

Punase ristiku kasvatamise mõju mulla üldlämmastiku sisaldusele erinevates viljelusviisides

Jaan Kuht, Viacheslav Eremeev, Liina Talgre, Maarika Alaru

Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetool

Abstract. Kuht, J., Eremeev, V., Talgre, L., Alaru, M., Luik, A. 2020. The effect of the cultivation of red clover on the content of total nitrogen in different farming systems. – Agronomy 2020.

The experiments were carried out during 2014–2018. There were 5 crops in rotation: red clover, winter wheat, pea, potato and barley undersown (us) with red clover. There were 5 cultivation systems in the experimental setup: 2 conventional systems with chemical plant protection and mineral fertilizers; 3 organic systems which included winter cover crops and farm manure. The aim of the present research was to study the effect of cultivating red clover on the soil total nitrogen (N_{tot}) content. The cultivation of red clover had a positive effect on the N_{tot} content in both farming systems. The content of total nitrogen in the soil of organic systems was higher (18.5% after barley undersown with red clover, 17.1% after red clover, 14.3% after winter wheat), compared to the conventional systems with mineral fertilizers and plant protection. Comparing the unfertilized organic and conventional plots it was observed that the soil where pesticides (incl. glyphosates) were used, the content of total soil nitrogen (N_{tot}) was lower by 10.6–24.0%, compared to the organic treatments with no pesticides.

Keywords: cropping systems, organic farming, winter wheat, red clover, soil total nitrogen (N_{tot})

Sissejuhatus

Taimekasvatuse tava ja maheviljeluse süsteemides sõltub eelkõige mulla viljakusest, mida saab parandada õige külvikorra valiku ja sõnniku ning haljasväetiste kasutamise teel (Rasmussen *et al.*, 2006). Oluline on ka mulla mikroobide aktiivsuse suurendamine. On märgatud mineraalse lämmastiku lihtsamat kättesaadavust mineraalväetistest võrreldes orgaanilisest aineist vabaneva lämmastikuga mahe süsteemides. See on ka üheks põhjuseks, miks tavatootmises on saagid kõrgemad kui mahetootmises (Alaru *et al.*, 2017). Mahetootmises suurendavad saagikust ja kvaliteedinäitajaid külvikorras olevad liblikõielised ja talvised vahekultuurid ning lisatav sõnnik (Talgre *et al.*, 2013). Varasemalt on meil uuritud mulla bioloogiliste ja agrokeemiliste näitajate (mulla mikroobide aktiivsus, C_{org}, N_{tot}, jt) muutumist mahe ja tavaviljeluses talinisul (Eremeev *et al.*, 2019a), kartulil (Eremeev *et al.*, 2019b; 2020), odra alla külvatud punase ristikul (Kuht *et al.*, 2018; 2019a; 2019b) ning punasel ristikul (Kuht *et al.*, 2019c). Kõik need uurimused on kinnitanud maheviljeluses kasutatud meetmete eeliseid tavaviljeluse ees. Veel paljudest avaldatud uuringutest ilmneb, et liblikõielised on mahetootmises kõige olulisem lämmastikuallikas (Fuchs *et al.*, 2008) ja nende kasvatamine on positiivse mõjuga järgnevat põllukultuuride saagile (Böhm, 2007; Loes *et al.*, 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 kasvav ristik toimivad ühteagu kui elusmultsid (Miura, Watanabe, 2002), ning toitainete leostumist takis-

tavad püüdurtaimed (Alvenäs, Marstorp, 1993). Eesti kliima tingimustes lagunevad liblikõieliste haljasväetiskultuuride (sh punane ristik) jäänused mullas suhteliselt aeglaselt ja avaldavad külvikorras positiivset mõju veel teisel ja kolmandal aastal (Talgre *et al.*, 2017). Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada punase ristiku kasvatamise mõju mulla üldlämmastiku (Nüld) muutustele nii talviste vahekultuuride ja sõnnikuga maheviljelussüsteemides kui ka keemilise taimekaitse ja mineraalväetisega tavaviljeluses.

