HYKERRYS 3–HYVÄN SADON KIERRÄTYSLANNOITUSHANKE 3 2021-2022

LOPPURAPORTTI

Mari Unnbom, Juha Helenius,
Priit Tammeorg

Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin
Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
MAASEUTU 2020

Sisällys

1 HANKKEEN TIEDOT 2
2 TIIVISTELMÄ 2
3. RAPORTTI 4
3.1 Hankkeen tavoitteet 4
3.2 Toteutus 5
3.2.1 Toimenpiteet 5
3.2.2 Aikataulu 8
3.2.3 Resurssit 9
3.2.4 Toteutuksen organisaatio 9
3.2.5 Kustannukset ja rahoitus 10
3.2.6 Raportointi ja seuranta 11
3.2.7 Toteutusoletukset ja riskit 11
3.4 Tulokset ja vaikutukset 13
3.4.1 Yhteenveto kokeessa käytettyjen kierrätyslannoitteiden toimivuudesta peltokasvien sadonmuodostuksessa 17
4. ESITYKSET JATKOTOIMENPITEIKSI 20
5. ALLEKIRJOITUKSET 22
LÄHTEET 23
LIITTEET 24

1 HANKKEEN TIEDOT

Hankkeen nimi: Hyvän sadon kierrätyslannoitus 3 (HYKERRYS3)
Hankenumero: 145441
Toteuttaja: Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti
Ohjelma: Mannersuomen maaseudun kehittämisohjelma 2014-2020
Ohjelman toimenpide: 16.10 Muut yhteistyöhankkeet
Ohjelman alatoimenpide: Tiedonhankintahanke, teollinen tutkimus (tuki 80 %)
Hankkeen toteutusalue: Paikallinen/Alueellinen
Ohjausryhmä: Hankkeelle on asetettu kehittämisryhmä

2 TIIVISTELMÄ

Hyvän Sadon Kierrätyslannoitus-hankkeissa tutkittiin erilaisista biomassoista jalostettuja kierrätyslannoitteita, maanparannusaineita ja kierrätyslannoituskonsepteja viisivuotisessa peltokokeessa vuosina 2016–2021. Hankkeiden tavoitteet olivat (1) demonstroida suomalaisille viljelijöille kierrätyslannoituksen vaihtoehtoja, toteutustapoja ja toimivuutta (jätevesiliete-, mädäte-, komposti-, lantapohjaiset eri tavoin tuotteistetut lannoitteet), (2) vertailla sato-, ravinne- ja ympäristötehokkuus- sekä taloudellisen tuloksen mittareilla erilaisia kierrätyslannoituskonsepteja sekä (3) edelleen kehittää kierrätyslannoitteita ja -lannoitusta peltoviljelyyn.

HYKERRYS 3-hanke jatkoi Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmasta rahoitetussa HYKERRYS-hankkeessa (2016–2019) syksyllä 2016 perustetun demonstraatio- ja koekentän toimintaa Helsingin kaupungin omistamalla Haltialan tilan Laamannintien varren peltolohkolla. Vuosina 2019–2020 koe toteutettiin Ympäristöministeriön myöntämällä rahoituksella Ravinteiden kierrätyksen edistämistä ja Saaristomeren tilan parantamista koskevasta ohjelmasta. HYKERRYS 3-hankkeessa toteutettiin kasvukaudella 2021 peltokokeen viimeisen, viidennen vuoden viljelykierron vaiheet. Kokeessa käytetyt kierrätyslannoitteet edustivat määriltään ja ravinnepitoisuuksiltaan merkittävimpiä kierrätyslannoitteiden raaka-aineita metsä- ja elintarviketeollisuudesta, maataloudesta sekä yhdyskuntajätteiden prosessoinnista karjanlanta pois

lukien. Kasvukauden aikana härkäpapu-, ohra ja vehnäkasvustoista kerättiin ja maasta mitattiin erilaisia näytteitä täydentämään viiden vuoden ajalta kerättyä aineistoa.

Kokeessa hankkeeseen osallistuvat yritykset ja Yliopiston tutkijat ovat yhdessä kehittäen toteuttaneet erilaisten kierrätyslannoitteiden ja -maanparannusaineiden sekä niiden logistiikan ja peltolevityksen (käytön) menetelmiä. Yrityksillä on ollut julkinen intressi tuoda esille kierrätyslannoituksen mahdollisuuksia, toimintaa ja toteutustapoja, ja kehittämistyö on ollut yhteistä kokemusten ja havaintojen jakamista sekä mahdollisuuksien kartoitusta. Hanke järjesti pellonpiennarpäivän ja hankkeen tuloksista julkaistiin ammattilehtiartikkeleita sekä blogikirjoituksia. HYKERRYS 3-hankkeen tuloksista on tekeillä kaksi maisterintutkielmaa ja kokonaisuudessaan HYKERRYS-peltokokeen aineistoa on käytetty jo kymmenessä valmistuneessa pro gradu-tutkielmassa. Hankkeen yhteistyöyritykset saivat hankkeesta arvokasta tietoa kierrätyslannoitetuotteidensa toimivuudesta ja maaperävaikutuksista peltokasvien viljelyssä.

Yhteistyöhankkeessa olivat mukana Helsingin yliopisto, Helsingin kaupungin Haltialan tila, Lantmännen Agro Oy, HSY Vesihuolto sekä HSY Jätehuolto ja Soilfood Oy. Kokeen kierrätyslannoitevalmisteet olivat erilaisia lihaluujauhoja, eri sivuvirroista peräisin olevia nestemäisiä orgaanisia lannoitteita, teollisuuden jätevesistä talteen otettua ammoniumsulfaattia, biokaasutuksen lopputuotteita, metsäteollisuuden sivuvirtoja sekä yhdyskuntajätepohjaisia komposteja. Koeruutujen muunneltavuuden ansiosta yhteistyöyritykset pystyivät testaamaan ruuduillaan sekä samojen tuotteiden toimivuutta pitkällä aikavälillä ja eri kasvukausien sääolosuhteissa, että uusia tuotteita testaus- ja kehittämisluonteisesti. Kasvukaudella 2021 koepellolla testattiin kolmea uutta kierrätyslannoitevalmistetta: Lantmännen Agro testasi koeruuduillaan kananlantapohjaista Fertilex 5-1-2 pellettiä sekä lihaluujauhopohjaista Luomulannoite 10-3-1:tä ja HSY:n vehnäruuduilla testattiin pilottilaitoksen tuottamaa pyrolysoitua puhdistamolietettä, joka oli sekoitettu biojätekompostiin.

Hankkeen tulokset täydensivät aikaisempien vuosien tuloksia siitä, että niillä kierrätyslannoitteilla, joissa typpeä on riittävästi ja hiilen ja typen suhde on sopiva, on mahdollista saada määrältään ja laadultaan väkilannoitteita vastaavia satoja rukiilla, kauralla, ohralla, härkäpavulla ja viherlannoitusnurmilla. Kasvukausien sääolosuhteet ovat olleet hyvin vaihtelevia, ja varsinkin kuivina kasvukausina sadot jäivät niukoiksi. Kuivinakaan vuosina kierrätyslannoitteet eivät kuitenkaan jääneet mineraalilannoitteiden jalkoihin, vaan niillä saatiin pääosin samansuuruisia satoja väkilannoitteiden kanssa, kun vesi oli kasvukaudella rajoittavana tekijänä.

