lupiin. Võrdlusvariandiks oli mustkesa. Käesolev artikkel käsitleb katse B osast kogutud puude vegetatiivse kasvu ja saagi andmeid aastatel 2015–2018.

Katse rajati õunasortidega 'Antei', 'Auksis', 'Lobo', 'Tiina' ja 'Vahur', mis olid vääristatud nõrgakasvulisele pookealusele B9. Igale haljasväetiskultuuri variandile istutati igast sordist 12 puud, kokku 60 puud.

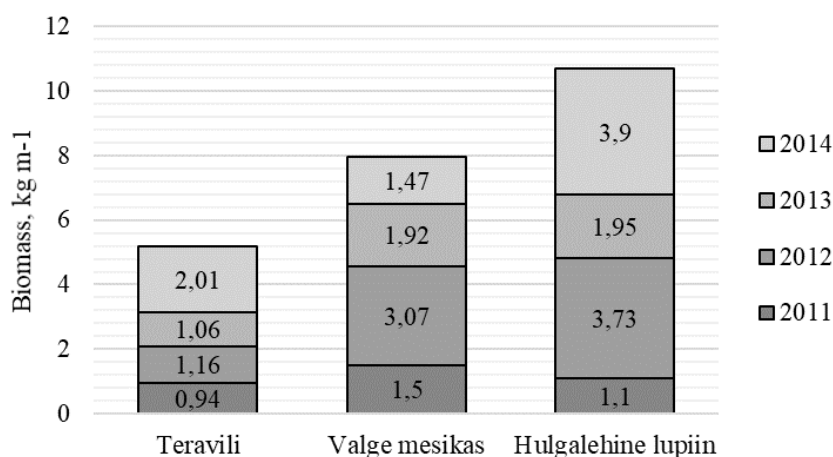
Katsealal on nõrgalt leetunud (Lk I) liivsavi muld, mille agrookeemilised näitajad olid järgmised: pH 5,9, P 123, K 169, Ca 1460 ja B 0,42 mg kg⁻¹. Noortele puudele anti igal kevadel N-väetisena ammooniumnitraati tegevaines 60 kg ha⁻¹ võraaluse pinna kohta. Õunapuudele kujundati vabakujuline koonalvõra. Võraoksi kärbiti minimaalselt, püstisi oksa koolutati rõhtsaks, ladvaoksaga konkureerivad ja terava väljumisnurgaga oksad lõigati välja. Puudel mõõdeti tüve jämedust (mm), puu kõrgust (cm), ladvavõrse pikkust (cm). Puude saak (kg) kaaluti ja koristatud viljade arvu järgi leiti keskmine vilja mass (g).

Katseandmete statistiliseks töötlemiseks kasutati mitmefaktorilist dispersioonanalüüsi. Keskliste mitmeseks võrdlemiseks kasutati Duncani testi, mille abil selgitati üksteisest statistiliselt usaldusväärselt erinevad väärtused ($p < 0,05$).

Tulemused ja arutelu

Vana õunaistandiku kännurea freesimisel peenestatud puidumass jaotus rea suunas. Esimesel aastal puidupuru takistas teraviljataimede kasvu, mistõttu tekki-
sid põllul ovaalse kujuga tühikud. Sügiskünniga puidupuru segunes pinnasega paremini ja ühtlasemalt. Teisel katseaastal kasvas teravili ühtlaselt, ilma tühikuteta. Haljasväetiste mullapealne biomass varieerus 0,9–3,9 kg m⁻¹ (joonis 1). Haljas-
massi nelja aasta kogusaak oli teraviljal 5,17 t ha⁻¹, valgel mesikal 7,96 t ha⁻¹ ja hulgalehelisel lupiini 10,98 t ha⁻¹. Teravilja haljasmass künti igal aastal mulda, kuid valge mesika ja hulgalehise lupiini katselapil kasvanud taimejäänused kogu-
nesid mulla pinna peale ja sattusid mulda alles neljandal aastal. Valge mesika maapealne biomass laguneb väga kiiresti. Liblikõielise juured lagunevad aeglase-
malt kui maapealne mass. K. Jaansoo (1969) katsetes soodustasid valge mesikas ja lutsern kattekultuurina mulda küntud peenestatud puidujäänuste lagunemist. Freesitud kändudest moodustunud puidupuru asuvad esmajärjekorras lagundama
seened. Valge mesika ja hulgalehise lupiini variandis oli seeneliikide ja nende vilja-
kehade arvukus suurem kui teraviljal (Zettur ja Univer, 2015).

