

Yhdyskuntajäteperäiset orgaaniset lannoitevalmisteet ravinnelähteenä – tuloksia syys- ja kevätiljan peltokokeilta

Tiina Tontti¹⁾, Arjo Kangas²⁾ ja Merja Högnäsbacka²⁾

¹⁾MTT Kasvintuotannon tutkimus, Lönnrotinkatu 3, 50100 Mikkeli, tiina.tontti@mtt.fi

²⁾MTT Kasvintuotannon tutkimus, Alapääntie 104, 61400 Ylistaro, arjo.kangas@mtt.fi,
merja.hognasbacka@mtt.fi

Yhdyskunnissa syntynyttä orgaanista biojätettä ja puhdistamolietettä prosessoidaan biologisesti kompostoidulla ja mädättämällä. Lannoitevalmistesäädösten mukaisia maanparannuskomposteja ja kuivarakeita hyödynnetään kasvintuotannossa. Orgaaniset lannoitevalmisteet sisältävät yleensä runsaasti kokonaisfosforia mikäli niiden raaka-aineena on puhdistamolietettä. Typpisisältö on usein alhaisempi ja se vaihtelee suuresti prosessoinnin mukaan. Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden typen hyödyntämistä tarkastellaan lehtivihreän ja jyvän N-sadon kautta kolmella viljakokeella. Lisäksi tarkastellaan kevätiljan sadonkorjuun jälkeen mitattua peltomaan viljavuus-P:n ja liukoisen N:n määrää.

Keskitettyjen käsittelylaitosten tuottamia lannoitevalmisteita käytettiin viljan lannoitteena ympäristötuen ehtojen ja ravinnerajoitusten mukaan kolmella viljakokeella. Ohra lannoitettiin maanparannuskompostilla ja ruis termisellä kuivarakeella. Kevätvehnä lannoitettiin puhdistamolietteestä valmistetulla maanparannuskompostilla tai kuivarakeella. Käytetyt lannoitevalmisteet sisälsivät puhdistamolietettä, joten niiden kokonaisfosforista 40 % laskettiin kasveille käyttökelpoiseksi. Annostelussa käytettiin P:n varastolannoitusta ja lisätty liukoinen N tasattiin vaihtoehtoisille tasoille.

Ohranjyvän N-sato oli yli 100 kg/ha kun helppoliukoista N:ä annettiin vähintään 70 kg/ha. Tätä suuremmalla N-lannoituksella ohran N-sato ei enää noussut. Kasvuston lehtivihreä noudatti keväällä annettua liukoisen N:n määrää. Maan viljavuus-P ja liukoisen N:n määrä olivat sadonkorjuun jälkeen samalla tasolla kaikilla lannoituksilla. Lannoitetun rukiin tuottama jyvän N-sato oli 120–130 kg/ha, ja lannoittamaton N-sato oli 100 kg/ha. Rukiin lehtivihreätaso riippui keväällä annettusta N-lannoituksesta. Sadonkorjuun jälkeen pintamaan nitraattimäärä oli suurimmillaan 9,7 kg/ha. Pintamaan P-pitoisuus oli ruiskokeen kaikilla lannoituksilla 13–15 mg/l. Vehnäkokeella lisättiin raelannoituksilla liukoista N:ä yhteensä 70 tai 90 kg/ha (rae + mineraalilannoite) ja jyväsato oli 2600–2900 kg/ha. Tämä vastasi kontrollilannoitusten 80 tai 110 kg N/ha tuottamaa jyväsatoa. Kompostilannoituksilla lisättiin liukoista N:ä myös yhteensä 70 tai 90 kg/ha. Tällöin jyväsato 2300–2500 kg/ha oli kontrollilannoitusten 50 ja 80 kg N/ha välillä. Raelannoituksella kasvuston lehtivihreä oli suurimman kontrollilannoituksen kanssa samalla tasolla kasvukauden lopulla, muilla lannoituksilla lehtivihreätaso oli alhaisempi.

