

Orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttö typen lähteenä peltoviljelyssä

Petri Kapuinen ja Tanja Ikäläinen

Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet, 21500 Piikkiö, petri.kapuinen@luke.fi

Tiivistelmä

Orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttöä ohran ja vehnän typen lähteenä tutkittiin kenttäkokeissa Jokioisissa vuosina 2012 – 2014 hietasavella typpilannoituksen tavoitetason ollessa 100 – 120 kg/ha. Kokeiden lannoitevalmisteet olivat pääosin puhdistamolietepohjaisia. Ne luokitellaan puhdistamolietetaustansa takia maanparannusaineiksi, vaikka maanviljelyssä niiden kasvinravitsemuksellinen luonne on hallitseva suhteessa maanparannusvaikutukseen. Typen vaikutus sadonmuodostuksessa on normaaleissa käyttötilanteissa hallitseva muiden ravinteiden vaikutukseen nähden. Kokeissa oli mukana myös sellaisia epäorgaanisia lannoitevalmisteita, joita syntyy biolaitoksissa edellä mainittujen lannoitevalmisteiden valmistuksen ohella.

Tutkimuksen tulosten perusteella eläinperäisistä materiaaleista, muista kuin lannasta, valmistettujen lannoitevalmisteiden, kuten maito- ja lihajauhopohjaisten, typpilannoitusvaikutusta on mielekäämpää tarkastella liukoisen typen annokseen perustuvan tarkastelun lisäksi myös kokonaistyyppipohjaisesti. Näillä tuotteilla satovaste saattaa vastata noin puolta kokonaistypen määrästä nopean ja suuren typen mineralisaation takia. Muiden orgaanisten lannoitevalmisteiden osalta typen satovaste seuraa varsin tarkasti liukoisen typen määrää.

Orgaanisten lannoitevalmisteiden liukoisen typen pitoisuus riippuu voimakkaasti analyysimenetelmästä. Erilaisten orgaanisten lannoitevalmisteiden typpipitoisuus on tyypillisesti vaihteleva, ja typen satovaste on yleensä selvästi voimakas. Siten ravinteiden satovasteista orgaanisia lannoitevalmisteita käytettäessä on mielekkäämpää tarkastella lähinnä vain typen satovastetta. Muita ravinteita käytetään tyypillisesti useamman vuoden keskiarvona, kun liukoisen typen osalta jopa levityspäivällä suhteessa kasvuston perustamiseen saattaa olla ratkaiseva merkitys sadonmuodostuksessa.

Orgaanisten maanparannusaineiden levittäminen on käytettävissä olevalla kalustolla käytännössä mahdotonta oleellisesti pienempinä annoksina kuin 20 t/ha, lukuun ottamatta kuivarakeiden tai -jauheiden levitystä. Käytännön levitysmäärät ovat noin 20 t/ha eikä tämän muuttamiseen ole tutkimusten tulosten perusteella mitään tarvettakaan. Levitysmäärää ei kannata pienentää tästä tulevasta noin 170 kg/ha kokonaistyyppiä vastaavasta määrästä, jos se ei aiheuta viiden vuoden fosforiannoksen tai haitallisten metallien annoksen ylittymistä. Ns. nitraattiasetuksen kokonaistyyppiraja koskee nykyisin vain lantapohjaisia lannoitevalmisteita. On parempi pitää väli vuosia kuin pienentää kertalevitysmäärää. Liukoisen typen tavoitetaso saavutetaan mineraalilannoitteella tehtävällä täydennyslannoituksella, jonka määrän pitäisi olla vähintään 60 kg N/ha liukoisen typen tavoitetason ollessa noin 100 kg/ha. Orgaanisten lannoitevalmisteiden liukoisen typen osuutta typpilannoituksesta ei myöskään kannata kasvattaa senkään tähden, että se johtaisi kasvuston epätasaisuuteen epätasaisen typpilannoituksen takia. Kylvölannoituksessa sijoittamalla annetun liukoisen typen osuuden pitää myös olla riittävä, jotta vilja ei kärsi typen puutteesta kasvukauden alussa. Kuivarakeet tai -jauheet levitetään yleensä keskipoikosperialueella toimivilla kalkinlevittimillä, jotka on tarkoitettu noin 5 t/ha annoksen levittämiseen. Nestemäiset orgaaniset lannoitevalmisteet voidaan sijoittaa ja niiden levitystasaisuus on parempi kuin kiinteiden, jolloin niiden osuus typpiannoksessa voi olla suurempi.

Asiasanat: orgaaninen lannoitevalmiste, lanta, maanparannus kuivarake tai -jauhe, komposti, mädätysjäännös, ammoniumsulfaatti, lannoitus, kasvinravitsemus, satovaste, typpi, fosfori, haitalliset metallit, vehnä, ohra, puhdistamoliete, maanparannusaine