Variantide võrdluses erines haljasväetiste maapealse biomassi keemiline koos-
tis oluliselt (tabel 1). Valge mesika ja hulgalehise lupiini taimik sisaldas lämmas-
tikku üle kahe korra rohkem kui teravili. Kaaliumi ja fosfori sisalduselt olid katses
olnud haljasväetiskultuurid omavahel võrdsed. Kaltsiumi sisaldus oli valge mesika



Joonis 1. Haljasväetiskultuuride maapealse osa biomass (kg m⁻¹) aastatel 2011–2014

Tabel 1. Haljasväetiste kuivaine keemiline koostis %, aastate 2011–2014 keskmisena

Haljasväetiskultuur	Kuivaine keemiline koostis, %				
	N	P	K	Ca	Mg
Teravili	1,109	0,330	2,328	0,234	0,145
Valge mesikas	2,652	0,343	2,378	1,035	0,332
Hulgalehine lupiin	2,471	0,343	2,729	1,076	0,288

ja hulgalehise lupiini biomassis ligi 5 korda suurem kui teraviljades. Nimetatud liblikõieliste juurestik oli tugev ja tungis sügavamale kui teraviljadel. Tõenäoliselt omastasid liblikõielised kaltsiumi ka künnikihi all asuvast savimoreenist.

Noorte õunapuude vegetatiivse kasvu näitajad arvutatuna viie katses oleva õunapuusordi keskmisena on esitatud tabelis 2. Haljasväetiste järelmõju erinevused avaldusid noores istandikus tüve jämeduses. Hulgalehise lupiini variandis oli tüve läbimõõt nii Fr kui Rv variandis väikseim. On väidetud, et hulgalehine lupiin võib põhjustada mullaväsimust (Järvan, 1989). Arvatakse, et tema juurestikus sisaldub rohkem ligniini ja teisi raskesti lagunevaid komponente (Talgre ja Lauringson, 2015). Katsevariantide keskmisena oli freesitud kännureale istutatud puude tüved suurema läbimõõduga kui endiste õunapuuridade vahedesse istutatud puudel. Statistiliselt usaldusväärseid erinevusi katsepuude kõrguse ja ladvavõrse pikkuse näitajate osas ei ilmnenud.

Tabel 2. Haljasväetiskultuuri järelmõju noorte õunapuu vegetatiivsetele kasvu näitajatele 2018. aastal

Haljasväetiskultuur	Puu kõrgus, cm		Tüve läbimõõt, mm		Ladvavõrse pikkus, cm	
	Fr	Rv	Fr	Rv	Fr	Rv
Mustkesa	211 a	199 a	12,1 a	10,4 a	25,4 a	26,4 a
Teravili	212 a	210 a	12,8 a	10,6 a	26,4 a	26,4 a
Valge mesikas	218 a	207 a	13,6 a	11,1 a	29,0 a	28,6 a
Hulgalehine lupiin	201 a	189 a	10,5 b	7,5 b	27,4 a	25,0 a
Keskmine	210 A	201A	12,2 A	9,9 B	27,0 A	26,6 A

Fr – kännustiku reakohale istutatud; Rv – kahe rea vahekohta istutatud puude rida. Tähed A ja B tähistavad istutusvariantide ning a, b, c ja d tähistavad haljasväetisvariantide olulist mõju (Duncan test, $p < 0,05$).

Keskmine kogusaak noores istandikus jäi vahemikku 15,5–23,6 kg puu kohta (tabel 3). Teravilja ja valge mesika haljasväetise variandil kasvavad puud olid statistiliselt oluliselt suurema saagiga kui mustkesa ja hulgalehise lupiini katsevariantidel. Katse keskmisena oli freesitud kännurea kohale istutatud puud mõnevõrra väiksema kogusaagiga kui endiste õunapuuridade vahesse istutatud puudel.