Kevätiljan lannoituksessa orgaanisella lannoitevalmisteella on mahdollista korvata 20–40 kg/ha mineraalitypeä, mutta välitön lannoitusvaikutus riippuu tuotteen ominaisuuksista ja kasvuolosuhteista. Yhdyskuntajätepohjaisen kompostin lannoitusvaikutus on usein heikompi kuin kuivarakeen. Kompostin hajoamisaste on korkea, kun taas terminen rakeistusprosessi voi haihduttaa suuren osan materiaalin sisältämästä ammoniumtypestä. Etenkin puhdistamolietepohjaiset raetuoitteet voivat toimia hyvinä fosforin lähteenä.

Asiasanat

maanparannuskomposti, kuivarae, puhdistamoliete, yhdyskuntajäte, kevätilja, syysvilja, lehtivihreä, typpisato, viljavuusfosfori

Johdanto

Yhdyskunnissa syntynyttä orgaanista biojätettä ja puhdistamolietettä prosessoidaan biologisesti kompostoimalla ja mädättämällä. Kun materiaaleista valmistetaan lannoitevalmistesäädösten mukaisia tuotteita, niitä voidaan hyödyntää kasvintuotannossa. Mädätetystä puhdistamolietteestä ja biojätteestä tuotteistetaan käsittelylaitoksilla lannoitevalmisteita esimerkiksi kompostoimalla tai termisesti rakeistamalla. Orgaaniset lannoitevalmisteet sisältävät yleensä runsaasti fosforia mikäli niiden raaka-aineena on puhdistamolietettä. Orgaanisten lannoitevalmisteiden typpisisältö on usein alhainen, mutta se myös vaihtelee suuresti prosessoinnin mukaan.

Tarkastelemme puhdistamolietepohjaisissa lannoitevalmisteissa lisätyn typen hyödyntämistä kasvuston lehtivihreän ja jyvän typpisadon kautta. Lisäksi tarkastellaan peltomaan viljavuusfosforin pitoisuuksia ja pintamaakerroksen sisältämää typpimäärää sadonkorjuun jälkeen kolmella viljakokeella Etelä-Pohjanmaalla ja Etelä-Savossa.

Aineisto ja menetelmät

Yhdyskuntien orgaanista jätettä käsittelevien laitosten mädätysjäännöksestä valmistettuja lannoitevalmisteita käytettiin viljan lannoitteena ympäristötuen ehtojen ja ravinteiden käyttörajoitusten mukaan. Etelä-Pohjanmaalla viljelykasveina oli ohra (lajike Edvin) ja ruis (lajike Reetta), joita lannoitettiin maanparannuskompostilla tai termisesti valmistetulla kuivarakeella. Etelä-Savossa viljelykasvina oli kevävehnä (lajike Anniina), jota lannoitettiin puhdistamolietteestä valmistetulla maanparannuskompostilla tai hygienisoidulla kuivarakeella. Koska käytetyt lannoitevalmisteet sisälsivät puhdistamolietettä, niiden sisältämästä kokonaistypen osasta 40 % laskettiin kasveille käyttökelpoiseksi ympäristötuen lannoitusoppaan mukaisesti. Lannoitukset tehtiin tuoteselosteiden perusteella ja eristä analysoitiin levitysajankohdan todelliset ravinnepitoisuudet.

Ohran kevätlannoituksessa käytettiin maanparannuskompostin ja mineraalilannoitteen eri suhteita (maalaji multava hiue). Maanparannuskompostissa lisättiin 80, 60 tai 45 % käytetystä kokonaistypestä. Mineraalilannoitteessa lisätty liukoinen typpi oli vastaavasti 20, 40 tai 55 % käytetyn kokonaistypen yhteismäärästä. Suurin kompostin käyttömäärä oli 25 t/ha ja pienin 13 t/ha. Peltolohkolla fosforin viljavuusluokka oli välttävä (max 22 kg/ha/v), joten kompostilannoitus täytti erätietojen perusteella fosforin varastolannoituksen pisimmillään 3,2 vuoden ja lyhimmillään 1,6 vuoden ajalle. Kypsä komposti oli fosforilannoite (3,5 kg kokP/tn) ja hidaskaikuteisen orgaanisen typen lähde (5,1 kg kokN/tn), mutta liukoista typpeä kompostissa oli käyttöhetkellä vain 0,2 kg tonnissa. Maanparannuskomposti levitettiin pellon pintaan ja muokattiin kylvölannoittimella pintakerrokseen. Mineraalilannoitteet levitettiin kylvölannoittimella kylvön yhteydessä.

