

Biopolymeerilietteen käyttö- mahdollisuudet lannoitteena

Niina Ikonen, Tarja Stenman ja Samuli Lahtela
2019

24.9.2019

Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	Viljelykasvien tarvitsema fosforimäärä	3
3	Käytössä olevat fosforinlähteet	4
3.1	Lanta	4
3.2	Mineraalilannoitteet	4
3.3	Kierrätyslannoitteet	5
4	Biopolymeeriliete fosforilannoitteena	6
4.1	Teoreettinen potentiaali ja taloudelliset mahdollisuudet	7
5	Lähteet	8

24.9.2019

1 Johdanto

Biopolymeerien hyödyntäminen vesienkäsittelyssä ja ravinteiden kierrättämisessä (BioP) – hankkeessa selvitetään biopolymeerien soveltuvuutta maatalouden valumavesien käsittelyssä. Hankkeessa tutkitaan myös valumaveden käsittelyssä syntyvän fosforipitoisen lietteen kierrättämispotentiaalia lannoitteeksi kasveille. Biopolymeerit ovat biologisten prosessien tuottamia polymeeriyhdisteitä, joiden on havaittu sitovan tehokkaasti ravinteita vedestä. Niiden etuna perinteisiin fosforinsaostuskemikaaleihin verrattuna on biohajoavuus ja raskasmetallittomuus.

BioP-hankkeessa toteutettiin maastomittakaavan pilottikokeet kahdella erilaisella koalueella Keski-Suomessa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Koalueet sijaitsivat Biotalouskampuksen mallikosteikolla Saarijärven Tarvaalassa ja yksityisellä maatilalla Siikajoella. Pilottikokeet toteutettiin maastossa kasvukausien aikana vuosina 2018 ja 2019. Pilottikokeissa valumaveden fosfori saostettiin biopolymeerin avulla lietemäiseen muotoon, jota kerättiin talteen laskeutusaltaasta. Hankkeen tavoitteena oli selvittää biopolymeerilietteen kierrätysmahdollisuutta kasveille, jota varten suoritettiin erilliset kasvatuskokeet ruukkumittakaavassa. Ruukkukokeiden tulokset on esitetty Vesitalous-lehden artikkelissa sekä hankkeen loppuraportissa. Tässä raportissa tarkastellaan kasvien fosforin tarvetta, käytössä olevia fosforin lähteitä sekä biopolymeerilietteen käyttömahdollisuutta lannoitteena.

2 Viljelykasvien tarvitsema fosforimäärä

Ohran jyväsato (5 000 kg/ha) ottaa maasta noin 15 kg fosforia hehtaaria kohden, olkien mukana pellolta poistuu lisäksi noin 5 kg fosforia. Hyväsatoinen säilörehunurmi (8 000 kg ka/ha) puolestaan ottaa fosforia maasta noin 25 kg/ha. (Kuinka paljon fosforia sato tarvitsee 2012.)

Vaikka fosfori sitoutuu maahan tehokkaasti ja voimakkaasti, se liikkuu siellä huonosti, eikä näin ollen ole aina kasvien käytössä. Pääosa fosforista on sitoutunut maan kivennäisainekseen ja eloperäiseen ainekseen. Saatavuutta rajoittaa maaperän alhainen pH, etäisyys kasvin juurista ja lämpötila. Maaperän pH:n ollessa alhainen fosfori sitoutuu rautaan ja alumiiniin. Korkeassa pH:ssa fosfori saostuu kalsiumin kanssa. (Junnola & Peltonen 2013.)

Fosforin saatavuus vaikuttaa merkittävästi sadon määrään ja laatuun, sillä kasvien aineenvaihdunnassa energiaa luovuttavat tärkeät yhdisteet sisältävät fosforia. Tästä johtuen fosforin puutteesta kärsivä kasvi jää pienikokoiseksi ja sen versoutuminen on heikkoa. Lehtien väri on likaisen vihreä tai punertava ja kasvin juuristo on heikko. Myös fosforin puutteesta kärsivän kasvin siemensadon muodostuminen kärsii. (Junnola & Peltonen 2013.)

Viljavuusluokka, satotaso ja kasvilaji vaikuttavat fosforilannoituksen määrään. Maan fosforiluku vaikuttaa myös sadon määrään. Monivuotisten lannoituskokeiden mukaan fosforilannoituksen niukkuus alkaa pienentää satoja vähitellen yhä enemmän. Nykyisillä lannoitusosuuksilla luokkien hyvä ja tyydyttävä P-luvuilla on laskeva suunta. (Kuinka paljon fosforia sato tarvitsee 2012.)