Kierrätyslannoitteilla on myös pienemmät elinkaariset ympäristövaikutukset kuin mineraalilannoitteilla. Edeltävän HYKERRYS2:n tulosten perusteella kierrätyslannoitteiden elinkaarinen kasvihuonekaasupäästö on tuotettua satokiloa sekä viljeltyä hehtaaria kohden noin puolet tai vähemmän verrattuna mineraalilannoitukseen (Kyttä ym. 2021). Hankkeessa seurattiin myös maan hiilipitoisuuden muutosta. Hiilipitoisuus nousi tilastollisesti merkitsevästi suurimmilla hiililisäysmäärillä. Maan hiilipitoisuuden kehityksen seuraaminen hankekauden jälkeenkin on mahdollista, sillä koeruudut on paikannettu ja ne tulevat olemaan ainakin seuraavat kolme vuotta nurmella.

3. RAPORTTI

3.1 Hankkeen tavoitteet

HYKERRYS 3-hanke jatkoi vuonna 2016 aloitettujen Hyvän Sadon Kierrätyslannoitus-hankkeiden tavoitteiden toteuttamista, jotka olivat (1) demonstroida suomalaisille viljelijöille kierrätyslannoituksen vaihtoehtoja, toteutustapoja ja toimivuutta (jätevesiliete-,mädäte-, komposti-, lantapohjaiset eri tavoin tuotteistetut lannoitteet), (2) vertailla sato-, ravinne- ja ympäristötehokkuus- sekä taloudellisen tuloksen mittareilla erilaisia kierrätyslannoituskonsepteja sekä (3) Edelleen kehittää kierrätyslannoitteita ja -lannoitusta peltoviljelyyn. HYKERRYS 3-hankkeessa tavoitteena oli toteuttaa viisivuotisen viljelykierron viimeinen kasvukausi ja kerätä yhteen tuloksia koko hankeajalta.

Pitkällä aikavälillä hankkeen ylemmän tason tavoitteet olivat (1) lisätä kierrätettyjen ravinteiden käyttöä maataloudessa kasvattamalla viljelijöiden osaamista ja tietotaitoa aihepiiristä sekä hälventämällä kierrätyslannoitteisiin liittyviä ennakkoluuloja, ja (2) nostaa viljelijöille tarjolla olevien kierrätyslannoitteiden laatua ja käytettävyyttä tuottamalla kierrätyslannoitetuottajille ja muille alan toimijoille (mm. orgaanisten jätteiden käsittelijät) oleellista tietoa erilaisten kierrätyslannoitteiden toiminnasta peltoviljelyssä.

Hanke toteutettiin yhteistyönä kierrätyslannoitusalan yritysten kanssa. Osallistuvien yritysten kannalta tavoitteena on ollut julkisen tiedon tuottaminen kierrätyslannoituksen eduista ja mahdollisuuksista viljelijöille. Yhdessä yhteistyöyritysten kanssa tavoitteena on ollut kehittää kierrätyslannoitusta ja viljelymenetelmiä paremmiksi käytännöiksi ympäristön kannalta, ml. vesistöjen ravinnekuormituksen pienentäminen sekä ilmastonmuutoksen hillitseminen sekä siihen sopeutuminen. Hanke on liittynyt valtakunnalliseen kärkihankkeeseen Ravinteet kiertoon - vesistöt kuntoon, ja alueellisiin (esim. Suomenlahden ja Saaristomeren alueita koskeviin) ohjelmiin ja

hankkeisiin maatalouden ravinnekuormituksen vähentämiseksi. Hanke oli yhteensopiva mm. Uudenmaan ELY-keskuksen RAKI-hankkeen tavoitteiden kanssa. Valtakunnallisesti hanke liittyi läheisesti ravinteiden kierrätyksen ohjelman (2020–2026) tavoitteisiin.

3.2 Toteutus

3.2.1 Toimenpiteet

Hankkeen koekenttä perustettiin Helsingin kaupungin Haltialan tilan Laamannintien varrella sijaitsevalle peltolohkolle (60°26’ N, 24°96’ "E) syksyllä 2016. Koekenttä jaettiin neljään kolme kasvilohkoa sisältävään kerranteeseen (kuva 1). Jokaiseen kasvilohkoon perustettiin viisi pääruutua, yksi jokaiselle hankekumppanille sekä yliopiston kontrolliruutu. Koekentällä on toteutettu viisivuotista viljelykiertoa (ruis – härkäpapu – kaura nurmialuskasvilla – viherlannoitusnurmi – ohra) siten, että kolme kierron vaihetta on ollut aina yhtäaikaisesti edustettuna. Viljelykierto jakautui vuosille 2016–2021, joista Manner-Suomen maaseudun kehittämisrahastosta toteutettiin kasvukaudet 2017, 2018 ja 2021. Kasvukausien 2019–2020 toteutus rahoitettiin Ympäristöministeriön RAKI-rahoituksesta.

Kuva 1. Ilmakuva HYKERRYS-hankkeen koekentästä kesällä 2017. Kuva: Eetu Virtanen (2017).

Satokasvit ja lajikkeet sekä kasvinsuojelutoimenpiteet olivat kaikille osallistujille samat, mutta muuten yhteistyöyritykset suunnittelivat kierrätyslannoitteilleen ja maanparannusaineilleen omaan konseptiinsa sopivat lannoitussuunnitelmat, jotka toteutettiin jokaiselle yritykselle varatuilla ruuduilla. Helsingin yliopiston pääruudut toimivat kontrolliruutuina, joihin kierrätyslannoitekäsittelyitä verrattiin. Verrokkikäsittelyinä oli lannoittamaton kontrolliruutu, väkilannoitettu käsittely sekä kolmella eri typpitasolla lannoitetut kontrollit. Yhteistyöyritykset saivat halutessaan jakaa pääruutunsa kahteen tai neljään osaruutuun, mikä on mahdollistanut useamman lannoituskäsittelyn testaamista kullakin kasvukaudella.

Kasvukaudella 2021 Soilfood Oy käytti ruuduillaan lietemäistä biokaasumädätettä (Väkevä Ravinneseos) ja neljää erilaista nestemäistä orgaanista lannoitetta (Boost-tuotteet). Lantmännen Agro Oy jatkoi aikaisemmilla hankekaudella Ecolan Oy:n koeruuduilla rakeisella Luomulannoite 10-3-1 lihaluujauholannoitteella ja kanalantapohjaisella Fertilex 5-1-2-lannoitteella, joilla oli myös patenttikalilla tai kaliumsulfaatilla täydennetyt käsittelyt. HSY:n ruuduilla käytettiin typpilannoitteena ammoniumsulfaattia. Vehnälle levitettiin ennen kylvöä neljää erilaista yhdyskuntajätepohjaista kompostia: tuorekompostia, biojätekompostia, maanparannuskompostia ja lietehiilellä täydennettyä biojätekompostia. HSY:n lietehiilikompostia testattiin ensimmäistä kertaa käytännön viljelyssä kasvukaudella 2021. Lietehiili on tuotettu pyrolyysillä jätevesilietteestä ja tuotteen tyyppinimihakemuksessa käytettiin muiden ohessa HYKERRYS 3-hankkeen tuloksia lietehiilen toimivuudesta. Lannoituksen levitysmäärät, ravinnemäärät ja käsittelyiden tarkempi kuvaus ovat liitteessä 1.