Syysrukiille lisättiin syyskylvön yhteydessä raelannoituksella suurin mahdollinen fosforin varastolannoitus (60 kg P/ha/5 vuotta, P tyydyttävä, hiesuinen savi). Tällöin syksyn liukoisen typen tavoitteesta täyttyi 19 kg ja loppu annettiin raeruuduille mineraalilannoitteena, liukoisen typen tasoon 30 kg/ha asti. Vertailulannoituksena oli normaali NPK-lannoitus syksyllä (30-12-35) sekä lannoittamaton kontrolli. Kevätlannoituksessa rukiille lisättiin 0, 50 tai 100 kg typpeä hehtaarille. Syksylevityksessä enintään 2,5 % rakeen sisältämästä kokonaistypestä (32 kg kokN/tn) oli todellisuudessa liukoista ja rakeen fosforipitoisuus oli 26 kg kokP/tn. Raelannoitus levitettiin pellon pintaan ja muokattiin kylvölannoittimella pintakerrokseen. Mineraalilannoitteet levitettiin kylvölannoittimella.

Kevävehnäkoelannoitettiin mädätetystä puhdistamolietteestä valmistetulla kompostilla tai termisesti pelletöidyllä rakeella (runsasmultainen hiekkainen karkea hieta). Suurin käyttömäärä oli fosforin varastolannoituksen (60 kg P/ha/5 v, P tyydyttävä) perusteella 4 tonnia raetta tai 11 tonnia kompostia tuoreaineena hehtaarille. Tällöin kokonaistyppeä lisättiin 125 kg/ha. Rakeessa tuli vesiliukoista typpeä 26 kg/ha ja kompostissa 30 kg/ha, ja liukoinen typpi täydennettiin mineraalilannoitteella tasolle 70 kg/ha. Näin lisätyn typen määrä yhteensä (orgaaninen + liukoisen täydennys) oli 170 kg/ha. Orgaanisten tuotteiden pienempi käyttömäärä asetettiin puoleen maksimitasosta ja liukoinen typpilannoitus täydennettiin tasolle 90 kg/ha. Kaikille käsittelyille lisättiin kaliumia yhteensä 40 kg/ha. Kontrollilannoituksen N-tasot olivat 110, 80 ja 50 kg/ha. Orgaaniset lannoitevalmisteet ja mineraalilannoitteet levitettiin vehnäkokeella pellon pintaan ja muokattiin joustopiikkiäkeellä pintakerrokseen. Kylvö tehtiin muokattuun pintaan.

Lehtivihreämittaukset tehtiin kesä-elokuussa Minolta SPAD-5000 mittarilla koeruuduittain. Sato- näytteet otettiin puidusta viljanjyvistä ja maanäytteet pintamaasta viikon kuluessa sadonkorjuusta. Maanäytteistä analysoitiin ammonium- ja nitraatti-N (2M KCl, tilavuussuhde 1/2,5, 16 tuntia, Skalar, Mulvaney 1996) sekä viljavuusfosfori (HAAc, pH 4,65, 1 tunti) molybdeenisinimenetelmällä (P). Kasvinäytteiden