Johdanto

Useimmat tavanomaisessa peltoviljelyssä käytettävät orgaaniset lannoitevalmisteet (OLV) ovat orgaanisia maanparannusaineita (OMA) vieläpä lietetuotteita (LT). Peltoviljelyssä käytettävät OMA:et kuuluvat typpinimiryhmiin 3A2 Orgaaniset maanparannusaineet tai 3A5 Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet (MMM 2011). Kumpaankin typpinimiryhmään kuuluvissa OMA:issa voi olla raaka-aineena puhdistamolietettä. Lietedirektiivin tarkoittamiksi lietetuotteiksi katsotaan kuitenkin vain 3A5-typpinimiryhmään kuuluviin typpinimiin kuuluvat OMA:t, joiden raaka-aineena on 10 % puhdistamolietettä tai vastaavaa. Niihin sovelletaan lannoitevalmisteasetuksen (MMM 2013) pykälää 11 a, jolla käytännössä implementoidaan lietedirektiivi kansalliseen lainsäädäntöön. Tästä seuraa se, että näitä OLV:ita ei saa käyttää sellaisella viljelymaalla, joilla haitallisten metallien pitoisuudet ylittävät asetuksen liitteessä mainitut raja-arvot tai kyseisessä pykälässä mainitun pH-arvon, että haitallisten metallien kuormitus ei saa ylittää asetuksen liitteessä mainittuja raja-arvoja ja että viljelymaalla saa kasvattaa vain kyseisessä pykälässä mainittuja kasveja sekä että levityksen jälkeen kyseisellä viljelymaalla ei saa viiteen vuoteen viljellä perunaa, juureksi, vihanneksia eikä juuri- ja yrttimausteita. Sen sijaan OMA:iin kuuluvissa typpinimissä voi olla lannoitevalmisteita (LV), joiden raaka-aineena on pelkän puhdistamoliete eikä niitä lasketa tästä huolimatta tässä mielessä lietetuotteeksi. OMA:iin kuuluvissa typpinimissä voi kuitenkin olla samantapaisia rajoituksia viljelykasvien suhteen, mutta ne ovat lievempiä tai niitä ei ole lainkaan. Esimerkiksi maanparannuskompostilla ei ole käyttörajoituksia lainkaan ja kuivarakeilla tai -jauheilla rajoitukset koskevat vain käyttövuotta.

OMA:iin kuuluvissa typpinimissä voi maanparannuskompostin lisäksi puhdistamolietettä olla tuorekomposteissa, kuivarakeissa ja -jauheissa, hapotettu ja stabiloitu puhdistamoliete ja maanparannuslahote. 3A5-typpinimiryhmässä puhdistamolietettä voi olla typpinimissä kalkkistabiloitu puhdistamoliete, mädätysjäännös, lahotettu puhdistamoliete ja kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete. Maataloudessa käytettävät OMA:t luokitellaan maanparannusaineiksi huolimatta siitä, että niiden kasvinsuojelullinen vaikutus on maatalouskäytössä hallitseva suhteessa niiden maanparannusvaikutukseen. Ympäristökorvauksen ravinteidenkäyttörajat tulevat vastaan ennen kuin oleellista maanparannusvaikutusta saadaan aikaiseksi. Kaikissa kokeissa mukana olleissa lannoitevalmisteissa oli lukuun ottamatta typpivettä raaka-aineena puhdistamolietettä. Kiinteille lietetuotteille on tyypillistä, että niissä liukoisen typen osuus kokonaistypestä on pieni ja kokonaisfosforin pitoisuus suuri. Kuivaamattomissa nestemäisissä lietetuotteissa liukoisen typen osuus kokonaistypestä voi olla suuri ja niiden ravinnesiältö muistuttaa maatalouden lietalantoja.

Yleensä rajoittava ravinteena on fosfori. Sallitut levitysmäärät pienenevät entisestään, kun ympäristökijärjestelmästä (MMM 2007) siirryttiin ympäristökorvaukseen (VN 2015) ja lietetuotteiden fosforista kasveille käyttökelpoiseksi laskettavan fosforin osuus nousi 40 %:sta 60 %:iin ja samalla fosforin sallittuja käyttömääriä yleensäkin laskettiin. Lietetuotteiden osalta levitysmäärät pienenevät lähes puoleen samoissa levitystilanteissa. Muilla tiloilla fosforin käyttöä säätelee lannoitevalmisteasetus (MMM 2011). Sen mukaan analysoitua liukoista fosforia saa tulla lannoitevalmisteista korkeintaan 400 kg/ha viiden vuoden jaksossa. Lisäksi haitallisten metallien kuormitus voi kaikilla tiloilla muodostua levitysmäärää rajoittavaksi tekijäksi. 3A5-typpinimiryhmään kuuluvien typpinimien osalta on seurattava kaikkien haitallisten metallien kuormitusta. Tämä johtuu siitä, että niitä pidetään ns. lietedirektiivin tarkoittamina lietetuotteina. Muiden osalta riittää Cd-seuranta, vaikka niissä olisi raaka-aineena puhdistamolietettä. Hankkeessa mukanaolevista lannoitevalmisteista sivutuotteita ovat kemiallisesti hapetetut puhdistamolietteet ja mädätysjäännökset.