Koeruuduilta kerättiin monipuolisesti aineistoa jokaisena kasvukautena. Orastiheyksien lisäksi ruuduilta mitattiin esimerkiksi maan tiivistymistä (Eijkelkamp Penetrologger, Eijkelkamp Agrisearch Equipment, Giesbeek, Alankomaat), epäsuoria lehtivihreäpitoisuuksia (Minolta SPAD-502, Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japani) ja lehtialaindeksiä (SS1 SunScan Canopy Analysis System, Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK).

Kasvustoista kukintavaiheessa kerätyistä biomassanäytteistä määritettiin kasvien ravinteiden otto kuivatuhkauksen jälkeen ICP-analysaattorilla (ICP-OES; Thermo-Fisher iCAP6500, Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK) sekä hiili-typpisuhde LECO 828 CN analysaattorilla (Leco Corporations, Michigan, Yhdysvallat). Kasvuston muodostusta sekä rikkakasvi- ja tuholaistilannetta seurattiin viikoittain koko kasvukauden ajan.

Hankkeessa on lähtötilanteessa ja vuosittain mitattu maan ravinnepitoisuudet koeruuduittain, samoin on vuosittain seurattu maan fysikaalista (penetrometrinen vastus, lämpötila, kosteus) ja biologista (bakteerien ja sieniyhteisöjen luonnehdinta; kasvihuonekaasupäästöista tehtiin mittauksia aiempina vuosina) tilaa. Lisäksi on laskettu ravinnetaseet ja kierrätyskertoimet, arvioitu kuormituspotentiaali ilmaan ja vesiin, sekä mitattu sadon määrä ja laatu sekä taloudellinen tulos. Syksyllä 2021 toistettiin vuonna 2016 otetut pohjamaanäytteenotot.

Hanke järjesti 2.8.2021 pellonpiennarpäivän viljelijöille ja muille sidosryhmille. Tapahtumassa hankkeen yhteistyökumppanit esittelivät omien koeruutujensa äärellä lannoitussuunnitelmiaan, tuotteitaan ja kierrätyslannoituskonseptejaan ja Helsingin yliopiston tutkijat kertoivat hankkeen tutkimuksellisesta puolesta (kuva 2). Lisäksi tuotteitaan ja palveluitaan oli esittelemässä maatalous- ja puutarha-alan laboratoriopalveluita tarjoava Hortilab Oy ja maaperän olosuhteisiin langattomia monitorointijärjestelmiä tarjoava Soil Scout Oy. Pellonpiennarpäivän kutsu on liitteessä 2.

Kuva 2. Kesän 2021 pellonpiennarpäivän alkupuheenvuoron piti hankkeen johtaja Juha Helenius.

Tuleentuneista kasvustoista kerättiin biomassanäytteet juurineen, joista määritettiin talven aikana kasvustojen satokomponentit. Koeruuduilta puitiin koeruutupuimurilla 10 m^2 kokoiset satonäytteet. Sadot kuivattiin lavakuivurissa ja niistä lajiteltiin rikkakasvien siemenet. Jyvä- ja siemennäytteistä määritettiin kuiva-aine kuivaamalla 1 gramman näytettä 16–18 tuntia 105 °C:ssa ja punnitsemalla näytteet kuivauksen jälkeen. Näytteistä määritettiin myös tuhannen jyvän paino (Pfeuffer Contador®, Pfeuffer GmbH, Kitzingen, Saksa) sekä sadon laatuparametrit NIRanalysaattorilla (Perten DA 7200 near infrared spectroscope, Perten Instruments, Huddinge, Sweden). Puintien jälkeen koeruuduilla ruuduilta otettiin maanäytteet.

Härkäpavun satoja ei pystytty puimaan, sillä kasvustoissa oli liian paljon sivuversoista muodostunutta vihreää massaa, joka olisi tukkinut puimurin. Härkäpavun sadot laskettiin lokakuussa kerätyistä satokomponenttinäytteistä.

Kerätyn aineiston analysointi painottui syksyyn ja alkutalveen. Loppusyksynä 2021 maataloustieteiden osaston teknisen henkilöstön muutoksista johtuen hankkeelle haettiin jatkoaikaa maaliskuun loppuun asti. Ostopalveluiden budjettiylijäämää ohjattiin muutoshakemuksella koordinaattorin palkkoihin jatkajalle. Budjettiylijäämää oli muodostunut suunniteltua alhaisemmista pohjamaanäytteiden analyysikustannuksista.

Kasvukauden ja hankkeen kulkua seurattiin hankkeen blogissa ja sosiaalisessa mediassa Twitterissä, Facebookissa ja Linkedinissa. Koska ravinteiden kierrätys kiinnostaa laajasti myös maailmalla, hankkeen viestinnässä hyödynnettiin agroekologian tutkimusryhmän kansainvälisiä verkostoja, kuten Suomen Biohiiliyhdistyksen ja AgriChar-ryhmän verkkoviestintäkanavia. Hankkeesta kirjoitettiin Käytännön Maamiehen numeroon 3/2021 ja kasvukauden 2021 tuloksista kirjoitettiin ammattilehtiartikkeli Luomulehden numeroon 1/2022.

3.2.2 Aikataulu

Hankkeen toteutusaika oli 01.01.2021–31.03.2022. Hankkeen alkuperäinen päättymisajankohta oli 31.12.2022, mutta hankkeelle haettiin kolmen kuukauden jatkoaika, jotta kaikki luvatut analyysit saatiin tehtyä ja laskutettua. Helsingin yliopiston maataloustieteiden osastolla oli loppuvuonna 2021 henkilöstömuutoksia, jotka viivästyttivät hiili-typpianalyysien ja kasvien ravinteiden oton analyysien tekemistä ja laskutusta.

3.2.3 Resurssit

Helsingin yliopisto on Suomen suurin yliopisto, jolla on ollut kaikki hankkeen toteuttamiselle välttämätön taloudellinen, hallinnollinen ja tekninen pääoma ja infrastruktuuri. Helsingin yliopiston maataloustieteiden osasto on alan johtava monitieteinen maatalousalan tieteellistä tutkimusta ja siihen perustuvaa opetusta harjoittava yliopistollinen osasto Suomessa. Ruralia-instituutti on saman tiedekunnan toinen, hankkeen toteutukseen osallistunut osasto: instituutti on maaseutututkimukseen ja maaseudun kehittämiseen keskittynyt yksikkö, jonka kestävien ruokajärjestelmien tutkimusalaan hanke sijoittui.

Hankkeen vastuullinen johtaja on agroekologian professori Juha Helenius. Vuodesta 1996 alkaen hän on johtanut useita tutkimus- ja kehityshankkeita yritysten kanssa. Hankkeessa on asiantuntijana mukana myös agroekologian dosentti, kasvinviljelytieteen yliopistonlehtori Priit Tammeorg. Hän on hankkeessa keskittynyt erityisesti maan viljavuuden, kasvien ravinneoton ja sadonmuodostukseen liittyvään tutkimukseen. Hän ja Helenius ovat ohjanneet hankkeessa useita pro gradu töitä. Tammeorg ohjaa myös MSc Jure Zrimin ravinnekiertoihin ja maaperäpieneliöstöön liittyvää väitöskirjatutkimusta ja on esittänyt hankkeen tuloksia useilla kansallisilla ja kansainvälisillä tapahtumilla, esim. ProAgrian asiantuntijakoulutuspäivillä. Taloustieteiden laitokselta hankkeen toteutukseen on osallistunut maatilatalouden asiantuntijana professori Timo Sipiläinen, ja elintarvike- ja ympäristötieteiden laitokselta maaperätieteen asiantuntijana emeritusprofessori Markku Yli-Halla, sekä maaperäbiologian asiantuntijana ympäristötieteiden osaston professori Kristina Lindström.