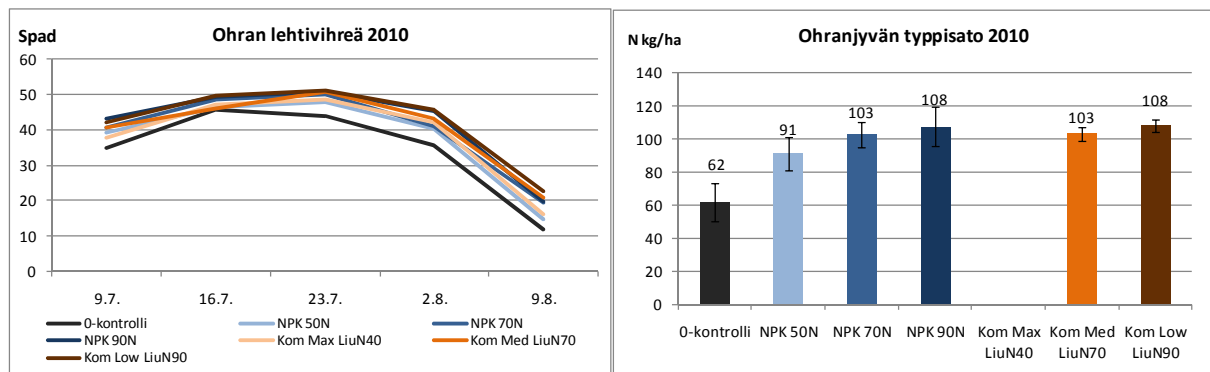
typpipitoisuus määritettiin Leco CN-2000 –hiilityppianalysaattorilla (Dumas-menetelmä). Tilastollinen tarkastelu tehtiin täydellisesti satunnaistettujen lohkojen yleisen sekamallin mukaisesti (Littell ym. 2006), ohjelmistolla SAS Enterprise Guide (versio 4.2, SAS Intitute Inc., Cary, NC, USA). Parittaiset vertailut tehtiin kaksisuuntaisella t-testillä ja oletusten voimassaolo testattiin jäännösten graafisen tarkastelun avulla.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Ohra

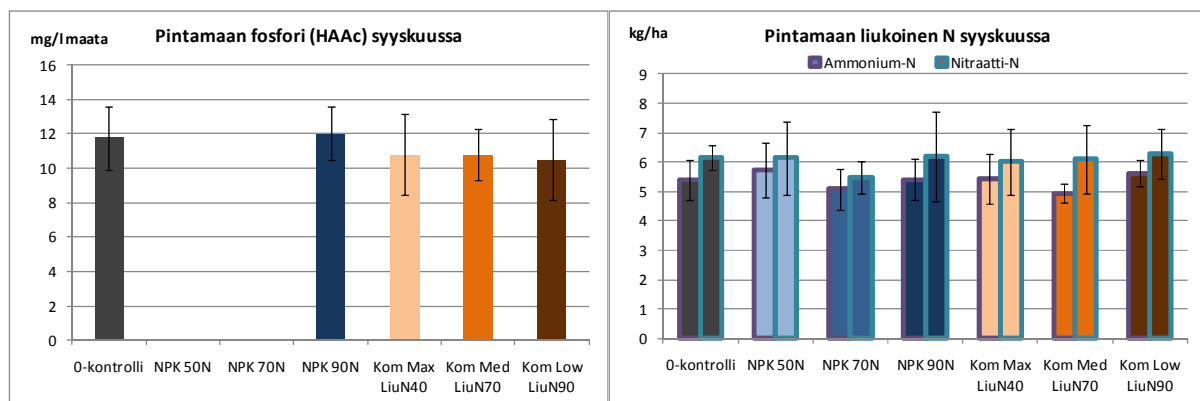
Ohrakoe lannoitettiin keväällä orgaanisen lannoituksen ja mineraalilannoituksen erilaisilla yhdistelmillä. Ohrakasvuston lehtivihreäpitoisuus oli kaikilla lannoitetuilla käsittelyillä lähes aina korkeampi kuin lannoittamattomassa kasvustossa (Kuva 1). Lannoituskäsittelyjen välillä oli puolestaan vain vähäisiä eroja kaikilla mittauskerroilla. Lehtivihreätasot seurasivat lannoituksissa annetun liukoisen typen tasoja, eikä maanparannuskompostissa lisätyn orgaanisen typen vaikutusta voinut selkeästi havaita.

Ohran sadonkorjuussa jyvän typpisato oli yli 100 kg N/ha, kun lannoituksessa oli annettu vähintään 70 kg liukoista typpeä (Kuva 1). Maanparannuskompostin sisältämällä orgaanisella typpellä ei ollut ohran jyvän typpisatoa nostavaa vaikutusta, kun sitä verrataan vastaaviin pelkästään mineraalilannoitteen liukoista typpeä saaneeseen typpisatoon (NPK 70N, NPK 90N). Sekä lannoittamaton kontrolli että NPK 50N-kontrolli tuottivat selkeästi muita lannoituskäsittelyjä pienemmän typpisadon ($p < 0,001$).