Tabel 3. Haljasväetiskultuuri järelmõju noorte õunapuude kogusaagile ja vilja massile aastatel 2016–2018.

Haljasväetiskultuur	Puu kogusaak, kg		Vilja mass, g	
	2016–2018		2018	
	Fr	Rv	Fr	Rv
Mustkesa	17,6 c	18,3 c	130 b	130 a
Teravili	18,5 b	23,6 a	133 b	126 a
Valge mesikas	19,3 a	19,7 b	144 a	130 a
Hulgalehine lupiin	15,5 d	18,7 c	139 a	127 a
Keskmine	17,7 B	20,0 A	136 A	129 A

Fr – kännustiku reakohale istutatud; Rv – kahe rea vahekohta istutatud puude rida. Tähed A ja B tähistavad istutusvariantide ning a, b, c ja d tähistavad haljasväetisvariantide olulist mõju (Duncan test, $p < 0,05$).

Järeldused

1. Vana õunapuuistandiku uuendamisele eelnev kändude freesimine ja haljasväetiskultuuride kasvatamine soodustab puidujäätmete lagunemist.
2. Valge mesika ja hulgalehise lupiini maapealne biomass seob taime toitementidest N ja Ca oluliselt rohkem kui teraviljad.
3. Noorte õunapuude vegetatiivse kasvu näitajad – puude kõrgus ja ladvavõrse pikkus ei erine, kuid tüve jämedus on hulgalehise lupiini variandis väikseim.
4. Haljasväetise variantide keskmisena on eelnevalt freesitud kändudega ridades noored puud jämedama tüvega.
5. Noores, kuni 4 aasta vanuses istandikus oli teravilja ja valge mesika variantides puude kogusaak suurem kui mustkesa ja hulgalehise lupiini variantides.

Tänuavaldused. Katsealuse maa valmistas ette Polli aiandusuuringute keskuse tollane majandusdirektor Riho Männik (praegune Soomaa rahvuspargi külastusala juht) ja kännustiku freesis Georg Artma.

Kirjandus

- Abakumova, M., Univer, T. 2020. Noorte õunapuude kasvu pärssiv mullaväsimus. *Agronoomia* 2020, 10–17.
- Jaansoo, K. 1969. *Valge mesika ja lutserni tähtsus võsastunud maade ülesharimise agrotehnoloogilise kompleksi kujundamisel*. Käsikiri, Saku, 177 lk.
- Järvan, U. 1989. Mullaväsimus. *Aiandus. Mesindus*, 4, 12–13.
- Lauringson, E., Talgre, L., Kuht, J., Makke, A. 2009. Liblikõieliste haljasväetiskultuuride järelmõju mulla lasuvustihedusele ja vihmausside arvukusele. *Agronoomia* 2009, 48–53.
- 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., Lauringson, E. 2015. Toitainete vabanemine liblikõieliste lagunemisel. *Agronoomia* 2015, 45–50.
- Zettur, I., Univer, T. 2015. Puitu lagundavad seemned renoveeritavas õunapuuiistanduses. *Agronoomia* 2015, 195–198.

Põllumajandustootjate suhtumine põllu servades asuvatesse rohumaaribadesse ja nende majandamine lähtuvalt toetustüübist

The attitude of agricultural producers to grassland strips located in field edges and their management depending on support scheme

Eneli Viik

Põllumajandusuuringute Keskus

► eneli.viik@pmk.agri.ee

Märksõnad: maastikuelement, põllumajanduskeskkonna toetus, põllumeeste e-küsitlus, põlluserv

Sissejuhatus

Rohumaaribad on olulised maastikuelemendid, mis aitavad põllumajandusmaastikku mitmekesistada. Nende kasu on mitmekülgne: elurikkuse (sh tolmeldajate ja loodusliku kahjuritõrje) soodustamine, levikukoridoride moodustamine, erosiooni ja toitainete väljaleostumise vähendamine. Kõiki rohumaaribade paku-tavaid hüvesid arvestades on väärtuslikumad pikemaajalised piisavalt laiad ribad, millel ei kasutata ja millele ei sattu kemikaale ning mida väga sageli ei niideta.