Hanke on pystynyt hyödyntämään laajasti Helsingin yliopiston maataloustieteiden osaston laboratoriotiloja ja -välineistöä koetoiminnassa. Osaston laboratorioresursseja hyödyntämällä koepellolta kerättyä näyteaineistoa on voitu analysoida kustannustehokkaasti. Ulkopuolisia laboratoriopalveluita käytettiin niiden analyysien kohdalla, joita yliopiston tiloissa ei voitu analysoida. Laboratorioiden tarjoamat analyysit on vuosittain kilpailutettu maataloustieteiden laitoksen toimesta.

3.2.4 Toteutuksen organisaatio

Hankkeen hakija ja toteuttaja oli Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti. Hankkeen vastuullisena johtajana toimi agroekologian professori Juha Helenius ja koordinaattorina MMM Mari Unnbom. Kasvinviljelytieteen yliopistolehtori dosentti Priit Tammeorg sekä maatalousekonomian

professori Timo Sipiläinen olivat hankkeessa asiantuntijatehtävissä. Tutkimusteknikko Markku Tykkyläinen avusti koekentällä kokeen toteuttamisessa muun muassa vastaamalla kylvöistä ja kasvinsuojelusta.

Hanke palkkasi kolme maataloustieteiden maisterivaiheen opiskelijaa harjoittelijoiksi. Harjoittelijat avustivat käytännön peltotöissä, kuten lannoituksissa ja kylvöissä, tekivät hankesuunnitelman mukaisia mittauksia ja näytteenottoja koeruuduilta sekä analysoivat näytteitä. Hanke on tarjonnut opiskelijoille myös mahdollisuuden suorittaa Työskentely tutkimusryhmässä-opintojakson opintopistemäärää vastaavan harjoittelun. Hanke teki yhteistyötä ranskalaisen maatalousalan insinöörikoulutuksen oppilaitoksen UniLaSallen kanssa tarjoamalla neljälle opiskelijalle mahdollisuuden suorittaa hankkeessa kolmen kuukauden kansainvälisen harjoittelun syyslukukaudella 2021.

Hankkeen kehittämisryhmän tehtävänä oli hankkeen toteutumisen seuranta ja siihen liittyvä neuvonta ja ohjaus. Kehittämisryhmässä oli edustaja kaikista yhteistyöyrityksistä, rahoittajan edustaja sekä hankkeen koordinaattori ja vastuullinen johtaja. Kehittämisryhmä kokoontui kahdesti, kesäkuussa 2021 ja maaliskuussa 2022.

3.2.5 Kustannukset ja rahoitus

Hanke rahoitettiin ELY-keskuksen myöntämällä kehittämishanketuella (80% tuki) sekä omarahoituksella (20%). Omarahoitusosuuden maksoivat osallistuvat yritykset tasaosuuksin. Hankkeen hyväksytty kokonaisrahoitus oli 100 000 euroa (taulukko 6).

Taulukko 6. Hankkeen kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma

Kustannuslaji	**Haettu/toteutunut**
Palkat	68 793
Ostopalvelut	12 955
Muut välittömät kulut	1741,68
laskennalliset yleiskustannukset, 24 %	16510,32
Kustannukset yhteensä	100 000
Rahoitus	
muu julkinen tuki (Ruralia)	10000
yksityinen rahoitus	20000
julkinen rahoitus	70000
yhteensä	100000

3.2.6 Raportointi ja seuranta

Hanke ilmoitti seurantatiedot ELY-Keskukselle HYRRÄ-palvelussa. Kehittämisryhmä ja hankepartnerit kokoustivat kahdesti hankkeen toteuttamisaikana. Kokouksista kirjoitettiin muistiot, jotka toimitettiin osallistujille.

Hankkeen edistymistä on seurattu hankkeen blogialustalla, sosiaalisen median kanavilla ja ammattilehtiartikkeleissa. Hanketta käsiteltiin Käytännön Maamiehen numerossa 3/2022 ja kasvukauden 2021 tuloksia käsiteltiin Luomulehden numerossa 1/2021. Hankkeen tuloksista on käsikirjoitusvaiheessa kaksi maisterintutkielmaa.

3.2.7 Toteutusoletukset ja riskit

HYKERRYS 3-hankkeen toteuttamiseen liittyvät pääasialliset riskit liittyivät Covid-19 pandemian aiheuttamiin riskeihin ja rajoituksiin. Helsingin yliopiston maataloustieteiden osastolla oli kuitenkin hyvä ohjeistus ja työtilanteissa hankkeen harjoittelijat ja koordinaattori noudattivat turvallisuusohjeita tartuntojen ehkäisemiseksi. Yliopiston tiloissa noudatettiin rajoitettua henkilömääriä, joka viivästytti joidenkin töiden valmistumista, mutta kaikki hankesuunnitelmassa luvatut analyysit saatiin kuitenkin tehtyä.

Peltokokeiden onnistumista säätelevät myös satunnaiset tekijät, kuten sääolosuhteet ja taudit ja tuholaiset. Riskinä kokeen viljelykasvien satojen onnistumiselle voivat olla poikkeukselliset sääolosuhteet, kuten taimettumisen aikainen halla, pitkään jatkuva kuivuus tai poikkeuksellisen runsaat sateet. Syksyn 2020 runsaat sateet syysviljojen kylvöaikaan estivät viljelykierron viimeisen ruiskasvuston kylvön. Keväällä 2021 rukiin tilalle kylvettiin kevätvehnä. Rukiin kylvön epäonnistuminen oli valitettavaa, sillä kokeen lannoitussuunnitelmissa valtaosa maanparannusaineista ja yhdyskuntajätepohjaisista komposteista on levitetty syysrukiin alle. Lannoitussuunnitelmaa pystyttiin kuitenkin muokkaamaan yhdyskuntajätepohjaisten kompostien osalta niin, että ne levitettiin keväällä.

Kevään 2021 runsaat sateet viivästyttivät kylvöjä. Toukokuussa 2021 satoi 92,2 mm, mikä on kaksi kertaa enemmän kuin pitkän aikavälin keskiarvo. Edellinen sadantaennätys, 86 mm Helsinki-Vantaan mittauspisteellä oli vuodelta 1996. Yksi pääruutu jouduttiin liiallisen

märkyyden vuoksi jättämään kylvämättä. Ruudun kuivuttua sille kylvettiin sama satokasvi, mutta eriaikaisen kylvön vuoksi ruudun tuloksia ei otettu mukaan aineistoon. Maan märkyys keväällä heikensi orastumista härkäpavulla ja ohralla. Kesäkuun kuivuus ja kuumuus verotti erityisesti härkäpavun kasvua ja kehitystä. Myös viljoilla korrenkasvu tyrehtyi ja jyväntäyttymisvaihe jäi lyhyeksi.