Kuva 1. Ohrakasvuston lehtivihreä ja jyväsato vuonna 2010 Etelä-Pohjanmaalla. Orgaanisena lannoituksena käytettiin jälkikompostoitua biokaasulaitoksen puhdistamolietemädätettä kolmella käyttömäärällä (Max, Med, Low), joita täydennettiin mineraalitypellä liukoisen typen tasolle 40, 70 tai 90 kg/ha.

Lannoitusten vaikutusta pintamaan viljavuusfosforin pitoisuuteen ei havaittu kevätlannoitusta seuraavana syksynä. Ohrakokeen pintamaassa viljavuusfosforin pitoisuus oli sadonkorjuun jälkeen kaikilla mitatuilla käsittelyillä välillä 10,5 – 12,0 mg/l (Kuva 2). Sadonkorjuun jälkeen maasta mitattu liukoisen typen (KCl-uuotto) määrä oli kaikilla lannoituksilla samalla tasolla kuin lannoittamattoman peltohehtaarin sisältämä typpimäärä sadonkorjuun jälkeen (Kuva 2). Liukoisen typen yhteismäärä (ammonium + nitraatti-N) sadonkorjuun jälkeen pintamaassa oli 10–12 kg/ha.

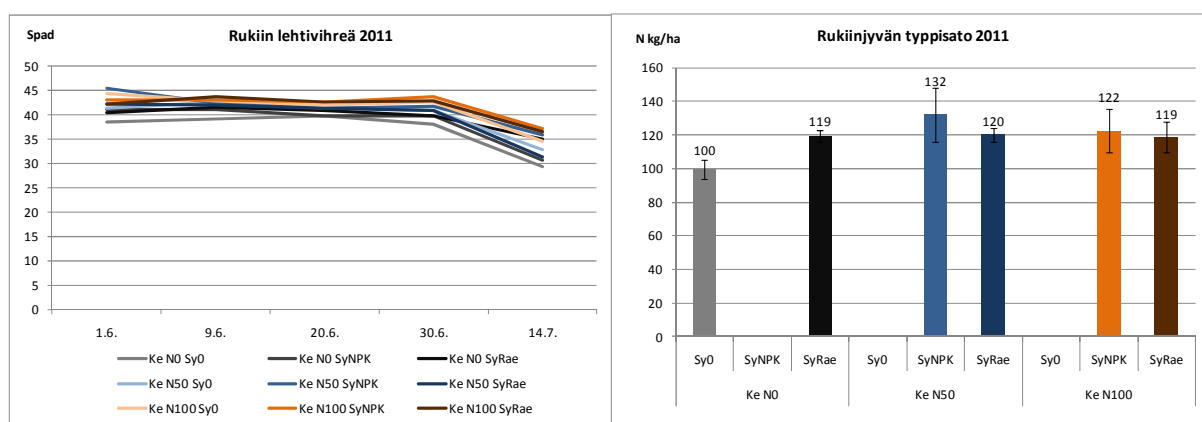


Kuva 2. Viljavuusfosforin pitoisuus (HAAc) ja liukoisen typen määrä (KCl) ohrakokeen pintamaassa sadonkorjuun jälkeen syyskuussa 2010.