Kahjuks on Eesti maastikupildis Euroopa Liidu ja selle ühise põllumajanduspoliitikaga liitumisest alates olnud näha põlluservades asuvate rohumaaribade üha kitsamaks muutumist ja kadumist. Peamine põhjus on siin ilmselt soov saada võimalikult suure põllupinna eest pindalatoetusi – kui rohumaariba toetuse alla ei kuulu, küntakse see üles. Seega ongi üheks võimaluseks rohumaaribasid soodustada läbi põllumajandustoetuste. Seni on seda peamiselt tehtud läbi Eesti maaelu arengukava (MAK) 2007–2013 ja MAK 2014–2020 keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) toetuse, mille üheks nõudeks on jätta teatud juhtudel põllu ja avalikult kasutatava tee vahele 2–5 m laiune rohumaariba või muu maastiku joonelement – vajadusel tuleb selline element rajada. Selline põllumassiivil asuv KSM rohumaariba kuulub samuti pindalatoetuse aluse pinna sisse. Rohumaariba olemasolu ei ole nõutud mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) toetuse ja ühtse pindalatoetuse (ÜPT) raames ega ka MAK 2014–2020 kliimat ja keskkonda säästvate põllumajandustavade toetusega (nn rohestamine). Sel juhul arvatakse toetusõigusliku põllumassiivi pinna hulka põllu sees või põldude vahel paiknev vaid kuni 2 m laiune maastikuelement ning rohumaaribade säilitamist ei nõuta ka maa heas põl-

lumajandus- ja keskkonnaseisundis hoidmise nõuete määrusega.

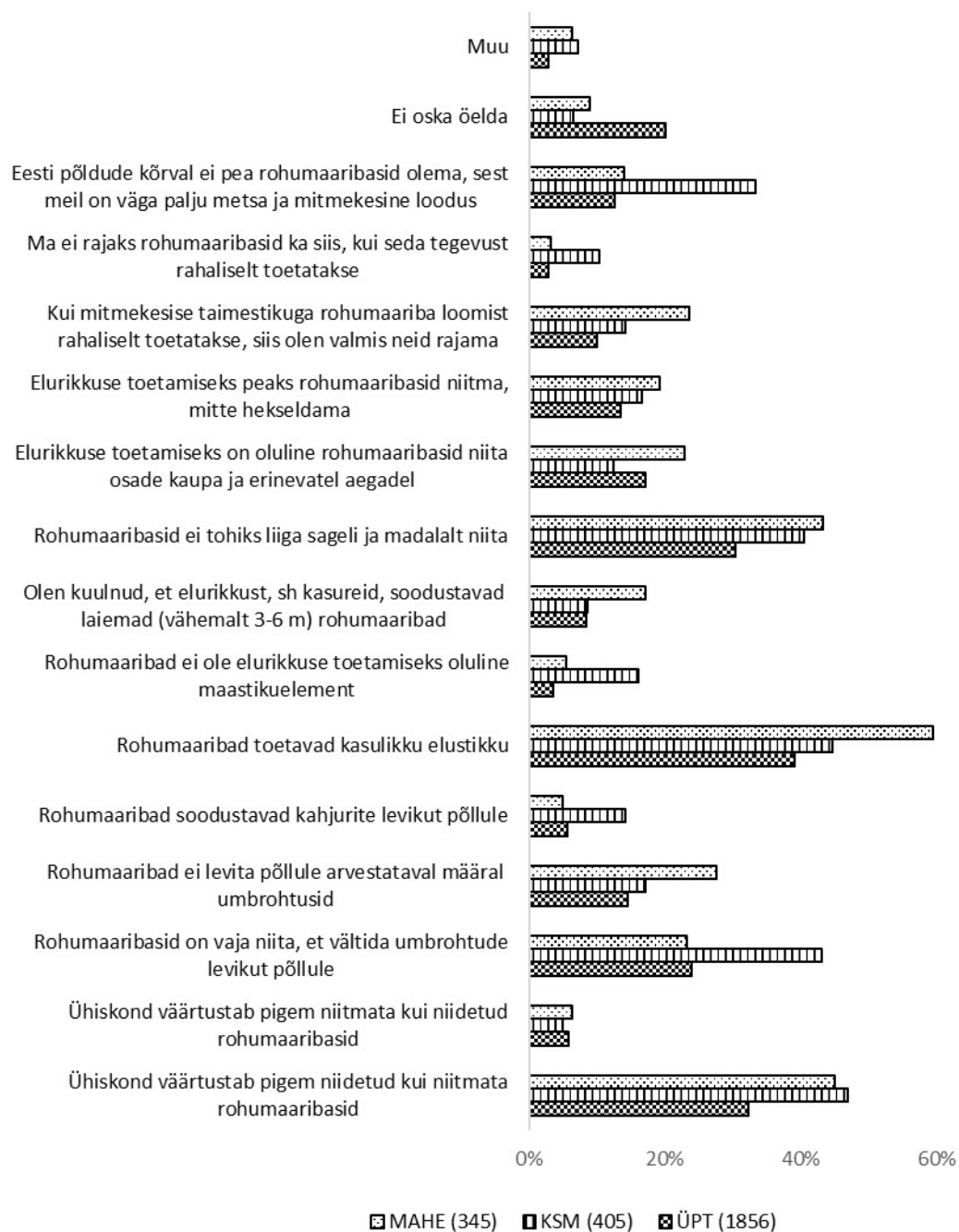
Põllumajanduskeskkonna toetuste hindamise kimalaste seire andmestiku põhjal on leitud, et rohumaaribadel asuvad loendusrajad on kõige laiemad KSM ning kõige kitsamad MAHE loendusajaladel (PMK, 2020). Kimalaste seire läbiviijad on välja toonud, et rohumaaribad on üha sagedamini ja madalamalt niidetud – sel juhul pakuvad need kimalastele aga vähe toitu. KSM alade kõige laiemad rohumaaribad tulenevad ilmselt KSM nõudest. ÜPT aladel oli märgatavalt rohkem laiemaid ribasid kui MAHE aladel, kuigi ribade nõuet kummagi puhul ei esine. Seega oleneb ribade olemasolu, kvaliteet ja majandamine lisaks toetuste raames nõutule, ka tootjate suhtumisest ja teadlikkusest, mille väljaselgitamine ongi antud töö eesmärk. Selline teadmine annab edasised suunised rohumaaribade paremaks soodustamiseks tulevikus.