24.9.2019

Lyhyt mutta pitkäpäiväinen ja kiihkeärytmisen kasvukausi korostavat riittävän fosforin saannin merkitystä. Kiivaan kasvun vaiheessa kasvit tarvitsevat fosforia parhaimmillaan 0,5–1 kiloa päivässä hehtaaria kohden. Maassa on siis oltava riittävästi kasveille käyttökelpoista fosforia. (Kuinka paljon fosforia sato tarvitsee 2012.)

Vain pieni osa, noin 10–20 %, lannoitefosforista tulee kasvien ottamaksi sinä vuonna, kun se annetaan. Suurin osa pidättyy maahiukkasten pinnoille ja nostaa maan viljavuutta. Pidättyminen on sitä tiukempaa, mitä matalampi maan P-luku on. Loput kasvien tarvitsemasta fosforista on saatava maan käyttökelpoisista fosforivarannoista, jotka riippuvat maan P-luvusta. Kasvien tarvitsema fosfori lisätään maahan keinolannoitteena tai karjanlantana. (Kuinka paljon fosforia sato tarvitsee 2012.)

3 Käytössä olevat fosforinlähteet

3.1 Lanta

Lanta on tuotantoeläinten käsittelemätöntä tai käsiteltyä sontaa ja virtsaa, joka kuuluu orgaanisiin lannoitteisiin. Se sisältää kasvien kasvulle tärkeitä ravinteita, jotka parantavat maan rakennetta ja ravinteiden saatavuutta. Lannan ravinteet myös vilkastuttavat pieneliöstötoimintaa. Lannasta muodostuva humus kuohkeuttaa maata, jolloin maan mururakenne ja vesitalous paranevat. Suomessa lantaa syntyy vuositasolla 20 miljoonaa tonnia, joka tasan jaettuna tekee 10 tonnia jokaista viljeltyä peltohehtaaria kohti. Fosforia lantaan erittyä määrä, joka vastaa noin 8 kiloa jokaista viljeltyä peltohehtaaria kohti vuodessa. (Riiko 2014.)

Väkilannoitefosforia myydään Suomessa nykyisin määrä, joka vastaa noin viittä kiloa viljeltyä peltohehtaaria kohti vuodessa. Näin ollen karjanlannan merkitys lannoitteena on merkittävä. Lantaa hyödyntämällä vähennetään myös epäorgaanisten lannoitteiden tarvetta. Vaikka lantaperäistä fosforia syntyy merkittäviä määriä kotieläintuotannossa, on sen ongelmana kasveille epäedullisen pieni typpipitoisuus suhteessa fosforipitoisuuteen sekä ravinteiden suhteellisen alhaiset pitoisuudet. Karjanlanta on myös hankalampi levittää verrattuna väkilannoitteisiin. Fosforirajoitukset rajoittavat myös karjanlannan käyttöä. Uutena haasteena lannan ravinteiden hyödyntämiselle on kotieläintuotannon keskittyminen yhä suurempiin yksiköihin. Eläinmäärän kasvaessa moninkertaiseksi, kasvaa yhdessä paikassa syntyvän lannan määrä myös samassa suhteessa. (Riiko 2014.)

3.2 Mineraalilannoitteet

Mineraalilannoitteita käytetään maataloudessa täydentämään kierrätysravinteita. Mineraalilannoitteet ovat epäorgaanisia yhdisteitä, jotka sisältävät kasvien kasvun kannalta tarpeellisia ravintoaineita. Mineraalilannoitteet voidaan jakaa yksinkertaisiin tai monimutkaisiin lannoitteisiin. Yksinkertaiset lannoitteet sisältävät yhden ravintoaineen. Näitä ovat fosfaatti-, typpi-, kalium- ja mikroravinteiset lannoitteet. Monimutkaiset lannoitteet sisältävät kerralla kahta tai useampaa perusravinnettä. (Lannoite ja rehu 2019.)

24.9.2019

Yleensä kierrätysravinteiden ravinnepitoisuudet ovat epätasapainossa kasvin kannalta, eikä kasvi saa riittävästi kaikkia ravinteita. Esimerkiksi mineraalilannoitteiden fosforista 100 % on kasveille käyttökelpoisessa muodossa, kun taas karjanlannan liukoisesta fosforista ainoastaan 40 % on suoraan kasveille käyttökelpoista, loppuosa vaatii mikrobihajotuksen. Kasvin kannalta ravinnepitoisuudet kierrätysravinteissa ovat epätasapainossa, sillä kasvi ei saa riittävästi alkukesästä ravinteita pelkästään kierrätysravinteista. (Kerminen 2017.)