Ruis

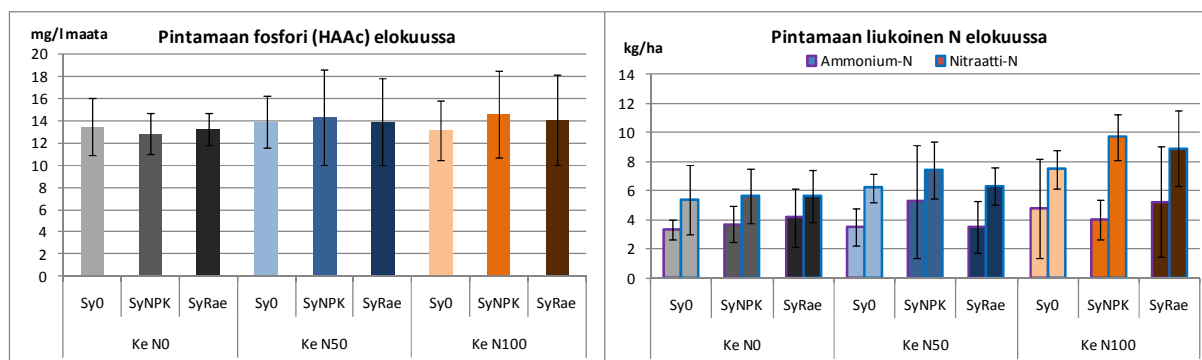
Ruiskoe lannoitettiin syksyllä 2010 kolmella vaihtoehtoisella tavalla, pohjautuen rakeen tai mineraalitypen käyttöön tasattuna 30 kg/ha typpimäärälle tai ilman syyslannoitusta. Keväällä 2011 kullekin syyslannoituksen tasolle lisättiin typpeä kolmella vaihtoehtoisella määrällä (Kuva 3). Ruiskasvuston lehtivihreäpitoisuutta seurattiin kesäkuun alusta lähtien. Kesäkuun alussa ja lopussa lehtivihreäpitoisuus oli korkeimmillaan kevätlannoituksella N100 ja alimmillaan kevätlannoituksella N0. Rukiin kylvön yhteydessä annettu lannoitus ei muuttanut lehtivihreätasoa. Kesäkuun puolivälissä kasvuston lehtivihreä oli tasaista ja tuolloin lannoitusten välillä ei ollut eroja. Viimeisellä mittauksella heinäkuun alkupuolella rukiin lehtivihreä oli korkeimmillaan kontrollilla SyNPK KeN100 (37,3 spad). Syksyllä raelannoitetun ja ilman kevätlannoitusta kasvaneen rukiin lehtivihreä (35,0) oli viimeisessä mittauksessa hyvin lähellä korkeinta NPK-kontrollin arvoa. Täysin ilman lannoitusta viimeisen mittauksen lehtivihreä oli 29,4 (spad).

Rukiin sadonkorjuussa lannoitetun jyvän typpisato oli yli 119–132 kg N/ha. Lannoittamattomassa jyvässä typpisato oli merkittävästi lannoitettua pienempi, 100 kg N/ha ($p < 0,001$, Kuva 3). Rakeen sisältämällä orgaanisella tyypellä ei ollut rukiinjyvän typpisatoa nostavaa vaikutusta, kun sitä verrattiin vastaaviin pelkästään mineraalilannoitteella tuotettuihin typpisatoihin.



Kuva 3. Ruiskasvuston lehtivihreä ja jyväsato (4.8.) vuonna 2011 Etelä-Pohjanmaalla. Orgaanisena lannoituksena käytettiin termisesti pelletöityä biokaasulaitoksen mädätettä (raaka-aineet puhdistamoliete ja biojäte). Syksyllä (Sy) lannoitus oli 0 tai 30 kg liukoista typpeä joko NPK- tai Rae-pohjaisesti. Keväällä (Ke) lisättiin 0, 50 tai 100 kg N/ha.

Lannoituksilla ei ollut vaikutusta pintamaan viljavuusfosforin pitoisuuteen rukiin sadonkorjuun jälkeen syksyllä. Ruiskokeen pintamaassa viljavuusfosforin pitoisuus oli sadonkorjuun jälkeen kaikilla mitatuilla käsittelyillä välillä 13 – 15 mg/l (Kuva 4). Sadonkorjuun jälkeen maasta mitattu nitraattitypen (KCl-uutto) määrä oli korkeimmillaan 9,7 kg/ha mineraalikontrollilla (Sy NPK Ke N100) (Kuva 4). Kun kevätlannoitusta annettiin enintään 50 kg oli nitraattitypen sadonkorjuun aikaan maassa alle 7 kg/ha, lukuun ottamatta pientä kevään kontrollilannoitusta (Sy NPK KeN50). Rakeen syyslannoitus tuotti seuraavana syksynä maahan nitraattitypen määränä 5,6–8,9 kg/ha. Muilla lannoituskäsittelyillä pintamaan nitraattitypen määrät olivat 5,6–9,7 kg/ha ja lannoittamattomassa maassa nitraattityppeä oli 5,4 kg/ha. Pintamaan ammoniumtyypessä ei ollut käsittelyjen välillä eroja, määrä oli 3,4–5,3 kg/ha.