Lietetuotteissa kyseisen liukoisen fosforin pitoisuus on hyvin pieni, joten se ei käytännössä rajoita käyttömäärää. Kun ns. nitraattiasetuksesta (VN 2014) poistui kokonaistypen käyttöraja niiden orgaanisten lannoitevalmisteiden osalta, joiden raaka-aineessa on korkeintaan 10 % lantaa, käytännössä fosfori jäi levitysmäärää rajoittavaksi tekijäksi. Lantaa on hyvin harvojen biolaitosten tuottamissa lannoitevalmisteissa yli 10 %. Kokonaistypen käyttömääräraja rajoitti erityisesti kalenterivuoden aikana eli käytännössä kerralla levitettäviä määriä, koska siinä ei ollut tasausjaksoa vastaavalla tavalla kuin fosforissa ja haitallisissa metalleissa. Haitallisten metallien kuormitus rajoittaa nykyisin levitysmääriä hyvin harvoin. Lannoitteisiin kuuluvia orgaanisia lannoitevalmisteita, joita käytetään oleellisessa määrin maataloudessa, on typpinimessä rejektivesi. Se voi nykyisin sisältää puhdistamolietettä tai vastaavaa korkeintaan 10 %, mutta silti siihen kuuluvaa orgaanista lannoitevalmistetta voidaan tuottaa vain hyvin harvoissa biolaitoksissa, koska puhdistamolietteen osuus on yleensä selvästi suurempi. Rejektivesi syntyy käytännössä kuivaamalla mädätysjäännöstä lingolla, jolloin kiinteä fraktio on edelleen

mädätysjäännöstä ja nestemäinen fraktio rejektivettä. Jos raaka-aineessa on yli 10 % puhdistamolietettä tai vastaavaa, nestemäinen fraktio ei kelpaa rejektivedeksi vaan on käytännössä jätevettä, joka on palautettava prosessin alkuun tai jätevedenpuhdistamolle. Runsaasti typpeä sisältävän jäteveden joutaminen jätevedenpuhdistamolle kuormittaa puhdistusprosessia ja sen tähden siitä peritään korkeita jätevesimaksuja. Tämän tähden biolaitokset, joilla syntyy tätä jätevettä, saattavat pyrkiä vähentämään jäteveden tyypipitoisuutta typenpoistolla, jona voi toimia typen strippaus ammoniakkinä ja pesu rikkihapolla, jolloin syntyy ammoniumsulfaattia. Se on epäorgaaninen lannoite, jota voidaan käyttää maataloudessa, teollisuudessa. Typpivesi liittyy OMA:ita tuottaviin biolaitoksiin siten, että prosessissa vapautuvaa NH₃ voidaan pestä vedellä.

Nykyisin varsin suuri osa lietetuotteista kuuluu tyyppinimeen mädätysjäännös, koska mädätys on yleistyvä tapa käsitellä puhdistamolietettä. Puhdistamolietteen lisäksi raaka-aineena on yleensä biojätettä. Hygienisoitu mesofiilisesti mädätetty puhdistamoliete on sellaisenaan käytettävissä maataloudessa. Jos hygienisointia ei ole, se on voitu korvata esimerkiksi kompostoinnilla, jolloin lopputuote on todennäköisesti maanparannuskompostia.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää erilaisten orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttö ohran ja vehnän typenlähteenä sekä siihen liittyvä täydennyslannoitus.

Aineisto ja menetelmät

Orgaanisia lannoitevalmisteita käytettiin Jokioisissa 2012 – 2014 tehdyissä kenttäkokeissa ohran ja vehnän kasvinravinteiden lähteenä. Varsinaiset kenttäkokeet olivat vuonna 2012 ohralla ja 2013 vehnällä. Tutkittavien tuotteiden N:n tuottamaa verrattiin mineraalilannoitteen N:llä saatuihin satoihin. N-tasojen mineraalilannoite valittiin niin, että vain N oli satoa rajoittava ravinne. Koealueet valittiin siten, että satoa ensimmäiseksi rajoittava ravinne oli N. Siten tutkittavien lannoitevalmisteiden N:n tuotantovaikutus näkyi sadon määrässä ja laadussa selvästi.

Ohra

Vuoden 2012 ohrakokeen N-portaat olivat: 0, 30, 60, 90, 120 ja 150 kg N/ha. N-portaiden täydennyslannoituskäsittelyissä käytetty lannoite oli Pellon Y6 NPKS (15-7-13-3) (Yara). Siinä oli nitraattityyppiä 5,1 % ja ammoniumtyyppiä 9,9 %. Typpiportaat satunnaistettiin kokeeseen omana pääruutuna. Täydennyslannoitus ja ei-täydennyslannoitusta käsittelety olivat samana tuotteen pääruudun osaruutuja. Kenttäkoe toteutettiin lohkokokeena, jossa ole neljä kerrannetta. Koeruutujen nimelliskoko oli 2,5 m x 10 m.

Vuoden 2012 kenttäkokeessa ohralla lannoitevalmisteet olivat:

- 1) kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete (3A5, 7; Kemira Oyj Oulu)
- 2) kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete (3A5, 7; Kemira Oyj Pori)
- 3) kuivaräe tai -jauhe (3A2, 5; Kemira Oyj, Haapavesi)
- 4) maanparannuskomposti (3A2, 1; Metsäpirtin Maanparannuskomposti, HSY)
- 5) mädätysjäännös (3A5, 2; kuivaamaton, Kymen Bioenergia)
- 6) mädätysjäännös (3A5, 2; kuivattu, Kymen Bioenergia)
- 7) mädätysjäännös (3A5, 2; kuivattu, kalkitsematon, Vambio)
- 8) mädätysjäännös (3A5, 2; kuivattu, kalkittu, Vambio)
- 9) typpivesi, (Biovakka Suomi Oy)
- 10) kuivaräe tai -jauhe (3A2, 5;pelletti, Ranu –maanparannusräe, Lakeuden Etappi Oy)
- 11) kuivaräe tai -jauhe (3A2, 5;pelletti, Mustankorkea)

