
Pestitsiidid suruvad alla mulla mikroobide hüdrofüüsilist aktiivsust

Helena Madsen^{1,2}, Liina Talgre¹, Viatcheslav Eremeev¹, Anne Luik²

¹ Eesti Maaülikool, taimekasvatuse ja rohumaa viljeluse osakond

▶ helena.madsen@student.emu.ee

² Eesti Maaülikool, taimekaitse osakond

■ Sissejuhatus

Mulla kvaliteet on mulla võime toetada bioloogilist aktiivsust, säilitada keskkonna kvaliteeti ning soodustada mulla elustikku (Oldare jt, 2008). Selline mulla bioloogiline omadus, nagu mikroobide aktiivsus, on palju tundlikum muutustele kui teised füüsikalised või keemilised näitajad (Oldare jt, 2008; Oldare jt, 2011; Tejada jt, 2008). Seetõttu on mulla mikroobid ühed usaldusväärseimad mulla kvaliteedi indikaatorid (Oldare jt, 2008).

Paljud uurimused on tõdenud, et lämmastikväetise mõjuvad mulla bioloogilistele näitajatele negatiivselt (Geisseler ja Scow, 2014; Liu ja Greaver, 2010). Samas on leitud, et kündes taimejäänused mulda, tõuseb mulla toitainete sisaldus, paraneb mullalõimimine ning suureneb mikroobide mass ning väheneb vajadus keemiliste taimekaitsevahendite järele (Oldare jt, 2008). Vahekultuuride kasvatamine külvikorras parandab kõiki mulla omadusi, mis omakorda mõjutab ka järgnevaid kultuure (Talgre jt, 2015, Sánchez de Cima jt, 2015a).

Taimekaitsevahendeid, sealhulgas herbitsiide, kasutatakse kahjustajate allasurumiseks ning umbrohtumise vältimiseks põllul. Kuigi herbitsiidid vähendavad kultuuride konkurentsi ning seega mõjuvad positiivselt saagikusele, vähendavad nad ka mikroobide biomassi mullas (Rose jt, 2016). Umbrohud on põldude ühed suurimad mitmekesistajad, pakkudes soodsaid toitumis- ja kasvutingimusi teistele põllul elavatele organismidele (Hernández Plaza jt, 2015). Antud uurimustöö eesmärk oli uurida tava- ning maheviljeluse mõju mulla hüdrofüüsilisele aktiivsusele (FDA).

■ Materjal ja meetodika

Katse viidi läbi aastatel 2012–2015 EMÜ PKI Eerika katsepõllul. Katse rajati neljas korduses, katseala mullatüüp oli liivsavi lõimimisega näivleeturunud muld. Mulla hüdrofüüsilist aktiivsust uuriti viieväljalises külvikorras kolmes erinevas maheviljelussüsteemis (Mahe 0, Mahe I ja Mahe II) ning kahes tavaviljeluse süsteemis (Tava I ja Tava II). Kultuuride järjestus külvikorras oli järgmine: oder ristiku allakülviga → ristik → talinisu → hernes → kartul. Tavasüsteemides ei kasutatud talviseid vahekultuure. Kontrollsüsteemis (Tava I) ei kasutatud väetisi ning teises tavasüsteemis (Tava II) kasutati lämmastikväetist: talinisu ja kartulile 150 kg ha⁻¹ N, odrale ristiku allakülviga 120 kg ha⁻¹ N ja hernele 20 kg ha⁻¹ N. Tavasüsteemides kasutati

ka herbitsiide, fungitsiide ning insektitsiide. Mahesüsteemides oli Mahe 0 kontrollsüsteem, mis järgis vaid külvikorda ning peale põhikultuuri koristust sellel katseosal sügisel mullaharimist ei toimunud. Teises mahesüsteemis (Mahe I) külvati vahekultuure ning kolmandas (Mahe II) kasutati peale vahekultuuride ka komposteeritud veisesõnnikut (40 t ha^{-1}).

Fluorestseini diatsetaadi hüdrolüütilise aktiivsuse (FDA) analüüsiks võeti 5–10 cm sügavuselt 500 grammised mullaproovid. Täpsem FDA määramise metoodika on kirjeldatud Sánchez de Cima (2015a) poolt avaldatud artiklis.

Saadud andmete statistilise töötlemisel kasutati dispersioonanalüüsi (ANOVA) ning Tukey HSD testi, $p < 0,05$.

■ Tulemused ja arutelu

Mulla mikrobioloogilist aktiivsust määrati hüdrolüütilise aktiivsuse ja mulla mikroobse hingamise kaudu, mida mõõdetakse CO_2 eraldumisega (Tejada jt, 2008).