3.3 Kierrätyslannoitteet

Suomessa muodostuu vuosittain kierrätettävistä biomassoista fosforia melkein saman verran mitä tarvittaisiin Suomessa fosforilannoitukseen. Myös tarvitusta lannoitetyypestä yli kolmannes olisi mahdollista tuottaa kierrättämällä. Fosfori on uusiutumaton luonnonvara, jonka ennustetaan loppuvan maapallolta. Kemiallisiin lannoitteisiin se joudutaan louhimaan, mikä kuluttaa runsaasti energiaa. Siksi olisikin elintärkeää, että fosforia ja muita lannoitteita pystyttäisiin kierrättämään. Kierrätyslannoitteet pyrkivät ottamaan ravinteet kiertoon esimerkiksi teollisuuden tai maatalouden synnyttämistä sivutuotteista. (Salmi 2018.)

Suomessa markkinoille on viime aikoina tullut useita uusia kierrätyslannoitteita ja lähivuosina niitä on tulossa lisää. Kierrätyslannoitteita on monenlaisia ja niiden ominaisuudet vaihtelevat suuresti. Kierrätyslannoitevalmisteet voivat olla ravinnesisällöltään mineraalilannoitteiden kaltaisia lannoitteita tai orgaanista ainesta sisältäviä maanparannusaineita. Ne ovat lannoitevalmisteita, jotka on prosessoitu erilaisista kierrätettävistä sivuvirroista ja niitä on tarjolla lannoitukseen, maanparannukseen sekä kalkitukseen. Ne voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: orgaanisiin lannoitteisiin, epäorgaanisiin lannoitteisiin, kalkitusaineisiin sekä orgaanisiin maanparannusaineisiin. (Seppänen, Luostarinen & Pesonen 2019.)

Orgaaniset kierrätyslannoitteet sisältävät orgaanista eli eloperäistä ainesta, joka on tärkeää mm. maaperän mikrobiotoiminnalle ja vedenpidätyskyvylle. Orgaanisten kierrätyslannoitteiden raaka-aineita ovat mm. lanta, heinäbiomassa ja elintarviketeollisuuden sivuvirrat, joista tunnetuimpia ovat sokeri- ja hiivateollisuuden sivuvirtoina syntyvä melassi ja vinassi. Kuitenkin ravinnesisältö ja orgaanisen aineksen määrä voi vaihdella suurestikin eri tuotteiden välillä. Ilmastonmuutoksen torjunnassa orgaanisen aineksen lisäämisellä viljelymaahan on tärkeä merkitys, jolloin hiiltä sitoutuu maaperään. (Berninger 2018.)

Epäorgaaniset kierrätyslannoitteet eivät sisällä maan kasvukuntoa parantavaa orgaanista ainesta. Niissä kuitenkin ravinteet ovat mahdollisimman puhtaina kemiallisina yhdisteinä, jolloin pystytään välttämään esimerkiksi puhdistamolietteiden sisältämien epäpuhtauksien joutumista maaperään. Ammoniumsulfaatti on yksi esimerkki epäorgaanisesta kierrätyslannoitteesta. Se valmistetaan lannasta tai biokaasulaitoksen mädätteestä erotetusta nesteestä (nestejäte tai rejektivesi). Nesteen sisältämä liukoinen typpi erotetaan strippaamalla se ammoniakiksi, joka pestään rikkihapolla. Ammoniumsulfaattia on saatavilla nestemäisessä sekä raemuodossa. Etuna ammoniumsulfaatilla on lantaan verrattuna se, että typpi ei haihdu siitä ammoniakkinä. Ammoniumsulfaatin käyttöä rajoittaa kuitenkin sen rikkipitoisuus ja sitä tulisikin käyttää kasvin rikkilannoitustarpeen mukaisia määriä. (Berninger 2018.)

24.9.2019

Orgaanisia maanparannusaineita käytetään nimensä mukaisesti maanparannustarkoituksiin eli maaperän orgaanisen eli eloperäisen aineksen määrän lisäämiseen ja aktivoimaan maaperän mikrobitoimintaa. Ne sisältävät kuitenkin orgaanisia lannoitteita vähemmän ravinteita. Raaka-aineena voivat olla esimerkiksi metsäteollisuudesta peräisin olevat kuidut. (Seppänen, Luostarinen & Pesonen 2019.)