Kiinteiden OMA:den levitysmäärä määritettiin ennakkonäytteestä määritetyn KN-pitoisuuden perusteella sellaiseksi, että niistä tuli 170 kg/ha KN:ä, koska kyseinen ns. nitraattiasetuksen (VN 2014) KN-raja koski koetta perustettaessa kaikkia OL:ita. Kuivaräeiden ja -jauheiden levitysmäärä oli 3,8 – 7,6 t/ha tällä perusteella. Muiden kiinteiden tuotteiden levitysmäärä oli 14,0 - 27,8 t/ha. Kuivaamatonta mädätysjäännöstä levitettiin 40,2 t/ha. Jos LN-annos jäi KN:n perusteella määritetyllä levitysmäärällä selvästi pienemmäksi kuin tavoitteena ollut 90 kg/ha, kyseistä LV:ta tutkittiin myös kylvön yhteydessä annettavan täydennystyyppilannoituksen (60 kg N/ha) kanssa. Sen mukana tuli myös 28 kg P/ha, 52 kg K/ha ja 12 S kg/ha. Täydennyslannoite oli koeteknisistä syistä sama kuin N-portaissa, joten sen mukana tuli myös muita ravinteita kuin N:ä, millä ei kuitenkaan ollut vaikutusta satoon. Levitysmääriä ei rajoitettu P: n tai haitallisten metallien annoksen suuruuden takia. Tämän perusteella Oulusta tullutta kemiallisesti hapetettua puhdistamolietettä ja Kymen bioenergian mädätysjäännöksiä

ei tutkittu täydennyslannoituksen kanssa. Edellisestä poiketen Vambion tuotteiden täydennyslannoitus oli 15 kg N/ha.

Kaikki LV:et mineraalilannoitetta lukuun ottamatta levitettiin käsin kullekin tuotteelle sopivalla tavalla. Nestemäiset tuotteet levitettiin kastelukannulla letkulevitystä matkien. Kuivarakeet ja -jauheet levitettiin vakkamenetelmällä. Muut tuotteet levitettiin kippaamalla saaveista tuotetta pieniin kasoihin ja levittämällä ne edelleen haravilla. Maanparannuskomposti oli näistä levitettävintä. Sitä saattoi kaataa tasaisesti ruutuihin samalla eteenpäin kävellen. Vaikeinta oli levittää kemiallisesti hapetettua puhdistamolietettä sen tahmaisuuden takia. Kaikki tuotteet mullattiin tunnin kuluttua levityksestä joustopiikkiäkeellä koeruudun suuntaisesti ajaen. Levityksen yhteydessä otettiin kustakin tuotteesta kaksi näytettä lannoitevalmisteanalyysia varten, ensimmäinen ensimmäisen ja toinen viimeisen levitettävän koeruudun annoksen punnituksen yhteydessä. Lopulliset ravinnemäärät laskettiin näiden levitysnäytteiden keskiarvona. Typpitasojen mineraalilannoite ja täydennys-N sijoitettiin kylvölannoittimella kylvön yhteydessä. Sijoituslannoitus on kasvien N:n saannin kannalta selvästi edullisempi vaihtoehto kuin hajalevitys ja multa, mikä nostaa N-tasojen satoa suhteessa tutkittavien koejäsenten satoon erityisesti, jos ne eivät saa riittävä määrä N:ä täydennyslannoituksena.

Tässä artikkelissa on julkaistu vain vaikutukset satomääriin ilman vaikutuksia laatutekijöihin.

Vehnä

Vuoden 2013 vehnäkokeen typpiportaat: 0, 30, 60, 90, 120, 150 ja 180 kg N/ha. Typpiportaiden täydennyslannoituskäsittelyissä käytettiin samaa lannoitetta kuin edellisen vuoden ohrakoekessa ja koemuoto oli vastaava. Täydennystyppi käsittely toteutettiin kuitenkin kaikilla tuotteilla.

Vuoden 2013 kenttäkoekessa vehnällä lannoitevalmisteet olivat:

- 1) kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete (3A5, 7; Kemira Oyj Pori)
- 2) kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete (3A5, 7; Kemira Oyj Oulu)
- 3) maanparannuskomposti (3A2, 1; Metsäpirtin Maanparannuskomposti, HSY)
- 4) mädätysjäännös (3A5, 2; kuivaamaton, Kymen Bioenergia)
- 5) mädätysjäännös (3A5, 2; kuivattu, Kymen Bioenergia)
- 6) rejektivesi (1B4, 4; konsentraatti, Biovakka Woimakas Biovakka Suomi Oy)
- 7) kalkkistabiloitu puhdistamoliete (3A5, 1; meijerijätevesipitoinen puhdistamoliete, Iisalmi)
- 8) kalkkistabiloitu puhdistamoliete (3A5, 1;saostuskaivoliete, Maurits Kossa, Sauvo)
- 9) kalkkistabiloitu puhdistamoliete (3A5, 1;umpikaivoliete, Maurits Kossa, Sauvo)
- 10) kuivarae tai -jauhe (3A2, 5;pelletti, Ranu -maanparannusae, Lakeuden Etappi Oy)
- 11) kuivarae tai -jauhe (3A2, 5; Kemira Oyj, Haapavesi)
- 12) ammoniumsulfaatti (Typpineste, Envor Group Oy,)