3.3 Yhteistyökumppanit

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY on kuntayhtymä, joka tuottaa vesi- ja jätehuollon palveluja. HSY hyödyntää puhdistamolietteitä, kuitu- ja biolietteitä sekä biojätettä kompostoimalla. HSY:n lannoitussuunnitelmassa HYKERRYS-hankkeessa syysrukiin alle levitetään neljää eri kompostivalmistetta. Muissa kierron vaiheissa lannoitteena on käytetty jätevesistä stripattua ammoniumsulfaattia.

Soilfood Oy jalostaa metsä-, energia-, bioenergia-, elintarvike-, kaivos-, kemian- ja ympäristöteollisuuden sivuvirtoja ja -tuotteita hyödynnettäväksi maatalouteen lannoitteiksi ja maanparannusaineiksi. HYKERRYS-hankkeessa Soilfoodin viisivuotiseen lannoitussuunnitelmaan kuuluvat syysrukiin alle levitettävät maanparannuslannokset ja ravinnekuidut, viljojen kevätlannoituksissa käytetyt biokaasutuksessa syntyvät mädätejäännökset sekä elintarviketeollisuuden sivuvirroista jalostetut orgaaniset nestelannoitteet.

Lantmännen Agro Oy on maatalouskauppaketju, joka osallistui HYKERRYS 3-hankkeeseen kahdella kierrätysravinnevalmisteella. Yritys jatkoi vuodesta 2017 mukana olleen Ecolan Oy:n ruuduilla samantyyppisellä lannoitussuunnitelmalla kuin edeltäjänsä.

Hankkeen koekenttä sijaitsee Helsingin kaupungin Haltialan tilan Laamannintien varrella olevalla peltolohkolla. Helsingin kaupungin kanssa on sovittu, että HYKERRYS-koeruudut saavat olla nurmella seuraavat vuodet ilman lannoitusta, joka mahdollistaa jatkotutkimuksen muun muassa kierrätyslannoituksen ja maanparannusaineiden pitkän aikavälin vaikutuksista maan hiilipitoisuuteen sekä mikrobi- ja sieniyhteisöihin.

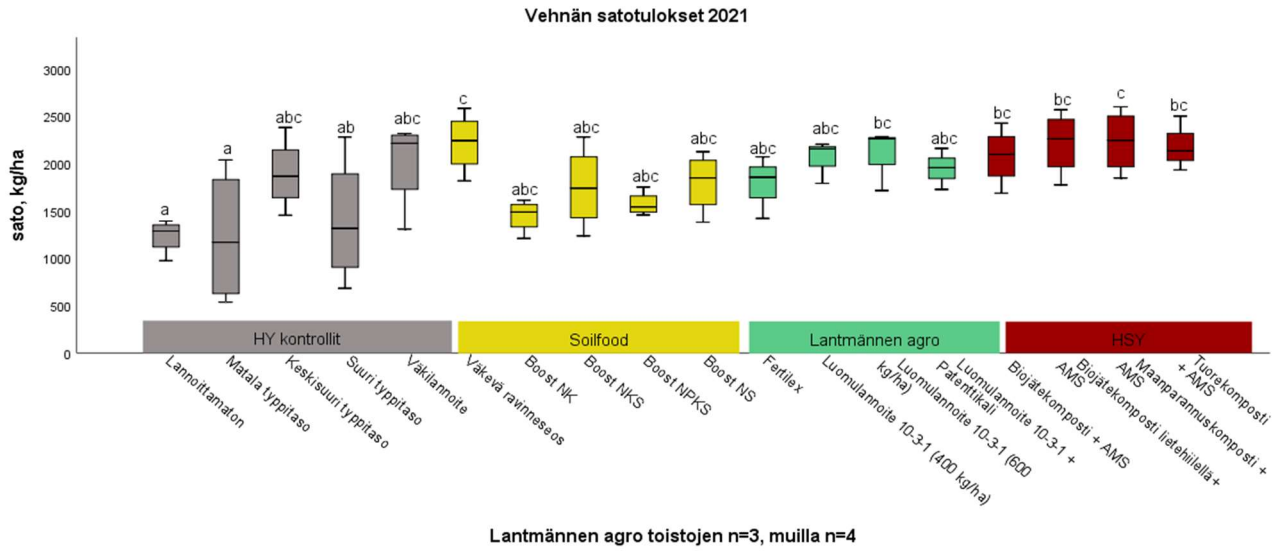
3.4 Tulokset ja vaikutukset

Hankkeen tavoitteet olivat (1) demonstroida suomalaisille viljelijöille kierrätyslannoituksen vaihtoehtoja, toteutustapoja ja toimivuutta (jätevesiliete-, mädäte-, komposti-, lantapohjaiset eri tavoin tuotteistetut lannoitteet), (2) vertailla sato-, ravinne- ja ympäristötehokkuus- sekä taloudellisen tuloksen mittareilla erilaisia kierrätyslannoituskonsepteja sekä (3) Edelleen kehittää kierrätyslannoitteita ja -lannoitusta peltoviljelyyn.

Hyvän Sadon Kierrätyslannoitus 3-hankkeessa toteutettiin viljelykierron viimeinen, viides kasvukausi vuonna 2016 perustetulla koe- ja demonstraatiokentällä Helsingin kaupungin Haltialan tilan Laamannintien varrella sijaitsevalla koekentällä. Koekentällä oli edustettuna laaja valikoima erilaisia kierrätyslannoitteita maa-, metsä-, elintarvike ja bioenergiateollisuudesta sekä yhdyskuntajätteiden käsittelystä. Kierrätettyjä ravinteita verrattiin eri mittareilla (mm. sato, sadon määrä, ravinteiden otto) kontrollikäsittelyihin, jotka olivat lannoittamaton kontrolli, väkilannoitekontrolli sekä kolme typpiporrasta.

Peltokokeen toteutus onnistui haastavista sääolosuhteista huolimatta. Kevään sateisuus viivästytti hieman kylvöjä ja yksi pääruutu vehnällä jouduttiin jättämään kylvämättä märkyyden vuoksi. Kaikista satokasveista ja lannoituskäsittelyistä saatiin kasvukauden aikana otettua tavoitellut näytteet ja analyysit. HYKERRYS-hankkeiden viimeisen kasvukauden satotulokset täydensivät aikaisempina vuosina saatuja tuloksia: kierrätyslannoitteilla on mahdollista saavuttaa väkilannoituksella saatavia satoja, jos ravinteita, erityisesti typpeä, voidaan annostella vertailukelpoisia määriä. Kasvukausi oli erittäin lämmin ja vähäsateinen, mikä aiheutti erityisesti härkäpavun sadoille merkittävää haittaa. Vehnällä ja ohralla sadot jäivät määrällisesti niukoiksi, mutta lannoituskäsittelyiden välillä oli kuitenkin tilastollisesti merkitseviä eroja.

Vehnällä satotasot jäivät noin kahden tonnin hehtaarisadoiksi. Suurimmat sadot saatiin Soilfoodin Väkevällä ravinneseoksella, Luomulannoite 10-3-1:llä 60 kilon typpilannoitustasolla sekä kaikilla HSY:n kompostikäsittelyillä (kuva 3). Erot olivat niukkoja. Väkilannoitekäsittelyn sato jäi reilun 200 kilon päähän suurimmasta, maanparannuskompostin reilun 2,3 tonnin hehtaarisadosta. Väkilannoitekäsittelyn tuottamissa sadoissa oli kuitenkin niin paljon hajontaa kerranteiden (n=4) välillä, ettei satotulos eronnut tilastollisesti merkitsevästi lannoittamattomasta kontrollista.