Biohiili voidaan lukea myös maanparannusaineeksi. Se ei kuitenkaan sellaisenaan sisällä ravinteita, mutta voi imeä itseensä ravinteita toimiessaan esimerkiksi tuotantoeläinten alustana. Biohiili toimii ravinnepestöjen ja hajujen vähentämisessä, sillä se sitoo hyvin kosteutta. (Seppänen, Luostarinen & Pesonen 2019.)

Kierrätyslannoitevalmisteet ovat olleet ominaisuuksiltaan toistaiseksi lähempänä lantoja kuin mineraalilannoitteita, mutta uusia ja pidemmälle jalostettuja tuotteita on myös tarjolla ja kehitteillä. Valmistajalla on vastuu kierrätyslannoitevalmisteen lainmukaisuudesta, turvallisuudesta ja laadusta, eikä kierrätyslannoite saa ylittää raja-arvoja ylittäviä määriä haitta-aineita. Maataloudessa käytettävälle puhdistamoliettele tai puhdistamolietepohjaisille lannoitteille tai maanparannusaineille on lisäksi omat rajoituksensa. Puhdistamolietteen maatalouskäyttö on sallittu ainoastaan sellaisella viljelymaalla, jolla kasvatetaan viljaa, sokerijuurikasta tai öljykasveja tai kasveja, joita ei yleensä käytetä ihmisravinnoksi tuoreena, syömällä maanalainen osa tai käytetä eläinten rehuksi. Esteenä kierrätyslannoitteiden käytölle on kuitenkin niiden suhteellisesti korkeampi hinta verrattuna mineraalilannoitteisiin. (Seppänen, Luostarinen & Pesonen 2019.)

4 Biopolymeeriliete fosforilannoitteena

Maanviljelyssä vesistöihin huuhtoutuvat ravinteet eivät palaudu takaisin viljelyyn vaan päätyvät usein vesistöihin aiheuttaen rehevöitymistä sekä vesistöjen sisäistä kuormitusta. Ravinteiden karkaaminen pelloilta aiheuttaa maanviljelijälle taloudellisia tappioita. Pellon ravinnetaseiden laskemisella sekä täsmälannoituksen avulla pyritään optimoimaan lannoitusmääriä sekä vähentämään ravinnehuuhtoumia. Louhittu fosfori on uusiutumaton luonnonvara ja fosforin kierrätys tulee jossain vaiheessa välttämättömäksi, viimeistään silloin, kun louhitun fosforin hinta alkaa kohota merkittävästi. Uusien menetelmien kehittäminen maatalouden vesiensuojeluun ja ravinteiden kierrättämiseen on tärkeää, jotta ruuantuotantoa voidaan kehittää entistä resurssitehokkaammaksi.

Biopolymeerit (esim. kitiini, tanniini, ligniini, tärkkelys) ovat eliöiden tuottamia orgaanisia molekyylejä, joita voidaan jalostaa ja käyttää vesien käsittelyssä saostuskemikaaleina. Biopolymeerit voidaan jakaa hiilihydraatteihin, proteiineihin ja nukleiinihappoihin. Etuna näillä biopolymeereillä on perinteisiin rauta- tai alumiinipohjaisiin saostuskemikaaleihin biohajoavuus ja raskasmetallittomuus, minkä ansiosta niihin sitoutuneet ravinteet ovat helpommin kasvien käytettävissä, eikä liete sisällä raskasmetalleja. (SYKE, 2017).

24.9.2019

4.1 Teoreettinen potentiaali ja taloudelliset mahdollisuudet

BioP-hankkeessa testattiin tanniinipohjaista biopolymeeriä fosforin saostuksessa. Hankkeen laboratorio- sekä pilottikokeiden tulosten perusteella tanniini saosti tehokkaasti tutkitusta vedestä liukoista fosforia, fosforireduktio oli jopa 80-90 %. Pilottikokeissa biopolymeeriliete kertyi laskeutusaltaaseen, josta liete kerättiin pumpulla. Käytännön mittakaavassa lietettä voitaisiin kerätä esim. lietevaunulla. Biopolymeerilietettä voidaan kuljettaa ja levittää peltoon samalla kalustolla kuin perinteistä lietelantaakin. Näin ollen maatiloilla ei tarvitsisi investoida uutta kalustoa biopolymeerilietteen kuljetukseen tai levitykseen.