Kokeessa mukana olleet kalkkistabiloidut puhdistamolietteen rinnastettavat saostus- ja umpikaivolietteet syntyivät tiläkäsittelyn yhteydessä (PUPE-hanke). Kiinteiden orgaanisten maanparannusaineiden levitysmäärä määritettiin samoin perustein kuin vuonna 2012. Kuivarakeiden ja jauheiden levitysmäärä oli 3,9 – 5,2 t/ha. Muiden kiinteiden tuotteiden levitysmäärä oli 17,2 - 26,8 t/ha. Kuivaamatonta nestejauhetta levitettiin 30,7 t/ha ilman täydennyslannoitusta ja 9,2 t/ha täydennyslannoituksen kanssa. Konsentraattia levitettiin 5,5 t/ha ilman täydennyslannoitusta ja 1,4 t/ha täydennyslannoituksen kanssa. Saostuskaivolietettä levitettiin kerralla 37,5 t/ha ja umpikaivolietettä 34,4 t/ha. Ilman täydennyslannoitusta saostus- ja umpikaivolietteitä levitettiin kerran ennen kylvöä ja kolme kertaa sen jälkeen, täydennyslannoitusvaihtoehdossa kerran ennen kylvöä ja kerran sen jälkeen.

LN:n tavoitetaso 120 kg/ha vehnällä oli kuitenkin korkeampi kuin ohralla. Jos edellä esitetyllä tavalla määritetty LN-määrä jäi selvästi alle tavoitetason, LN-annos täydennettiin tasoon 120 kg/ha N-tasoissa käytetyllä mineraalilannoitteella sijoittamalla kylvön yhteydessä sellaisen N-tason mukainen määrä, että sen sisältämän N:n yhteismäärä yhdessä tutkittavan tuotteen mukana tulevan LN:n määrän kanssa oli lähellä 120 kg N/ha. Jos LN-annos tutkittavasta tuotteesta oli lähellä tavoitetasoa, sitä levitettiin täydennystyppivaihtokäsittelyssä vain 1/4 siitä määrästä, joka levitettiin käsittelyyn ilman täydennystyppilannoitusta. Menettelyyn päädyttiin, koska täydennyslannoituksella oli odotettavissa positiivisia satovaikutuksia myös näissä tapauksissa edellisen vuoden kokeen perusteella. Tuotteet levitettiin vastaavalla tavalla kuin vuonna 2012. Ammoniumsulfaattilisa (15 kg N/ha) tähkälle levitettiin koeruuturuiskulla viuhkasuuttimia käyttäen kasvustoihin, jotka olivat saaneet kylvön yhteydessä 120 kg N/ha mineraalilannoitteena, kuten vastaava N-taso.

Tässä artikkelissa tarkastellaan vain vaikutuksia sadon määrän ilman vaikutuksia laatutekijöihin.