Materjal ja meetoodika

Põllumajandusuuringute Keskus (PMK) viis 2021. aastal MAK 2014–2020 hindamise raames läbi põllumajandustootjate e-küsitluse (PMK, 2022). See sisaldas kahte küsimust põldude servas asuvate rohumaaribade kohta: „Millised väited iseloomustavad kõige paremini teie arvamusi põllu servades asuvate rohumaaribade kohta?“ ja „Valige sobivaimad väited seoses oma põldude servades asuvate rohumaaribade majandamisega“. Valida võis mitu vastusevarianti. Küsitlus koostati LimeSurvey keskkonnas ning saadeti kõigile 2020. aastal Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ametilt (PRIA) pindala- ja/või loomatoetuste taotlejatele, kellel oli PRIA andmebaasis e-posti aadress (kokku 12 530). Kui üks e-posti aadress oli kontaktiks mitmel toetuse taotlejal, siis oli küsitluskutse saajal võimalus vastata eraldi iga ettevõtte eest, mille kontaktisikuks ta oli. Küsitlusele vastas täismahus 2712 tootjat ehk ligi 22% küsitluse saanutest. Vastajaid eristati taotletud toetuse tüübi alusel: MAHE, KSM, ÜPT (viimase hulka arvati vaid need ÜPT taotlejad, kes MAHE ja KSM toetust ei taotlenud).

Tulemused ja arutelu

Tootjate rohumaaribade majandamist võib mõjutada see, mida nende arvates ühiskond väärtustab. Selgus, et kõigi toetustüüpidega tootjate hulgas on rohkem neid, kelle arvates ühiskond väärtustab pigem niidetud kui niitmata rohumaaribasid (joonis 1). Samas oli KSM ja MAHE tootjate hulgas rohkem neid (vastavalt 47%



Joonis 1. Põllumajandustootjate arvamus põllu servades asuvate rohumaaribade kohta lähtuvalt toetustüübist.

ja 45%), kelle arust ühiskond väärtustab pigem niidetud kui niitmata rohumaaribaid, kui ÜPT tootjate hulgas (32%). Seega tunnevad tootjad (suuremal määral põllumajanduskeskkonna toetuste taotlejad), et ühiskond soovib näha niidetud rohumaaribaid, mis võibki nii olla. Ilmselt on vaja kogu ühiskonnas rohkem teavitustööd rohumaaribade kasudest õige majandamisviisi korral.