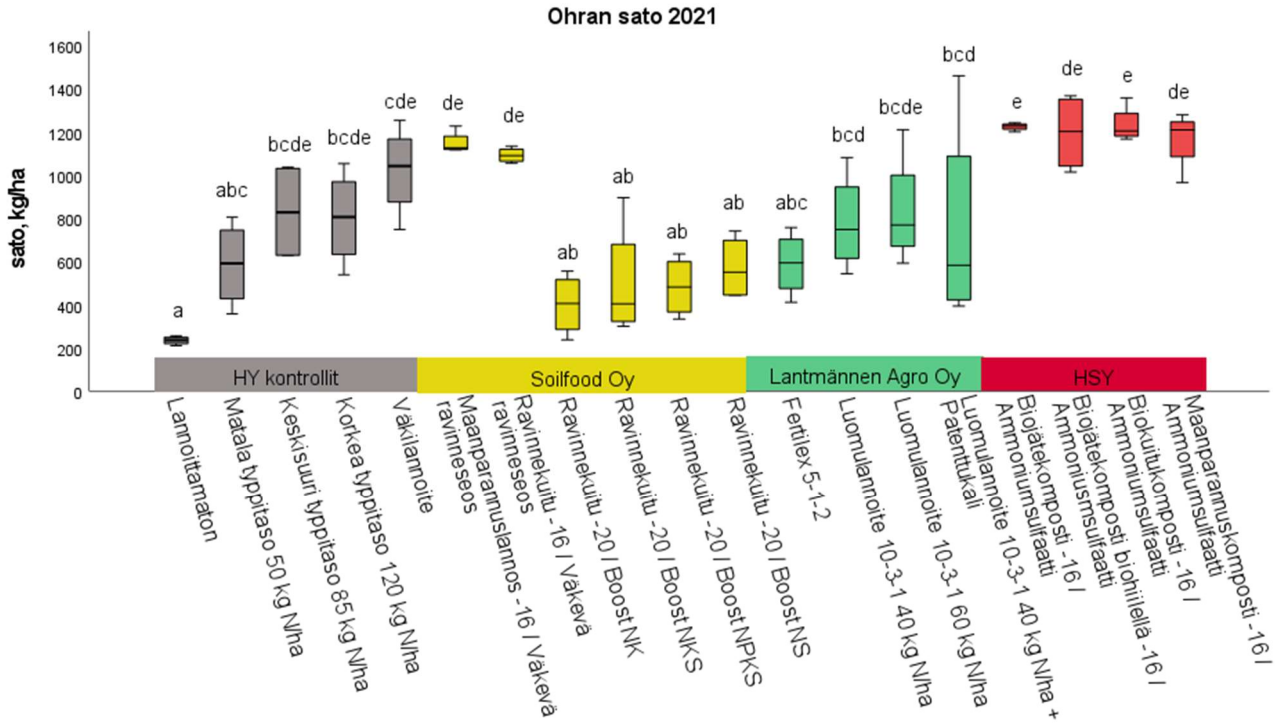


Kuva 3. Vehnän satotulokset kasvukaudella 2021 (kg/ha). Soilfood Oy:n Väkevällä ravinneseoksella, Lantmännen Agron Luomulannoitteella 60 kg typpilannoitustasolla sekä kaikilla neljällä HSY:n ammoniumsulfaatilla täydennetyillä kompostikäsittelyillä saadut sadot olivat tilastollisesti merkitsevästi suuremmat kuin lannoittamattomalla käsittelyllä. Samoilla kirjaimilla merkityt käsittelyt eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, $p \leq 0,05$ (Tukey HSD).

Kasvukauden 2021 ohralohkojen viljelykierto aloitettiin syksyllä 2016 syysrukiin kylvöllä, jonka yhteydessä Soilfood Oy:n ruuduille levitettiin metsäteollisuuden sivuvirtana syntyvää ravinnekuitua sekä elintarviketeollisuuden sivuvirroista jalostettua kiinteää orgaanista lannosta (maanparannuslannos). HSY:n ruuduille levitettiin neljää erilaista yhdyskuntajätepohjaista kompostia: maanparannuskompostia, biojätekompostia, biokuitukompostia sekä biohiilellä täydennettyä biojätekompostia. Ravinnekuitukäsittely toistettiin Soilfood Oy:n ruuduille syksyllä 2020 viherlannoitusnurmen lopetuksen yhteydessä.

Ohra kylvettiin kevyesti muokattuun viherlannoitusmassaan toukokuun alussa. Kaikki viherlannoitusnurmiruudut muokattiin syksyllä 2020 kevyesti pintamaahan ja keväällä muokkaus toistettiin niin, että ohralle saatiin mahdollisimman tasainen kylvöalusta. Ohran orastuminen oli kuitenkin maan märkyyden vuoksi heikkoa painanteissa, ja kasvustot jäivät kuivuuden takia hyvin pieniksi. Ohran sadot jäivät noin tuhanteen kiloon. Lannoittamattoman kontrollin sato jäi vain reiluun 200 kiloon hehtaarilta (kuva 4). Lannoittamatonta kontrollia tilastollisesti merkitsevästi suurempia satoja tuottivat keskisuuri ja korkea typpiporraskontrolli,

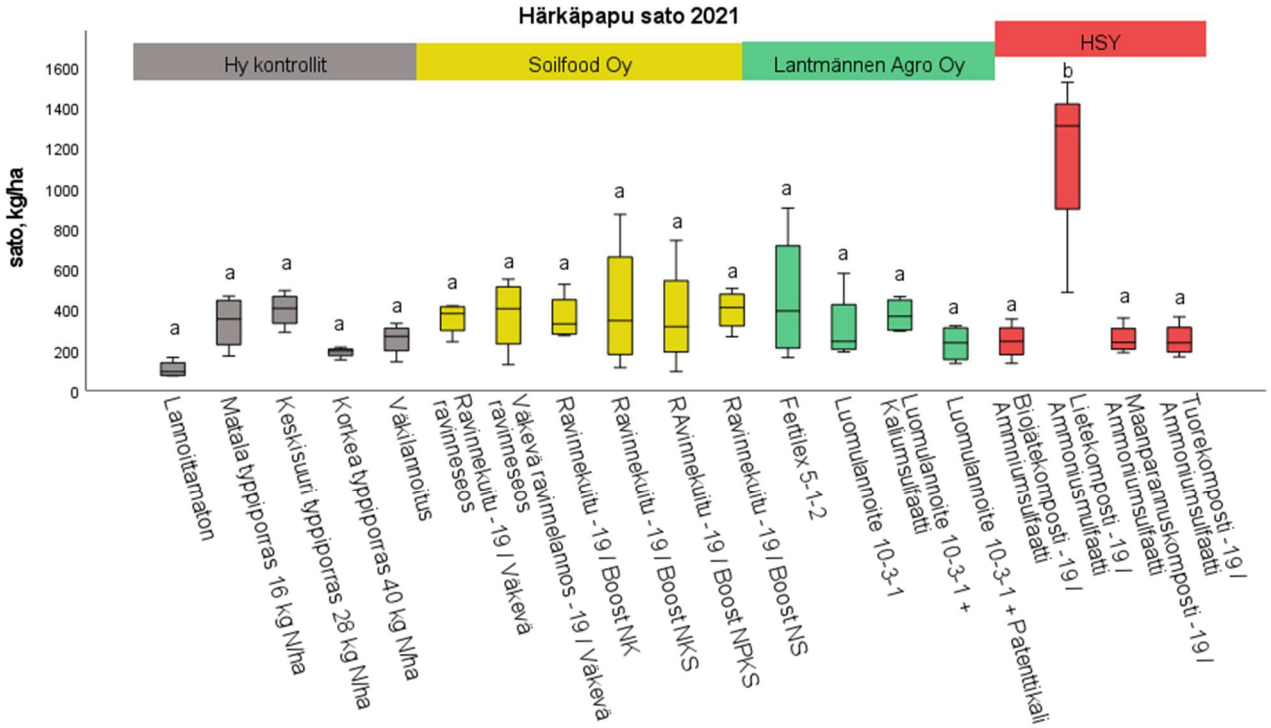
väkilannoitekontrolli, Soilfood Oy:n väkevä ravinneseos sekä 2016 ravinnekuidulla käsitellyillä ruuduilla että maanparannuslannosruuduilla, Lantmännen Agron Luomulannoite 10-3-1 40 ja 60 kilon typpilannoitusmäärillä sekä patenttikalilla täydennettynä, sekä kaikilla neljällä HSY:n kompostikäsittelyllä.