Materjal ja meetodika

Eesti Maaülikooli Rõhu Katsejaama katsepõllule Eerikal rajati 2008. a. 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 *et al.*, 2002), lõimiselt kerge liiv-savi huumuskihi tusedusega 20–30 cm (Reintam ja Köster, 2006).

Katsed rajati neljas korduses, katselappide suurus oli 60 m². Käesolevas töös kasutatakse perioodil 2014–2018. a kogutud andmestikku. Uurimise all oli odra (sort 'Anni') alla külvatud punase ristiku (sort 'Varte') ja sellele järgnevate punase ristiku ning talinisu (sort 'Fredis') kasvualade mulla üldlämmastiku (Nüld) sisaldus.

Kultuure kasvatati kahes erinevas viljelussüsteemis: traditsiooniline, milles kasutati mineraalväetisi ja ka keemilisi taimekaitsevahendeid ning mahe, milles kasutati haljasväetist talvise vahekultuuri näol ning lisaks anti veel komposteeritud laudasõnnikut.

Tavaviljeluse süsteemis Tava 0 ei väetatud, kuid tehti keemilist taimekaitset. Tavasüsteemis Tava I, anti allakülviga odrale ja talinisu 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 umbrohetõrjel kasutati Sekator WG normiga 0,15 l ha⁻¹. Seenhaiguste tõrjeks odral ja talinisu 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. Mahe-süsteemides Mahe I ja Mahe II külvati kohe pärast kartuli koristust talviseks vahekultuuriks (enne ristiku allakülviga otra) talirukis, mis künti kevadel mulda haljasväetiseks. Proovid lämmastikisisalduse määramiseks võeti igal kevadel enne mullaharimistöde algust (aprilli lõpp) 20 cm sügavusest mullakihist. Katsetelt võetud mulla üldlämmastiku sisaldus määrati Kjeldahli meetodil (Procedures for Soil Analysis, 2005).

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.

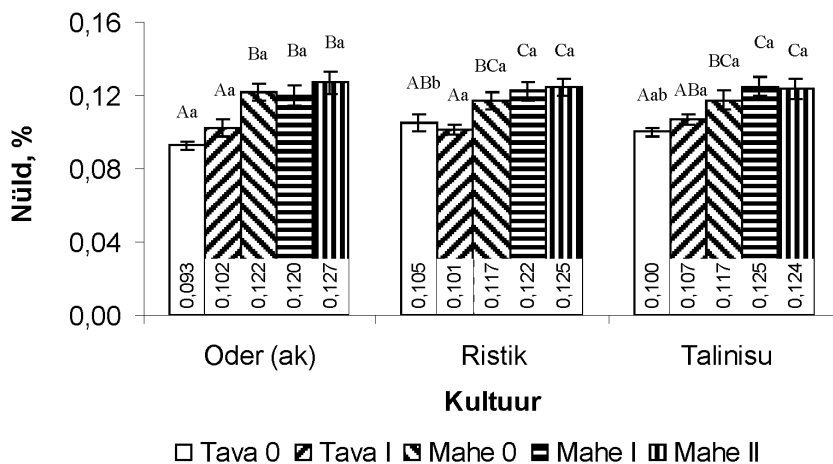
Tulemused ja arutelu

Maheviljelussüsteemide (Mahe I ja Mahe II, joonis 1) mullas olid üldlämmastiku sisalduse näitajad võrreldes tavaviljeluse süsteemiga usutavalt kõrgemad. 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 1).

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

Tava 0 ja Mahe 0 erinesid katses teineteisest vaid selle poolest, et neist esimeses kasutati keemilisi taimekaitsevahendeid, teises aga mitte. Tava 0 mullas olid üldlämmastiku sisalduse näitajad ristiku allakülviga odra järgselt 24,0%, ristiku järgselt 10,6% ja talinisu järgselt 14,8% võrra väiksemad kui Mahe 0 süsteemis (joonis 1). Ristiku (ak) järgse Tava 0 mulla Nüld sisaldus suurenes ristiku sissekünni järgselt 12,9% võrra, kuid vähenes uuesti talinisu koristamisele järgnenud kevadistes mullaproovides 5,4% võrra, 7,5%-ni (joonis 1).