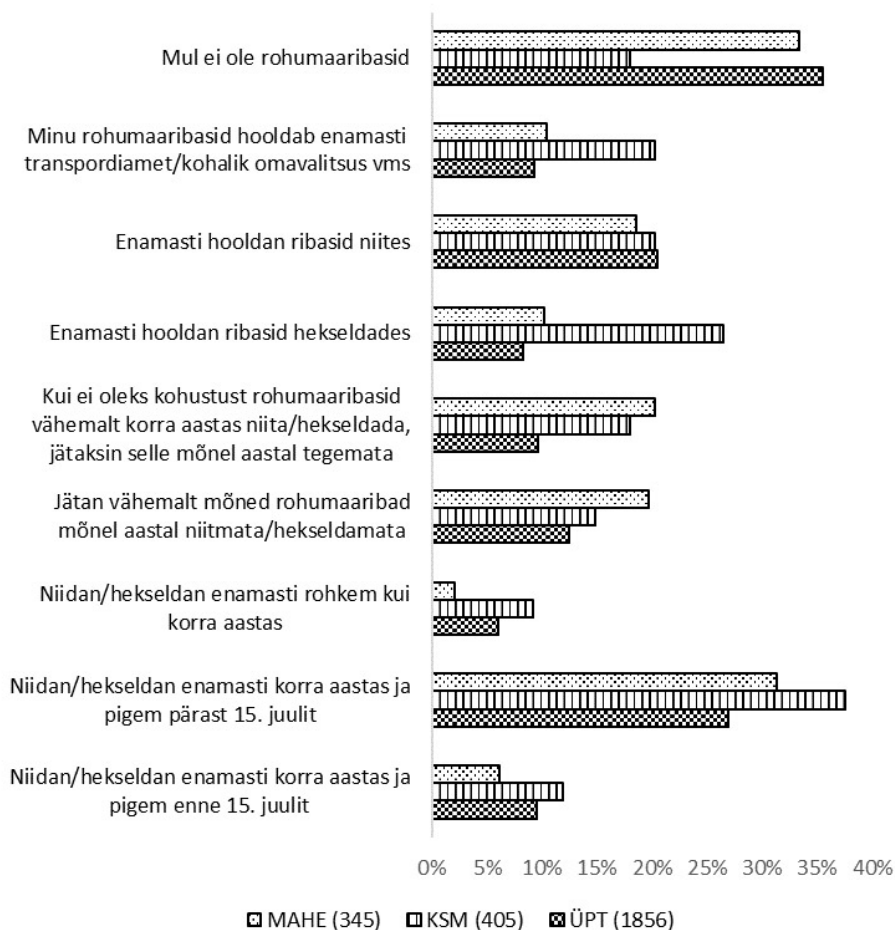
Tootjad näevad rohumaaribaid sageli põllule umbrohtude potentsiaalse levitajana. Küsitlusest selgus, et ÜPT ja KSM tootjate hulgas on rohkem neid (vastavalt 24% ja 43%), kes arvavad et rohumaaribaid on vaja niita, et vältida umbrohtude levikut põllule kui neid, kelle arvates rohumaaribad ei levita põllule arvestataval määral umbrohtusid (vastavalt 15% ja 17%). MAHE tootjate hulgas oli rohkem neid, kes viimase väitega nõustusid (28%; esimene variant 23%). Rohumaaribade oht umbrohtude levitajana sõltub üldjuhul riba omadustest: kitsas servas leiab peamiselt umbrohuliike ja teisi tugevalt häiritud kooslustele iseloomulikke taime- liike ning vaid rohkem kui 2 m laiused põlluservad pakuvad kasvukohta ka paljudele loodusväärtuslikumatele liikidele, mis pole põllul levinud umbrohtudeks (Aavik ja Liira, 2009).