Kuva 4. Ohran satotulokset kasvukaudella 2021 (kg/ha). Väkilannoitekontrollin sato jäi noin 200 kiloa pienemmäksi kuin suurimman, reilun 1,2 tonnin hehtaarisadon tuottaneen, vuonna 2016 biokuitukompostikäsittelyn ja muina vuosina ammoniumsulfaatilla lannoitetun käsittelyn sato. Huomattavaa on se, että vuonna 2016 maanparannusaineita ja komposteja saaneilla ruuduilla satojen vaihteluväli oli todella pientä, eli kaikki neljä koeruutua käsittelyssä tuottivat hyvin samansuuruisia satoja. Samoilla kirjaimilla merkityt käsittelyt eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, $p \leq 0,05$ (Tukey HSD).

Härkäpavun kasvustot kärsivät eniten toukokuun runsaasta sadannasta ja kovia sateita seuranneesta kuumasta ja kuivasta jaksosta. Kasvustot taimettuivat epätasaisesti, ja härkäpavun kasvu tyrehtyi juhannuksen jälkeen. Kukinta oli aikaista, vaatimatonta ja nopeaa, ja kehittyneet palot pieniä. Kuivuus nopeutti palkojen tuleentumista ja kuumuudessa palot aukesivat pudottaen pavut maahan. Kasvustoissa oli myös gammayökköseen viittaavia vioitushavaintoja, mutta vioituksia ei pystytty varmistamaan gammayökkösen tekemiksi

näköhavainnoin. Sääolosuhteiden parannuttua härkäpapu muodosti paljon sivuversoja ja pudonneet pavut itivät tuottaen runsaan biomassan, ja kasvusto kukki lokakuun loppuun asti. Runsaan vihreän massan vuoksi koeruutuja ei voitu puida, joten koeruuduilta kerättiin juurineen biomassanäytteet, jotka kuivattiin ja niistä eroteltiin satokomponentit. Satokomponenttilajittelun jyvämääristä laskettiin hehtaarisadot, jotka jäivät alle tonniin (kuva 5). Tuloksista ei kuitenkaan voida vetää varmoja johtopäätöksiä lannoitusvaikutuksesta erikoisen kasvukauden vuoksi.



Kuva 5. Härkäpavun satotulokset lokakuun 27. päivä kerätyistä kasvustonäytteistä laskettuna. Kasvustot muodostivat suuren biomassan sivuversoista, mutta sadonmuodostukseen olosuhteet eivät enää loppukesästä olleet sopivia. Satotuloksista ei juurikaan voida vetää johtopäätöksiä lannoitteiden vaikutuksesta. Lietekompostikäsittelyn lähes kaksinkertainen sato muihin lannoituskäsittelyihin verrattuna on mielenkiintoinen, mutta todennäköisesti kuitenkin sattumaa. Samoilla kirjaimilla merkityt käsittelyt eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, $p \leq 0,05$ (Tukey HSD).

Taloudellisen kannattavuuden laskelmat hankkeessa käytetyistä lannoitteista osoittavat, että kierrätyslannoitteet voivat olla mineraalilannoitteita kustannustehokkaampia tai yhtä kustannustehokkaista kuin ne. Kustannustehokkuus mitattuna panos-tuotos mittarilla vaihtelee erityisesti riippuen siitä, mitkä ovat kuljetus- ja levityskustannukset. Hankkeen tulokset

osoittavat, että pitkiä kuljetusetäisyyksiä ajatellen olisi hyvä, jos lannoitteet voitaisiin tuotteistaa kuiviksi ja levityskustannuksia ajatellen vielä rakeistaa. Vaihtoehtoisesti kierrätyslannoitus edellyttää nykyistä paikallisempia orgaanisten ainesten kiertoja eli lyhyitä kuljetusmatkoja sekä kustannustehokasta levitystä urakointeina. Koronapandemian ja Ukrainan sodan vaikutukset väkilannoitteiden hintaan ovat nostaneet kierrätyslannoitteiden ja lannan kysyntää. Tuotantopanosten hinnannousun myötä hinnoiltaan ja levityskustannuksiltaan kustannustehokkaiden kierrätyslannoitteiden saatavuus on erittäin tärkeää.

Hankkeen yksi merkittävä vaikutus on alan inhimillisen osaamispääoman kasvattaminen. Helsingin yliopiston maataloustieteiden osasto on valtakunnallisesti ainoa maatalousalan korkeimman opetuksen tuottaja, ja agronomin arvoon oikeuttavien tutkintojen myöntäjä. Hankekaudella kierrätyslannoitukseen perehtyi joko opinnäytetyön tai harjoittelun kautta seitsemän nuorta asiantuntijaa, jotka edustivat kolmea eri kansalaisuutta.

3.4.1 Yhteenveto kokeessa käytettyjen kierrätyslannoitteiden toimivuudesta peltokasvien sadonmuodostuksessa

Kokeessa käytettiin koko sen toteuttamisaikana 2016–2021 hyvin monipuolisesti erilaisia kierrätyslannoitteita ja maanparannusaineita. HSY:n yhdyskuntajätepohjaisia komposteja levitettiin rukiin alle syksyllä 2016 ja 2019 sekä ruista korvanneen vehnän alle keväällä 2021. Yhdyskuntajätepohjaiset kompostit sisältävät usein kasvien tarpeen ylittävän määrän fosforia, joten viljojen ja härkäpavun kevätlannoituksiin haluttiin käyttää fosforitonta kierrätyslannoitetta. Ammoniumsulfaattia voidaan erottaa kaikista typpipitoisista jätevesistä, ja se sopii hyvin lannoitustarkoitukseen. HSY:llä ei ollut hankkeen toteuttamisaikana omaa ammoniumsulfaattituotantoa. Käytetty ammoniumsulfaatti oli peräisin teollisuudesta. HSY:n kierrätysravinnekäsittelyt, joissa kompostit levitettiin kerran viiden vuoden viljelykierron aikana, ja muulloin lannoitteena käytettiin nestemäistä ammoniumsulfaattia, tuottivat joka vuosi viljoilla suurimpia satoja. Myös pelkkä ammoniumsulfaatti tuotti niillä ruuduilla, joille kompostikäsittelyt levitettiin, myöhempinä koevuosina korkeimpia satoja. Ammoniumsulfaatti on siis kokeen perusteella toimiva ja edullinen typpilannoite, mutta sen käytössä on otettava huomioon sen sisältämä runsas rikin määrä. Ammoniumsulfaatti sisältää rikkiä noin 1,15 kertaisesti typen määrään nähden, joten siltä voidaan käytännön viljelyssä käyttää esimerkiksi runsaasti rikkiä tarvitseville viljelykasveille.

