

# Mahevijelus koos talviste vahekultuuridega parandab ökosüsteemide teenuseid

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

Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

► [anne.luik@emu.ee](mailto:anne.luik@emu.ee)

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

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

## **Materjal ja metoodika**

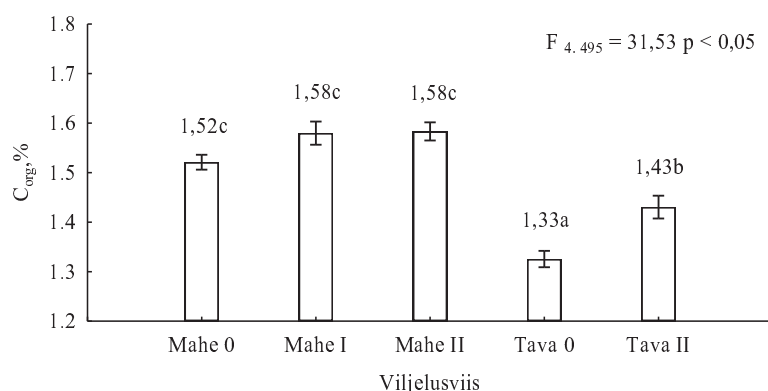
Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllu näivleeturund mullale rajati 2008. aastal külvikorrad, mis koosnevad erinevatest kasvatussüsteemidest: kolmest mahe- (0, I ja II) ja kahest tavaviljeluse süsteemist (0 ja II). Külvikorras on oder 'Anni' ristik 'Varte' allakülviga – ristik 'Varte' – talinisu 'Freddis'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

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

Katse toimub neljas korduses, iga kultuuri katsevälja suurus on 60 m<sup>2</sup>. Aastatel 2012–2014 oli katse lülitatud ERA Net Core Organic TILMAN-ORG ning 2015–2017 FertilCrop projekti. Mullaproovid võeti kevadeti kõikidelt katseväljadelt ja analüüsiti vastavalt projektide nõuetele (Handbook of methods – TILMAN-ORG, 2012). Andmete analüüsil kasutati programme MS Excel 2013 ja Statistica 12.

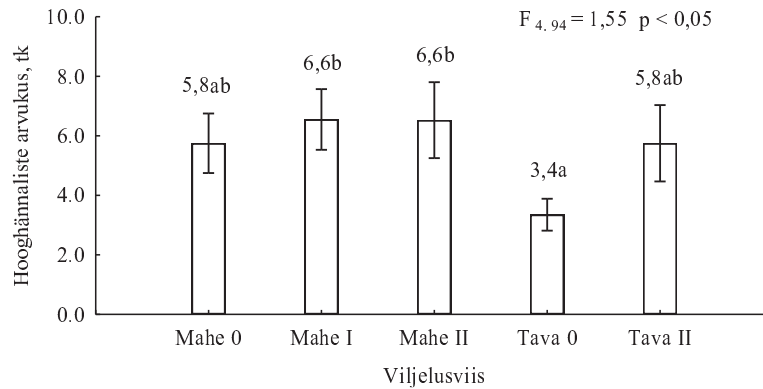
## **Tulemused ja arutelu**

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

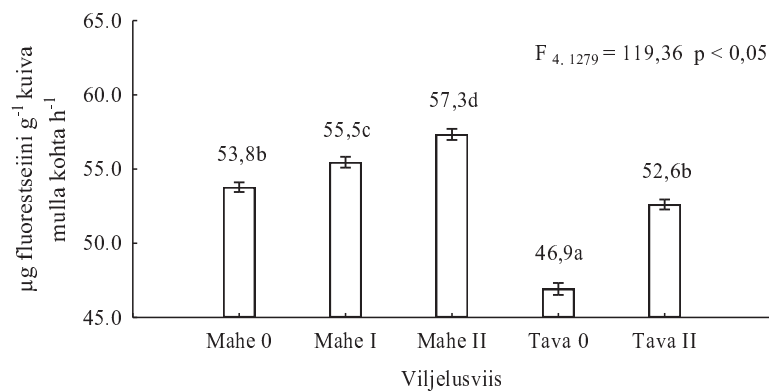


Joonis 1. Mulla orgaanilise aine ( $C_{org}$  % 2012–2016 aastate keskmine), sisaldus erinevates kasvatusüsteemides (Mahe 0: viieväljane külvikord (VK), Mahe I: VK + talvised vahekultuurid (TV), Mahe II: VK + TV + kompostitud sõnnik; Tava 0: VK + keemiline taimekaitse (KT), Tava II: VK + KT + mineraalväetised).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

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



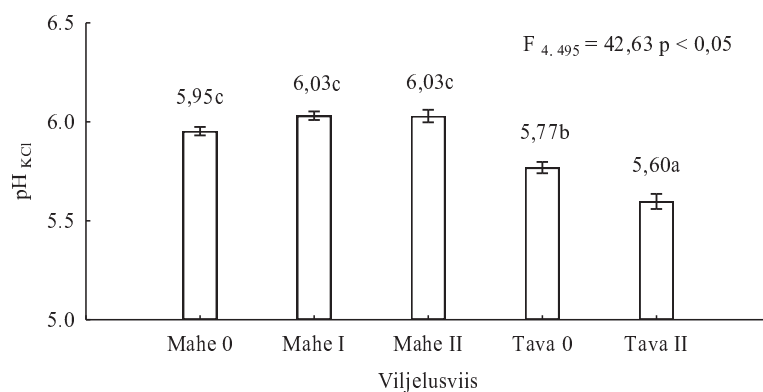
Joonis 2. Hooghännaliste arvukus 2017 kevadel erinevate kasvatussüsteemide mul-  
 las (Mahe 0: viieväljane külvikord (VK) , Mahe I: VK + talvised vahekultuu-  
 rid (TV), Mahe II: VK + TV + kompostitud sõnnik; Tava 0: VK + keemiline  
 taimekaitse (KT), Tava II: VK + KT + mineraalväetised). Vearibad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



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

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

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



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

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

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

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

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

## **Järeldused**

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

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

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

### **Kirjandus**

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