Nii ÜPT, KSM kui ka MAHE tootjatest on suurem osa (olenevalt toetustüübist 39–59%) seda meelt, et rohumaaribad toetavad kasulikku elustikku kui seda meelt, et ribad soodustavad kahjurite levikut põllule (olenevalt toetustüübist 5–14%, enim KSM tootjate hulgas). Rohumaaribad võivad tõesti olla ka kahjurite leviku allikaks, kuid kahjurputukate looduslikke vaenlasi soodustavatena on nende kasu suurem (Veromann jt., 2017).

Väitega, et rohumaaribad ei ole elurikkuse toetamiseks oluline maastikuelement, nõustus vaid 3,6% ÜPT ja 5,5% MAHE tootjatest, kuid 16% KSM tootjatest. Seda, et elurikkust, sh kasureid, soodustavad laiemad (vähemalt 3–6 m) rohumaaribad on kuulnud vaid veidi üle 8% ÜPT ja KSM tootjatest, kuid mõnevõrra rohkem (kokku 17%) MAHE tootjatest. Rohumaaribade elurikkuse soodustamise aspektidest ollakse kõige sagedamini nõus väitega, et ribad ei tohiks liiga sageli ja madalalt niita, olenevalt toetustüübist 30–43% (enim MAHE ja kõige vähem ÜPT tootjate seas). Sõltuvalt toetustüübist arvab 12–23%, et elurikkuse toetamiseks on oluline rohumaaribaid niita osade kaupa ja erinevatel aegadel ning 13–19%, et elurikkuse toetamiseks peaks rohumaaribaid niitma, mitte hekseldama.

10% ÜPT, 14% KSM ja 23% MAHE tootjatest oleks valmis rohumaaribaid rajama, kui seda rahaliselt toetatakse. Rohumaaribaid ei rajaks isegi rahalise toetuse

korral umbes 3% ÜPT ja MAHE tootjatest ning 10% KSM tootjatest. Lisaks leiab 33% KSM tootjatest, et Eesti põldude kõrval ei pea üldse rohumaaribasid olema, sest meil on väga palju metsa ja loodus on niigi mitmekesine. ÜPT tootjatest arvas nii 13% ja MAHE tootjatest 14%. Seega on KSM tootjad rohumaaribade suhtes kõige negatiivsemalt meelestatud. Ilmselt on põhjuseks hetkel kehtiv rohumaaribade jätmise/rajamise nõue KSM toetuse raames. Võib oletada, et kui see nõue kaob, künnavad paljud KSM tootjad rohumaaribad suures osas jälle üles – seda on kinnitanud KSM rohumaaribade taimestiku seire (PMK, 2019).



Joonis 2. Põllumajandustootjate valikud põllu servades asuvate rohumaaribade majandamisel lähtuvalt toetustüübist.

Järgnevalt uuriti küsitlusele vastajatelt, millised etteantud väited iseloomustavad kõige paremini nende rohumaaribade majandamist. Kõige suurem osa vastajatest nõustub väitega, et niidavad/hekseldavad ribasid enamasti korra aastas ja pigem pärast 15. juulit (sõltuvalt toetustüübist 27–38%) kui korra aastas ja pigem enne 15. juulit (sõltuvalt toetustüübist 6–12%). Niitmisaega on olulisim valida juhul kui ribal pesitseb linde. Ribasid niidab/hekseldab rohkem kui korra aastas vaid 2% MAHE ning 6% ÜPT ja 9% KSM tootjatest. Sõltuvalt toetustüübist jätab mõnel aastal mõned rohumaaribad niitmata/hekseldamata 13–20% ning jätkaks niitmata/hekseldamata kui ei oleks kohustust seda teha 10–20%, mõlema puhul oli osakaal suurim MAHE ja madalaim ÜPT tootjate seas.

Sõltuvalt toetustüübist hooldab ribasid niites, mitte hekseldades 19–20%. Püsirohumaade puhul on leitud, et elustikunäitajad on niitmise teel hooldamisel kõrgemad kui hekseldamisel (TÜ, 2020). Hekseldajaid on ÜPT ja MAHE tootjate seas palju vähem (vastavalt 8% ja 10%) kui KSM tootjate seas (26%). Samas on KSM tootjate seas kõige enam neid, kelle rohumaaribasid hooldab enamasti transpordiamet/kohalik omavalitsus vms (20%) ning kõige vähem neid, kellel rohumaaribad üldse puuduvad (18%). Koguni 35% ÜPT ja 33% MAHE tootjatest väidavad, et neil puuduvad rohumaaribad.