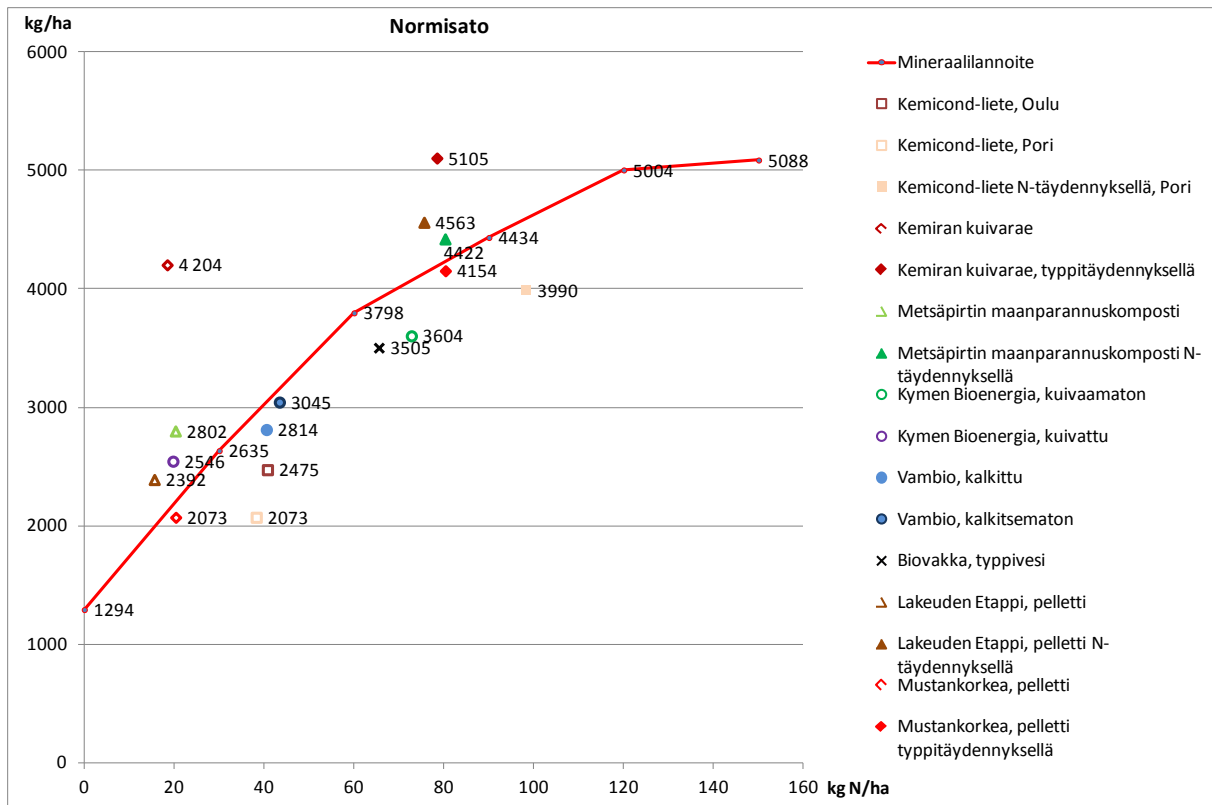
Tulokset ja tulosten tarkastelu

Ohra

Vuoden 2012 koealueen valinta onnistui hyvin. Lannoittamaton käsittelyn tuottama normisato oli vain 1294 kg/ha, ja se kasvoi lineaarisesti tavoitetasolle 90 kg/ha saakka. Sato oli lähes suurimmillaan N-tasolla 120 kg/ha mutta kasvoi jonkin verran tasolle 150 kg/ha saakka (kuvio 1). Kaikkien varsinaisten käsittelyiden N-tasot osuivat alueelle, jolla N:n satovaste oli selvästi kasvava. N-tasoissa satojen vaihtelu kerranteiden välillä oli hyvin pieni, mikä kertoo koealueen tasaisuudesta. Kerranteiden välinen vaihtelu sadossa oli selvästi tätä suurempi käsittelyissä, joissa oli käytetty varsinaisia tutkittavia materiaaleja.

Satovasteita tarkasteltaessa on otettava huomioon LN:n hyväksikäytön lisäksi hyvä satotaso. Jos sain käsittelyssä LN:n hyväksikäyttö saattaa olla hyvä, mutta sato jää pienen LN-annoksen takia pieneksi. Käsittelyt oli valittu siten, että ne ovat voimassa olevan ympäristölainsäädännön ja vuonna 2014 päättyneen ympäristötukijärjestelmän mukaisia. Käytännössä ne ovat myös ympäristökorvausjärjestelmän mukaisia. Erityisesti käsittelyt, joissa on käytetty täydennystyppilannoitusta kylvön yhteydessä, ovat LN-annoksen puolesta käytännön toiminnan mukaisella tasolla. Joillakin tuotteilla LN-annos saatiin voimassa olevien säädösten puitteissa riittäväksi ilman täydennyslannoitusta. Tutkittavasta tuotteesta saatavissa olevaa LN-annosta rajoittaa erityisesti ns. nitraattiasetuksen KN-raja 170 kg/ha v, jos LN-osuus KN:stä on pieni. Kiinteiden lietetuotteiden tapauksessa tämä on yleisesti vallitseva tilanne. Nestemäisten tuotteiden levitys tehtiin matkien letkulevitystä, jota seurasi multaustunniin kuluttua levityksestä. Nestemäiset tuotteet voitaisiin käytännössä myös sijoittaa, jolloin niiden tulos paransi nyt saadusta. Tuotantofunktio määritettiin sijoittamalla rakeinen lannoite kylvön yhteydessä kylvölannoittimella. Vastaavasti myös täydennyslannoitus sijoitettiin kylvön yhteydessä kylvölannoittimella. Täydennyslannoitus nostaa LN-annoksen tavoitetasolle ja parantaa ohran kasvuun lähtöä, koska se sijoitetaan ohran N-oton kannalta oikeaan paikkaan. Jos käsittelyssä käytetään vain pintaan levitettyä ja mullattua tuotetta, annoksen pienuuden lisäksi se on ohran N:n oton kannalta väärässä paikassa. Tarkasteltaessa kuviota 1 hyviä N-lannoituskäsittelyjä vastaavat pisteet ovat löydettävissä yläoikealta mielelleen mineraalilannoitteella saatuja satoja vastaavan murtoviivan yläpuolelta. Murtoviivan yläpuolella olevat pisteet vastaavat käsittelyjä, joilla saatu sato on LN-annoksen mukaista ennustetta parempi. Murtoviivan alapuolella olevia pisteitä vastaavat käsittelyt tuottavat ennustetta huonomman sadon. Hyvä taloudellinen tulos saavutetaan käsittelyillä, joissa typpitaso on lähellä tavoitetasoa ja samalla LN:n hyväksikäyttö on hyvä eli noin 100 kg N/ha satopiste murtoviivan yläpuolella. Pääsääntöisesti nämä käsittelyt ovat sellaisia, joissa on annettu täydennyslannoituksena 60 kg N/ha tutkittavan tuotteen lisäksi.