Pilottikokeissa muodostunut biopolymeerilietteen kuiva-ainepitoisuus oli vain noin 1-2 %, kun se lietelannassa on 5-10 %. Tarvaalan pilottikohteessa biopolymeerilietteen kokonaisfosforipitoisuus oli vain 1,7 g/kg/ka, kun se esimerkiksi lietelannassa on noin 9 g/ka/ka. (Huusko & Jäppinen 2015). Lisäksi tämän hankkeen tulosten perusteella havaittiin, että suurin osa biopolymeerilietteen fosforista oli sitoutunut kasveille käyttökelvottomaan muotoon, joten jatkossa olisi tarpeen selvittää, miten liete hajoaa ja ravinteet voisivat vapautua kasvien käyttöön. Tarvaalan pilottikohteessa käsiteltävän veden kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin 84,3 µg/l, josta fosfaattifosforin osuus oli noin 50 %.

Tämän hankkeen tulosten perusteella (lopulliset tulokset esitellään Vesitalous-lehdessä sekä hankkeen loppuraportissa) biopolymeerimenetelmän käyttökustannukset ovat liian korkeat suhteessa saatuun lannoitehyötyyn. Menetelmän kannattavuutta voisi lisätä puhdistettavan veden korkea fosforipitoisuus sekä menetelmän käyttö valumavesien suurten kuormituspiikkien aikana. Biopolymeerimenetelmä voisi olla yksi vaihtoehto liukoisen fosforin saostamisessa pistemäisestä kuormituslähteestä lyhyen ajan sisällä.

24.9.2019

5 Lähteet

- Berninger, K. Ravinteiden kierrätys Suomessa- Koskeeko minua? 2018. https://www.tyrskyconsulting.fi/wp-content/uploads/2018_ravinteiden_kierratys_suomessa.pdf. Viitattu.7.8.2019.
- Biopolymeerien hyödyntäminen vesienkäsittelyssä ja ravinteiden kierrättämisessä (BioP). 2017. SYKE. Viitattu 8.8.2019. <https://www.syke.fi/hankkeet/biop>.
- Huusko, J. & Jäppinen, T. 2015. Lietelannan separoinnin kannattavuus lypsykarjatilalla. Opinnäytetyö. Savonia –ammattikorkeakoulu.
- Lannoite ja rehu.2019. Mikä on orgaaninen ja mineraalilannoite. Tärkeimmät lannoitetyypit. <https://stazip.ru/fi/fertilizer-and-feed/what-is-organic-and-mineral-fertilizers-main-types-of-fertilizers>. Viitattu 15.8.2019.
- Leppämäki, A. 2019. Biopolymeerien käyttö vesien puhdistuksessa ja ravinteiden kierrätyksessä. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019052913236>
- Junnola, N. & Peltonen, S. 213. Kasvien ravinteiden otto, sadon ravinteet ja sadon määrän arviointi. ProAgria. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/>. Viitattu.6.6.2019
- Kerminen, A. 2017. Lantojen ja orgaanisten lannoitevalmisteiden täydentäminen mineraalilannoitteilla.
- Kuinka paljon fosforia sato tarvitsee. 2012. Farmit. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2012/12/26/kuinka-paljon-fosforia-sato-tarvitsee>.Viitattu. 5.6.2019
- Riiko, K, 2014. Lantaravinteet kiertoon yhteistyöllä ja tekniikalla. Farmit. https://www.jarki.fi/sites/default/files/farmi_8_2014_jarki-lanta.pdf.Viitattu. 4.7.2019.
- Salmi, S. 2018. Testiviljelyn tulokset: Kierrätyslannoite on tehokas vaihtoehto kemialliselle, ja se on hyvä uutinen myös Itämerelle. Yle Uutiset 31.8.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10377233>. Viitattu. 7.8.2019.
- Seppänen, A-M, Luostarinen, S & Pesonen, L. Kierrätyslannoitus. Suunnittelu, käytännöt ja mahdollisuudet tulevaisuudessa. 2019. LUKE Luonnonvarakeskus.
- Suomen ympäristökeskus (SYKE) 2017. Biopolymeerien hyödyntäminen vesienkäsittelyssä ja ravinteiden kierrättämisessä (BioP). <https://www.syke.fi/hankkeet/biop>. Viitattu 24.9.2019