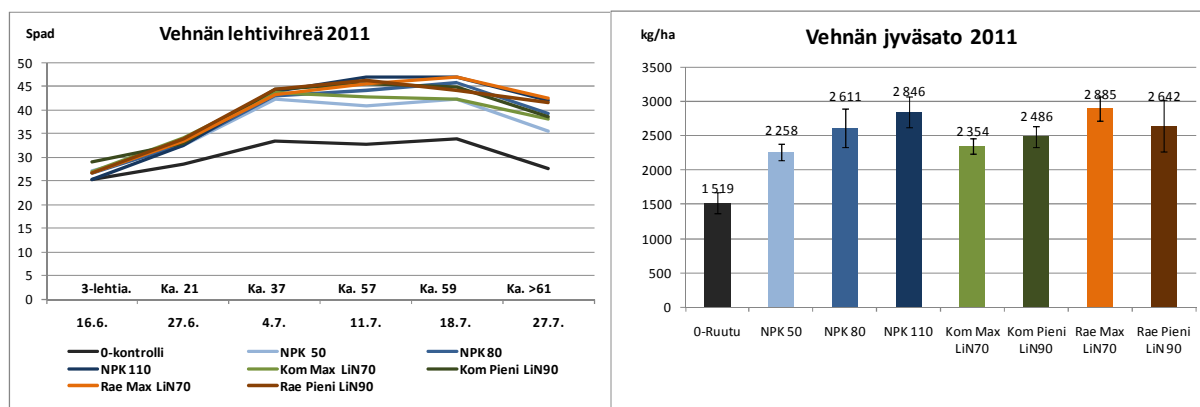


Kuva 4. Viljavuusfosforin pitoisuus (HAAC) ja liukoisen typen määrä (KCl) ruiskokeen pintamaassa sadonkorjuun jälkeen, 9. elokuuta 2011.

Vehnä

Vehnäkoelannoitettiin keväällä 2011 orgaanisen lannoituksen ja mineraalilannoituksen erilaisilla yhdistelmillä. Vertailulannoitukset olivat 0, 50, 80 tai 110 kg N/ha. Vehnäkasvuston lehtivihreäpitoisuus oli kaikilla lannoitetuilla käsittelyillä aina korkeampi kuin lannoittamattomassa kasvustossa, lukuun ottamatta ensimmäistä mittauskertaa kesäkuun puolivälissä (Kuva 5). Lannoituskäsittelyjen välillä erot lehtivihreätasoissa olivat alussa vähäisiä, riippumatta siitä oliko liukoista typpeä annettu 50 vai 110 kg/ha. Heinäkuussa erot lannoitustasojen välillä tulivat selkeämmiksi, ja lehtivihreätaso seurasi selvemmin keväällä annetun liukoisen typen määrää. Kasvukauden lopulla raetuohteella lannoitetun kasvuston lehtivihreä oli samalla tasolla kuin NPK 110-kontrollilla, ja korkeammalla kuin muut lannoitukset ($p < 0,001$). Maanparannuskomposti vaikutti molemmilla käyttötasolla vehnäkasvuston lehtivihreään samoin kuin kontrollit NPK 50 ja NPK 80.

Vehnan jyväsato oli raelannoituksilla yli 2600 kg/ha, mikä oli samalla tasolla kuin kontrollilannoitukset NPK80 ja NPK110 (Kuva 5). Maanparannuskompostin tuottama jyväsato 2300–2500 kg/ha ei poikennut kontrollin NPK50 sadosta (2260 kg/ha). Jyväsato oli kuitenkin kaikilla lannoitusyhdistelmillä suurempi kuin lannoittamattomalla kontrollikäsittelyllä (1520 kg/ha, $p < 0,001$). Vehnänyjvän ravinneanalyysin tuloksia ei ole tällä hetkellä käytettävissä. Muissa kokeissa on havaittu että orgaaninen lannoitus voi nostaa jyvän typpipitoisuutta. Tämä voi tasoittaa sadossa havaittua eroa kompostilannoitetun ja tavanomaisen maksimaalisen mineraalilannoituksen välillä.