Parhaan sadon niin suhteellisesti kuin absoluuttisestikin tuotti Kemiran kuivarae täydennyslannoituksella. Se tuotti varsin korkean sadon myös ainoana N:n lähteenä. Tämä perustuu ennen kaikkea siihen, että tuotteesta mineralisoituu N:ä nopeasti, koska pääosa sen raaka-aineesta on meijerijätevettä ja sato kasvaa selvästi N-annoksen kasvaessa tämän mukaisesta N-annoksesta. Myös Etapin pelletti, Metsäpirtin maanparannuskomposti ja Mustankorkean pelletti menestyivät hyvin täydennyslannoituksen kanssa. Koska sato kasvoi edelleen N-annoksen kasvaessa, satoa olisi voitu kasvattaa täydennystyppilannoitusta lisäämällä. Tämä olisi mahdollista myös ympäristökorvaukseen kuuluvilla tiloilla aina tasoon 100 kg/ha saakka. Suhteellisen huonosti menestyi Kemicond-liete täydennyslannoituksellakin. Biovakan typpivesi ja Kymen Bioenergian kuivaamaton ilman täydennyslannoitusta tuottivat huonomman sadon kuin niiden mukana tullut N-määrä olisi edellyttänyt. Niiden tuottama sato olisi kuitenkin ollut selvästi parempi, jos näiden nestemäisten tuotteiden sijoitusmahdollisuutta olisi hyödynnetty tai olisi käytetty täydennyslannoitusta. Ne ovat joukon ainoat tuotteet, joita voitaisiin mielekkäästi käyttää ainoana N-lähteenä edellyttäen, että ne sijoitetaan.



Kuvio 1. Tutkittavilla lannoitevalmistekäsittelyillä saadut normisadot (kosteus 14 %) verrattuna mineraalilannoitteella lannoitettuun normisatoon liukoinen typpi määritettynä lannoitevalmistelainsäädännön mukaisesti

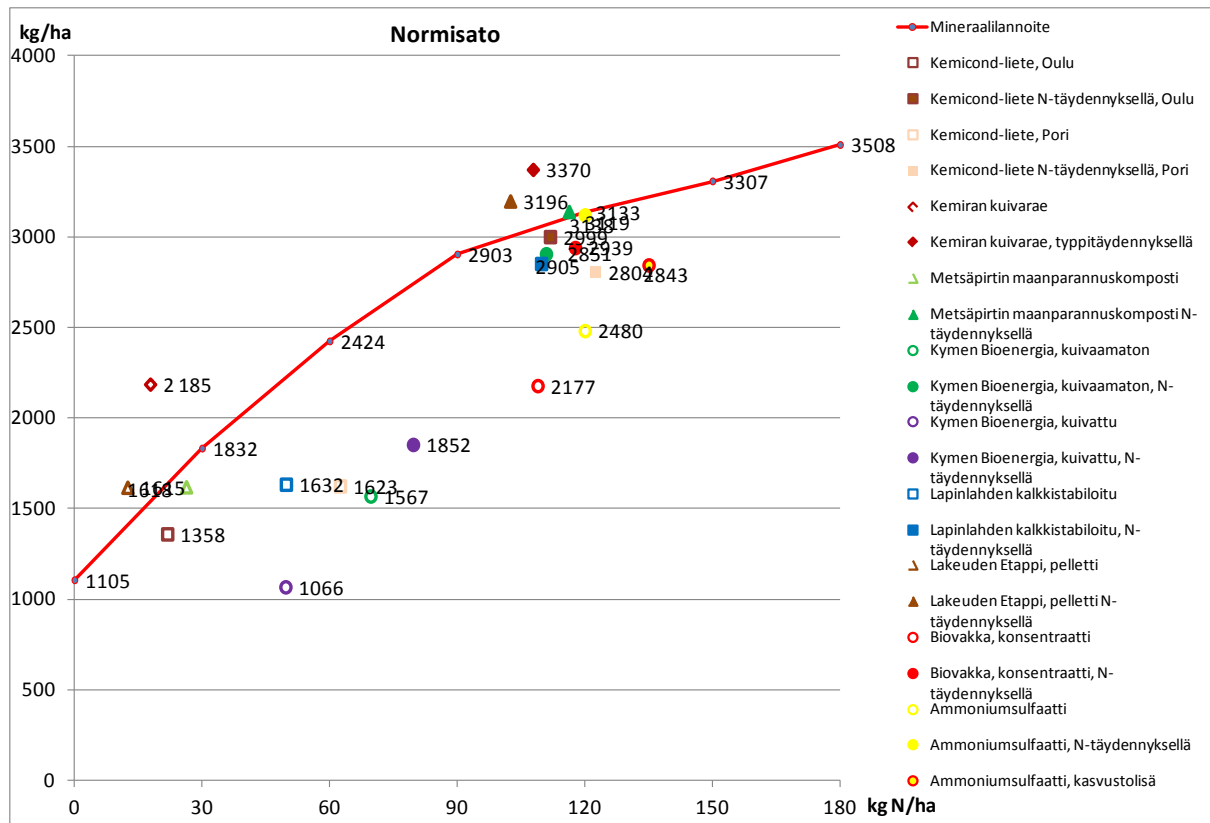
Vehnä

Myös vuoden 2013 vehnäkoalueen valinta onnistui hyvin. Lannoittamaton käsittely tuotti satoa vain 1105 kg/ha ja sato kasvoi lineaarisesti N-tasolle 90 kg/ha saakka. Sen jälkeen satovaste pieni, mutta sato kasvoi N-lannoitusta lisättäessä aina tasolle 180 kg/ha saakka (Kuva 27). Suurimmallakin N-tasolla sato, 3508 kg/ha, oli varsin pieni. Käytetty tavoitetaso 120 kg N/ha ei voisi perustua näihin satotasoihin ympäristökorvausjärjestelmässä. Ilmeisesti sääolosuhteen johtivat suureen nitraattitypen huuhtoutumiseen, jolloin vehnälle jäi vähän typpeä käytettäväksi. Hajonta typpitasoissa oli poiketen vuoden 2012 ohrakoikeesta suurempi kuin varsinaisissa käsittelyissä.