Aastal 2013 ilmnes hüdrolüütilise aktiivsuse kasvu tendents, kuid aastatel 2014–2015 usutavad erinevused puudusid ($p > 0,05$) (tabel 1). Kõrgem mikroobne aktiivsus esines maheviljelussüsteemi muldades. Aastate 2012–2015 keskmistest nähtub, et kõrgeim FDA esines Mahe II süsteemis ($p < 0,05$) (joonis 1), kus peale haljasväetiste kasutati ka sõnnikut. Sánchez de Cima jt (2015b) on leidnud, et kergesti laguneva orgaanilise väetise mulda lisamisel suurenevad mullas mikroobsed ning seega ensümaatilised protsessid. Tejada jt (2008) leidsid, et orgaanilise aine mitmekesisusel on positiivne mõju mulla mikroobide elustikule. Erinevate umbrohtudega mulda lisatud biomass võib ergutada mulla mikrobioloogilist aktiivsust. Ka meie katses tuli see hästi ilmsiks: mahesüsteemides kus umbrohtude biomass oli suurem ning umbrohuliike rohkem kui tavasüsteemides, oli mikroobide aktiivsus suurem kui tavasüsteemides.

Keskmine hüdrolüütiline aktiivsus aastatel 2012–2015 oli kõige madalam Tava I süsteemis (joonis 1). Selles süsteemis kasutati umbrohtude kontrolli all hoidmiseks herbitsiide ning mulda tagastati oluliselt vähem taimejäänuseid kui teistes süsteemides. Bajwa (2014) on leidnud, et paljud herbitsiidid jäävad mullas väga

Tabel 1. Mulla mikroobne hüdrolüütiline aktiivsus (μg fluorestseini g^{-1} kuiva mulla kohta h^{-1}) 2012., 2013., 2014. ja 2015. aasta kevadel viies viljelussüsteemis

Variant	2012	2013	2014	2015
Mahe 0	49,8±0,5 Ba	55,4±0,5 BCb	53,9±0,8 Bb	54,2±0,9 Bb
Mahe I	51,6±0,6 BCa	56,9±0,5 Cb	55,3±1,0 BCb	58,6±1,3 CDb
Mahe II	52,7±0,5 Ca	59,8±0,5 Db	58,4±1,2 Cb	59,3±1,2 Db
Tava I	43,1±0,7 Aa	48,8±0,6 Ab	48,1±1,2 Ab	46,7±1,2 Aab
Tava II	49,5±0,6 Ba	54,5±0,5 Bb	52,6±1,0 Bb	54,9±0,8 BCb

Trükitähed tähistavad variantide vahelisi usutavaid erinevusi ühe aasta puhul (Tukey HSD, $p < 0,05$)

Kirjatähed tähistavad usutavaid erinevusi ühes väetusvariandis kõigi aastate puhul (Tukey HSD, $p < 0,05$)

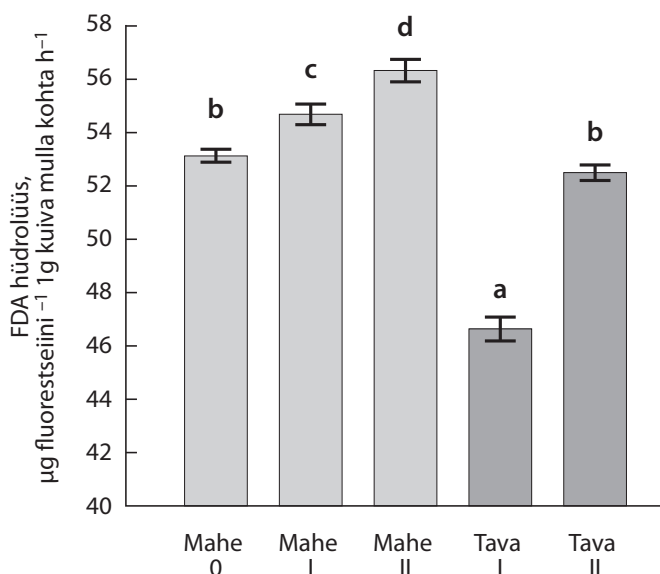
Mahe 0 – viieväljaline külvikord, Mahe I – viieväljaline külvikord + talvised vahekultuurid,

Mahe II – viieväljaline külvikord + talvised vahekultuurid + kompostitud sõnnik,

Tava I – ilma väetiseta, Tava II – lisatud mineraalset lämmastikku.

Joonis 1. FDA hüdrolüütiline aktiivsus (aastate 2012–2015 keskmine) kevadel. Tukey HSD, ($p < 0,05$). Vearivad joonisel tähistavad \pm standardviga.