Kuivõrd mõlemal väetamata alal (Tava 0 ja Mahe 0) olid taimede toitumistingimused võrdsed, kuid Tava 0 korral kasutati pestitsiide, siis viitavad need numbrid võimalusele, et kultuuride kasvukoha mulla üldlämmastiku sisalduse vähenemise põhjustas keemiliste taimekaitsevahendite kasutamine. Roundup Flexiga tehtud talinisu koristusjärgne umbrohutõrje võib vähendada mulla mikroobide tegevust lämmastiku vabastamisel. Seda on tõestanud Kremer ja Means (2009), kes leidsid, et mulla risosfääri sattunud glüfosaat mõjutab mikroorganismide bioloogiat ja ökoloogiat ning nende koostoimet taimejuurtega. Mulla bioloogiliste protsesside pärsimisel väheneb orgaaniliste ainete lagunemine ja seejärel toitainete eraldumine (Thornton *et al.*, 2010).



Joonis 1. Mulla üldlämmastiku sisaldus (Nüld, %) mahe ja tavasüsteemide mullas odra (ak), ristiku ja talinisu järgselt 2014–2018 aastate keskmisena. Erinevad suured tähed märgivad statistiliselt olulist erinevust viljelusviiside vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$). Erinevad väiksed tähed märgivad statistiliselt olulist erinevust kultuuride vahel (Fisher LSD test, $p < 0,05$). Vertikaaljooned joonisel näitavad standardviga.

Väetamata Mahe 0 aladel seevastu erilist lämmastikusisalduse muutust uurimisaluste kultuuride lõikes ei toimunud, kui mitte arvestada väikest, 4,1% Nüld sisalduse langust ristiku ja talinisu järel võrreldes punase ristiku allakülviga.

Kokkuvõte

Maheviljelussüsteemide (Mahe I ja Mahe II) mullas olid üldlämmastiku sisalduse näitajad võrreldes tavaviljeluse süsteemiga Tava I odra alla külvatud ristiku järgselt vastavalt 17,4% ja 18,5%, ristiku järgselt 10,6% ja 17,1% ning talinisu järgselt 14,3% ja 13,5% võrra suuremad. Samas usutav erinevus kasvatatud kultuuride vahel puudus. Tava 0 mullas olid üldlämmastiku sisalduse näitajad ristiku allakülviga odra järgselt 24,0%, ristiku järgselt 10,6% ja talinisu järgselt 14,8% võrra väiksemad kui Mahe 0 süsteemis. Ristiku kasvatamine tõstis Tava 0 ala Nüld sisaldust, kuid ilmnes tendents, kus pärast talinisu kasvatamist hakkab mullas üldlämmastiku sisaldus jälle vähenema.

Tänuavaldused

Uurimistööd on valminud ERA-NET Core organic projekti FertilCrop ja Eesti Maaülikooli projekti P180273PKTT toel.