Myös vehnällä LN:n satovaste saattoi olla hyvä käytettäessä vähän LN:ä sisältävää lannoitevalmistetta ilman täydennyslannoitusta, mutta sato jäi kuitenkin pieneksi pienen LN-annoksen takia. Täydennyslannoituskäsittelyiden LN-määrä oli ympäristötukijärjestelmän perussatotason 4000 kg/ha mukainen noin 120 kg/ha lähes kaikissa tapauksissa. Kymen Bioenergian kuivaamattoman mädätysjäännöksen LN-pitoisuus oli ennakkonäytteestä tehdyssä määrittelyssä liian suuri suhteessa levitys-näytteisiin, koska LN-määrä jäi selvästi tavoitteesta täydennyslannoitusvaihtoehdossa. Täydennyslannoitus oli sen osalta vain 30 kg/ha, mikä suurelta osin selittää sen huonon menestyksen. Näin pieni täydennyslannoitus on yksinkertaisesti liian pieni. Poiketen vuoden 2012 ohrakoikeesta tässä tavoiteltiin tavoitetasoa mukaista LN-annosta siten, että täydennyslannoitukset saattoivat olla eri lannoitevalmisteilla eri suuret 30 kg/ha portain.

Kemiran kuivarae N-lannoitustäydennyksellä tuotti parhaan sadon ja sato olisi voinut olla jopa suurempi täydennyslannoitusta lisäämällä (kuvio 2). Siihen ei satotaso kuitenkaan ympäristötukijärjestelmä olisi antanut perusteita. Myös Lakeuden Etappin pelletti tuotti suuremman sadon kuin rakeinen mineraalilannoite. Metsäpirtin maanparannuskomposti ja ammoniumsulfaatti täydennyslannoituksella tuotti käytännössä saman sadon kuin rakeinen mineraalilannoite. Muutkaan täydennyslannoituskäsittelyt eivät oleellisesti jääneet jälkeen rakeisen mineraalilannoitteen sadosta lukuun ottamatta Kymen bioenergian kuivaamatonta mädätysjäännöstä, mutta se johtunee liian pienestä täydennyslannoituksesta. Erityisesti on huomioitava, että eläinperäistä muuta kuin lantaa sisältävien lannoitevalmisteiden laaja N-mineralisaatio ei tule esiin muissa kuin kuivaraeissa ja -jauheissa. Lapinlahden kalkkistabi-

loidulla puhdistamolietteellä on samanlainen raaka-ainetausta kuin Kemiran termisesti kuivatulla kuivarakeella. Ilmeisesti lannoitevalmiste on kuivattava alle 10 %:n kosteuteen, jotta mineralisaatio jäisi siinä tavallaan kesken. Ammoniumsulfaattisä 15 kg N/ha tähkälle alensi satoa.



Kuvio 2. Tutkittavilla lannoitevalmistekäsittelyillä saadut normisadot (kosteus 14 %) verrattuna mineraalilannoitteella lannoitettuun normisatoon liukoinen tyyppi määritettynä lannoitevalmistelainsäädännön mukaisesti

Johtopäätökset

Orgaanisen lannoitevalmisteen typen satovaste perustuu pääsääntöisesti sen liukoinen tyyppi määrään. Muista eläinperäisistä materiaaleista kuin lannasta valmistettujen lannoitevalmisteen tyypilannoitusvaikutusta kannattaa tarkastella myös kokonaistyyppipohjaisesti. Tällaisia ovat esimerkiksi maito- ja lihajauhohojaiset lannoitevalmisteet. Järkevään satotasoon pääsee vain käyttämällä orgaanisten lannoitevalmisteen ohella noin 60 kg/ha mineraalilannoitteen tyyppiä tavoitetason ollessa noin 100 kg/ha, jotta ohran ja vehnän alkukehitys voidaan turvata ja liukoinen tyyppi annoksen vaihtelu pysyy kohtuullisena. Nestemäistä mädätysjäännöstä voi käyttää enemmän, koska se voidaan sijoittaa ja levitys on tasaisempaa. Käytännössä levitysmäärien pitäisi olla noin 20 t/ha lukuun ottamatta kuivarakeita tai -jauheita, joiden sopiva levitysmäärä on noin 5 t/ha. Näitä määriä voi joutua pienentämään, jos viiden vuoden fosforin käyttömäärä ja haitallisten metallien kuormitus muutoin ylittyisi. Tätä pienempiä määriä on vaikea levittää, joten on parempi pitää väli vuosi.

Kirjallisuus

MMM 2007. Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä ja maatalouden ympäristötuen erityistuista 503. Annettu Helsingissä 26. huhtikuuta 2007.

MMM 2011. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24: 1 – 6 + 4 liitettä. Annettu Helsingissä 1. syyskuuta 2011.

VN 2014. Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250. Annettu Helsingissä 18.12.2014.

VN 2015. Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta 235. Annettu Helsingissä 19. maaliskuuta 2015.