Järeldused

Küsitluse tulemustest selgub, et kõigi toetustüüpidega põllumajandustootjatele olid kõige levinumateks arvamusteks: ühiskond väärtustab pigem niidetud kui niitmata rohumaaribasid; rohumaaribad toetavad kasulikku elustikku; rohumaaribasid ei tohiks liiga sageli ja madalalt niita. Teiste väidetega nõustajaid oli vähem ning mõnel juhul esinesid toetuse tüübi alusel märgatavad erinevused: nt MAHE ja ÜPT tootjatega võrreldes nõustus palju rohkem KSM tootjaid väidetega, et rohumaaribasid on vaja niita, et vältida umbrohtude levikut põllule ning Eesti põldude kõrval ei pea rohumaaribasid olema, sest meil on väga palju metsa ja mitmekesine loodus. Samuti oli KSM tootjate hulgas kõige rohkem neid, kes leidsid, et rohumaaribad soodustavad kahjurite levikut põllule ja see ei ole elurikkuse toetamiseks oluline maastikuelement ning nad ei rajaks rohumaaribasid isegi siis, kui seda tegevust rahaliselt toetatakse. Seega on KSM tootjad rohumaaribade osas kõige skeptilisemad, mis võib tuleneda hetkel neile kehtivast rohumaaribade nõudest, ilmselt künnavad paljud KSM tootjad kohustuse kadudes rohumaaribad üles.

Selgus, et suurim osa vastajatest niidab/hekseldab rohumaaribasid vaid korra aastas ja pigem pärast 15. juulit. Sageli jäetakse riba mõnel aastal niitmata/hekseldamata või ollakse valmis seda tegema, kui ei oleks niitmise/hekseldamise kohustust. Lisaks selgus, et enamasti ribasid niidetakse, mitte ei hekseldata. Erandiks olid KSM tootjad, kelle seas on hekseldajaid märkimisväärselt rohkem kui MAHE ja ÜPT tootjate seas. Samas selgus, et kolmandikul MAHE ja ÜPT tootjatest rohumaaribad üldse puuduvad.

Rohumaaribadega seotud väidete paikapidavuse kujundavad konkreetse riba omadused ja kohalikud tingimused. Seega, lähtuvalt sellest, mis suunas poliitika kujundajad soovivad rohumaaribasid arendada, on vaja teha palju teavitustööd. E-küsitluse tulemused näitavad nõ „stardipositsiooni“ ja aitavad välja töötada edasisi vajalikke samme.

Tänuavaldused. Suur tänu pindala- ja/või loomatoetuste taotlejatele, kes võtsid selle aja ja vastasid meie mahukale küsimustikule. Tänan kolleege PMK-s kes panustasid e-küsitluse valmimisse ja läbiviimisse. Tänan ka PRIA-t taotlejate andmete jagamise eest.

Kirjandus

- Aavik, T., Liira, J. 2009. Agrotolerant and high nature-value species – plant biodiversity indicator groups in agroecosystems. *Ecological Indicators*, 9, 892–901.
- PMK, 2019. *Rohumaaribade taimestiku uuring*. Tartu, 30 lk.
- PMK, 2020. *Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuring 2009.–2020. aasta kohta*. Tartu, 35 lk.
- PMK, 2022. *Eesti maaelu arengukava 2014–2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks 2021. aastal läbiviidud uuringute aruanne*. 343 lk.
- TÜ, 2022. *Loodusliku elurikkuse säilitamine põllumajandusmaal*. Tartu, 134 lk.
- Veromann, E., Sosare, K., Kovacs, G., Kaasik, R. 2017. Põllumajandusmaastiku elementide tähtsus parasitoidide talvitumispakadena, 154–159 lk. *Teaduselt mahepõllumajandusele*, (Metspalu, L., Luik, A., Peetsmann, E., toim.), Eesti Loodusfoto, Tartu.

ISSN 2585-5662
ISSN 2806-187X (pdf)