Kuva 5. Vehnäkasvuston lehtivihreä ja jyväsato Etelä-Savossa vuonna 2011. Orgaanisena lannoituksena käytettiin kompostoitua puhdistamolietemädätettä tai termisesti rakeistettua puhdistamolietettä kahdella käyttömäärällä (Max, Pieni). Orgaanista lannoitusta täydennettiin mineraalitypellä liukoisen typen tasolle 70 tai 90 kg/ha.

Johtopäätökset

Kevätviljan lannoituksessa orgaanisella lannoitevalmisteella on mahdollista korvata 20–40 kg/ha mineraalityppilannoitusta. Orgaanisen tuotteen välitön lannoitusvaikutus riippuu suuresti tuotteen ominaisuuksista ja kasvuolosuhteista. Yhdyskuntajätteestä tuotetun maanparannuskompostin lannoitusvaikutus on yleensä korkean hajoamisasteen ja alhaisen helppliukoisen typen määrän vuoksi heikko (Lehtonen ym. 2003, Halinen ym. 2007). Kuivarakeen lannoitusvaikutus voi olla yhdyskuntajätekomposteja voimakkaampi, perustuen alhaisempaan hajoamisasteeseen tai mahdollisiin ravinnetäydennyksiin. Terminen rakeistusprosessi voi toisaalta haihduttaa suuren osan materiaalin sisältämästä ammoniumtypestä. Aiemmissä tutkimuksissa yhdyskuntajätteeseen pohjautuvien kompostien sisältämästä kokonaistypestä alle 12 % on hyödynnetty ensimmäisen vuoden kasvisatoon (Tontti ym. 2009). Raetuohteet toimivat tyypillisesti fosforilannoitteina, etenkin jos niiden raaka-aineena on puhdistamolietettä (Tontti ym. 2010). Syysviljalle käytettyjen lietepohjaisen raetuohteen vaikutus maan fosforitasoihin sadonkorjuun aikaan vastaa muita lannoituksia. Raetuohteen vaikutusta syysviljasadon fosforiin tulee tarkastella lisää.

Kirjallisuus

- Halinen, A., Palojärvi, A., Karinen, P., Heinonen-Tanski, H. & Tontti, T.** 2007. Jätekompostit lannoitteena peltoviljelyssä - biologiset ja kemialliset vaikutukset. 2. korjattu painos. Maa- ja elintarviketalous 81: 105 p. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met81a.pdf> Verkkojulkaisu päivitetty 4.10.2007.
- Lehtonen, K., Tontti, T. & Kuisma, M.** 2003. Biojäte- ja lietekompostien käyttömahdollisuudet kasvintuotannossa. Maa- ja elintarviketalous 28: 120 s. + 5 liitettä. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met28.pdf> Verkkojulkaisu päivitetty 4. 7. 2003.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W., Wolfinger, R.D., & Schabenberger, O.** 2006. SAS for Mixed Models, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 814 p.
- Mulvaney, R.L.** 1996: Extraction of exchangeable ammonium and nitrate. Teoksessa: Sparks, D.L. (toim.). Methods of soil analysis: Part 3. Soil Science Society of America Book Series 5. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. s. 1129-1131.
- Tontti, T., Nykänen, A. & Kuisma, M.** 2009. Waste composts as nitrogen fertilizers for forage leys. Agricultural and Food Science. 18: 57-75.
- Tontti, T., Kangas, A. & Högnäsbacka, M.** 2010. Yhdyskuntajätteen ravinteet pellolle ja viheralueelle Määtäte pohjaiset lannoitevalmisteet käytännön kokeissa vuosina 2008–2009. MTT Raportti 10: 57 s. www.mtt.fi/mtrraportti/pdf/mtrraportti10.pdf ISBN 978-952-487-290-4 (verkkojulkaisu). ISSN 1798-6419.