Kasutatud kirjandus

- Alaru, M., Talgre, L., Luik, A., Tein, B., Eremeev, V., Loit, E. 2017. Barley undersown with red clover in organic and conventional systems: nitrogen aftereffect on legume growth. – *Zemdirbyste-Agriculture* **104** (2), 131–138.
- Alvenäs, G., Marstorp, H. 1993. Effect of a ryegrass catch crop on soil inorganic N content and simulated nitrate leaching. – *Swedish Journal of Agricultural Research* **23**, 3–14.
- Böhm, H. 2007. Effect of a white clover underseed in oil seed rape on yield of the following crop wheat. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T. Valle Zarate, A. (eds.): – *Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. Band 1. Verlag Dr. Köster, Berlin, pp. 153–156.
- Eremeev, V., Kuht, J., Talgre, L., Alaru, M., Madsen, H., Loit, E., Luik, A. 2019a. Talinisu kasvuala mulla orgaanilise süsiniku, mikroobide aktiivsuse ja lämmastiku sisaldus erinevates viljelussüsteemides. Metspalu, L., Luik, A. (Toim.). – *Teaduselt mahepõllumajandusele*. Tartu: SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, lk. 15–21.
- Eremeev, V., Kuht, J., Tein, B., Talgre, L., Alaru, M., Runno-Paurson, E., Mäeorg, E., Loit, E., Luik, A. 2019b. Kartuli kasvatamise mõju mulla mikrobioloogilisele aktiivsusele ja orgaanilise süsiniku ning lämmastiku sisaldusele erinevates viljelusviisides. Tupits, I., Tamm, S., Tamm, Ü., Toe, A. (Toim.). – *Agronomia* 2019 lk. 29–36.
- Eremeev, V., Talgre, L., Kuht, J., Mäeorg, E., Esmaeilzadeh-Salestani, K., Alaru, M., Loit, E., Runno-Paurson, E., Luik, A. 2020. 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 and Plant Science* **70** (1), 87–94.
- 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. – *16th IF-OAM Organic World Congress*. Modena, Italy.
- Kremer, R.J., Means, N.E. 2009. Glyphosate and glyphosate resistant crop interactions with rhizosphere micro-organisms, – *European Journal of Agronomy* **31**, 153–161.
- 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. Alaru, M. (Toim.). – *Agronomia* 2018 lk. 8–14.
- Kuht, J., Eremeev, V., Talgre, L., Alaru, M., Loit, E., Mäeorg, E., Esmaeilzadeh-Salestani, K., Luik, A. 2019a. Changes in the soil microbial hydrolytic activity and the content of organic carbon and total nitrogen by growing spring barley undersown with red clover in different farming systems. – *Agriculture* **9** (7).
- Kuht, J., Eremeev, V., Alaru, M., Talgre, L., Loit, E., Luik, A. 2019b. Muutused mulla mikroobide hüdrofüütilises aktiivsuses ja lämmastiku sisalduses punase ristiku allakülviga odra kasvatamisel. Tupits, I., Tamm, S., Tamm, Ü., Toe, A. (Toim.). – *Agronomia* 2019 lk. 22–28.
- Kuht, J., Eremeev, V., Talgre, L., Alaru, M., Loit, E., Luik, A. 2019c. Punase ristiku mõju mulla orgaanilise süsiniku ja üldlämmastiku sisaldusele ning mikroobide aktiivsusele mahe- ja tavaviljeluses. Metspalu, L., Luik, A. (Toim.). – *Teaduselt mahepõllumajandusele* Tartu: SA Eesti Maaülikooli Mahekeskus, lk. 64–69.
- 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).

- Marstorp, H., Kirchmann, H., 1991. Carbon and nitrogen mineralization and crop uptake of nitrogen from six green manure legumes decomposing in soil. – *Acta Agriculturae Scandinavica* **41** (3), 243–252.
- Miura, S., Watanabe, Y. 2002. Growth and yield of sweet corn with legume living mulches. – *Japanese Journal of Crop Science* **71** (1), 36–42.
- Newman, M.M., Hoilett, N., Lorenz, N., Dick, R.P., Liles, M.R., Ramsier, C., Kloepper, J.W. 2016. Glyphosate effects on soil rhizosphere-associated bacterial communities – *Science of the Total Environment* **543**, 155–160.
- Procedures for Soil Analysis, 2002. Sixth edition. Compiled and edited by L.P. Van Reeuwijk, ISRIC-FAO International soil reference and information centre, Wageningen, 119 p.
- Rasmussen, I.A., Askegaard, M., Olesen, J.E. 2006. The Danish organic crop rotation experiment for cereal production 1997–2004. In: Raupp, J., Pekrun, C., Oltmanns, M. and Köpke, U. (Eds.) – *Long-term Field Experiments in Organic Farming. ISOFAR Scientific Series*. Verlag Dr. Köster, pp. 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** (1), 99–209.
- Reeuwijk, L.P. van. (ed.) 2005. Procedures for Soil Analysis. 5th edn. Wageneningen, 112 pp.
- Talgre, L., Eremeev, V., Alaru, M., Tein, B., Kuht, J., Luik, A. 2013. Crop yield and yield quality depending on the cultivating system. – *Science for organic farming 2013* pp. 93–97 (in estonian).
- 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.