Mahe 0 – viieväljaline külvikord
 Mahe I – viieväljaline külvikord + talvised vahekultuurid
 Mahe II – viieväljaline külvikord + talvised vahekultuurid + kompostitud sõnnik
 Tava I – ilma väetiseta
 Tava II – lisatud mineraalset lämmastikku



stabiilseteks ning tänu sellele väheneb märkimisväärselt mikroorganismide hulk risosfääris. Sánchez de Cima (2015b) poolt tehtud uurimus näitas, et Tava I süsteemis oli muld, võrreldes teiste süsteemidega, kõige happelisem, mis samuti võis mõjutada mikroobide aktiivsust mullas. Kuigi Tava II süsteemis kasutati samuti herbitsiide, on FDA näitajatel tõusev tendents läbi aastate. Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et suurem osa mikroobide populatsioonidest kasutavad oma elutegevuseks mullas leiduvat süsinikku, süsivesikuid ning tärklisi. Kuna Tava II süsteemis oli saagitase kõrgem ja seega ka tagastatava orgaanilise aine hulk suurem, siis oli selles süsteemis ka FDA kõrgem. Seega, varustades mulda mitmekesise orgaanilise ainega (nt haljasväetised, umbrohtude biomass, sõnnik) väheneb taimekaitsevahendite mõju mulla elustikule ja suureneb mulla mikrobioloogiline aktiivsus (Oldare jt, 2008; Oldare jt, 2011; Tejada jt, 2008). Peale selle, suurem biomass võimaldab rikastada mulda toitainetega.

■ Järeldused

Mitmekesise orgaanilise aine lisamine mulda parandab oluliselt mulla kvaliteeti ning suurendab mikrobioloogilist aktiivsust. Antud uurimustöö tulemused näitavad hüdrolüütilise aktiivsuse tõusu tendentsi kõigis süsteemides, kuid hüdrolüütiline aktiivsus oli kõrgem maheüsteemides tänu mulda küntud orgaanilisele biomassile (haljasväetised, umbrohtude biomass ning sõnnik). Kõige kõrgem FDA näit mõõdeti Mahe II süsteemis, kuna seal oli mulda küntud orgaanilise väetise hulk ja mitmekesisus kõige suurem. Madalaim FDA näit oli Tava I süsteemis, mille põhjuseks olid väga madalad ja ühekülgised sisendid orgaanilise aine näol, erinevate taimekaitsevahendite kasutamine ning mulla madal pH. Katsetulemused näitasid, et rohke orgaanilise aine mulda viimine vähendab taimekaitsevahendite negatiivset mõju mulla mikroorganismidele.

Tänuavaldused

Uurimus on valminud ERA-NET CORE ORGANIC FertilCrop, Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekti 8-2/P13001PKTM ning Haridus- ja Teadusministeeriumi IUT36-2 toel.

Kasutatud kirjandus

- Bajwa, A.A. 2014. Sustainable weed management in conservation agriculture. *Crop Protection*, 65, 105–113.
- FAO, 2014. *World reference base for soil resources 2014*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps World Soil Resources Report 106. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, pp. 181.
- Geisseler, D., Scow, K.M. 2014. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 54–63.
- Hernández Plaza, E., Navarrete, L., González-Andújar, J.L. 2015. Intensity of soil disturbance shapes response trait diversity of weed communities: The long-term effects of different tillage systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 207, 101–108.
- Liu, L., Greaver, T.L. 2010. A global perspective on belowground carbon dynamics under nitrogen enrichment. *Ecology Letters*, 13, 819–828.
- Odlare, M., Arthurson, V., Pell, M., Svensson, K., Nehrenheim, E., Abubaker, J. 2011. Land application of organic waste – Effects on the soil ecosystem. *Applied Energy*, 88, 2210–2218.
- Odlare, M., Pell, M., Svensson, K. 2008. Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste Management*, 28: 1246–1253.
- Rose M.T., Cavagnaro, T.R., Scanlan, C.A., Rose, T.J., Vancov, T., Kimber, S., Kennedy, I.R., Kookana, R.S., Van Zwieten, L. 2016. Impact of Herbicides on Soil Biology and Function. *Advances in Agronomy*, 136, 133–220.
- Sánchez de Cima, D., Reintam, E., Tein, B., Eremeev, V., Luik, A. 2015a. Soil Nutrient Evolution during the First Rotation in Organic and Conventional Farming Systems. *Communication in Soil Sciences and Plant Analysis*, 46 (21), 2675–2687.
- Sánchez de Cima, D., Tein, B., Eremeev, V., Luik, A., Kauer, K., Reintam, E., Kahu, G. 2015b. Winter cover crop effects on soil structural stability and microbiological activity in organic farming, *Biological Agriculture & Horticulture*, DOI: 10.1080/01448765.2015.1130646
- Talgre, L., Eremeev, V., Reintam, E., Tein, B., Sanchez de Cima, D., Madsen, H., Alaru, M., Luik, A. 2015. Talvised vahekultuurid parandavad mulda ja kultuuride saagikust. *Agronomia 2015*, M. Alaru, A. Astover, K. Karp, R. Viiralt, A. Must (Toim.), Tartu: Ecoprint, 40–44.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garcia-Martinez, A.M., Parrado, J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technology*, 99, 1758–1767.