HSY:n kompostien pääraaka-aineet olivat peräisin jätevesien puhdistuksesta tai biojätteestä. Biojätekomposteissa oli kaksi biohiilellä täydennettyä kompostia, ja puhdistamolietteitä sisältävien kompostien erot liittyivät mm. kompostien kypsytysaikaan ja sekoitussuhteisiin. Kompostit levitettiin kokeessa ennen kylvöjä ja mullattiin levityksen jälkeen. Kaikki kompostit toimivat hyvin kasvien lannoitteena. Fytotoksisuutta tai muita ongelmia kasvien kasvussa ja kehityksessä ei kokeen aikana havaittu. HYKERRYS 3-hankkeessa vehnälle levitettiin biojätekompostia, johon oli sekoitettu HSY:n lietehiilihankkeen pilottilaitoksella tuotettua pyrolysoitua puhdistamolietettä. Kyseinen komposti toimi yhtä hyvällä menestyksellä kuin muutkin kompostikäsittelyt, ja tuotti suurimpia satoja kaikkiin lannoituskäsittelyihin verrattuna (kuva 3). Puhdistamolietteen pyrolyysi on hyvä ratkaisu puhdistamolietteiden parempaan hyödyntämiseen. Yhdyskuntajätteet sisältävät merkittäviä määriä orgaanista ainesta sekä ravinteita, joita olisi järkevää hyödyntää ruuantuotannossa.

Soilfood Oy käytti ruuduillaan maanparannusaineina metsäteollisuuden sivuvirtana syntyvää ravinnekuitua, joka levitettiin syksyllä 2016 ja 2019 syysrukiin alle ja mullattiin. Kuitukäsittely aiheutti 2016 ja 2019 typen immobilisaatiota ruisruuduilla. Kahden epäonnistuneen kuitulevityksen jälkeen todettiin, että ohra esikasvina ja kyntö ennen levitystä eivät ole sopivia menetelmiä ainakaan kyseisellä koelohkolla ennen ravinnekuidun levitystä. Ajankohta muutettiin loppukesällä 2020 viherlannoitusnurmen yhteyteen. Ravinnekuitukäsittely pienensi rukiin satoja 2017 ja 2020, mutta rajoittava vaikutus jäi levitysvuotena kylvettyyn satokasviin. Myöhempinä vuosina kuitukäsittelyn sadot ovat olleet suurimpien satojen joukossa. Viherlannoitusnurmelle levitettynä ravinnekuidusta ei aiheutunut typen immobilisaatiota. Kevyesti muokattuun viherlannoitusnurmeen kylvetty ohra tuotti ravinnekuitukäsitellyillä ruuduilla väkilannoituskäsittelyn veroisen sadon (kuva 4).

Soilfood Oy:n toinen maanparannuslannos oli bioenergiantuotannossa syntyvää multainen, orgraaninen lannos, Väkevä Ravinnelannos I (maanparannuslannos vuonna 2016). Lannos levitettiin ravinnekuidun ja kompostien tapaan syysrukiin alle ja mullattiin levityksen jälkeen. Ravinnelannos toimi rukiilla erittäin hyvin. Se tuotti rukiilla sekä 2017 että 2020 väkilannoiteverrokin veroiset sadot ja tilastollisesti merkitsevät sadonlisät lannoittamattomaan kontrolliin verrattuna. Myös myöhempinä vuosina ravinnelannosruudut ovat tuottaneet suurimpia satoja kaikkien lannoituskäsittelyiden kesken.

Soilfood käytti viljelykierron muiden vaiheiden lannoitukseen lietemäistä biokaasumädätettä (Väkevä ravinneseos I). Lietemäinen biokaasumädäte levitettiin koeruuduille orasvaiheessa

kastelukannuilla letkulevitystä imitoiden. Biokaasumädäte toimi erinomaisesti sekä Soilfoodin maanparannusaineilla käsitellyillä ruuduilla että yksistään lannoitteena niillä ruuduilla, jossa maanparannusaineet levitettiin myöhempinä vuosina. Esimerkiksi Soilfoodin vehnäruuduilla, joilla käytettiin 2021 biokaasumädätettä, ei ole lannoitushistoriassa maanparannusaineita. Ruuduilla on käytetty lietemäistä biokaasumädätettä ainoana lannoitteena vuodesta 2017 asti (kuva 3). Lietemäinen biokaasumädäte on tuottanut kaikilla viisivuotisen viljelykierron kasveilla väkilannoitekontrollin veroisia satoja ja tilastollisesti merkitsevästi suurempia satoja lannoittamattomaan kontrolliin verrattuna kaikkina niinä vuosina, kun tilastollisia eroja lannoituskäsittelyiden välillä sadoissa oli.

Vuodesta 2019 lähtien Soilfood testasi toisella pääruudullaan nestemäisiä orgaanisia Boost-lannoitteita. Kyseiset ruudut olivat alun perin Virolaisen matokompostiyrityksen käytössä, mutta yrityksen vetäytyessä hankkeesta Soilfood lunasti ruudut itselleen monipuolistaakseen testattavien kierrätyslannoitevalmisteiden valikoimaa. Boost-lannoitteet ovat väkeviä nestemäisiä kierrätyslannoitteita, joissa on runsaasti ravinteita liukoisissa muodoissa, eli ne ovat heti kasveille käytettävissä. HYKERRYS-kokeissa Boost-lannoitteita käytettiin sellaisenaan, mutta tuotteet sopivat myös lannan väkevöintiin. Väkevyytensä vuoksi Boost-lannoitteiden levitysmäärät olivat hyvin pieniä. Lannoitteet levitettiin kastelukannuilla ennen kylvöä ja mullattiin heti levityksen jälkeen. Boost-lannoitteet eivät tuottaneet odotusten mukaisia satoja kokeessa. Satotasot jäivät alhaisiksi vuosina 2019 ja 2021 sekä rukiilla vuonna 2020 ravinnekuidun aiheuttaman sadonalennuksen vuoksi. Sateisena vuotena 2020 ohralla satotasot Boost-lannoitteilla olivat kuitenkin hyviä, noin 5 t/ha ja Boost NKS Premium sekä Boost NPKS Premium-käsittelyt tuottivat tilastollisesti väkilannoitekontrollin veroisia satoja. Boost-lannoitteiden heikkoa tulosta kuivina vuosina voi selittää vähäisen lannoitemäärän sekoittuminen multauksessa suureen maatilavuuteen, jolloin kuivuuden vuoksi pienijuurisiksi jääneet satokasvit eivät ole pystyneet lannoitteiden ravinteita hyödyntämään.

Myös Lantmännen Agro Oy:n Fertilex 5-1-2-lannoitteen sadontuottokyky kärsi kuivuudesta. Lantmännen Agro toi vuonna 2021 kokeeseen ainoan HYKERRYS-hankkeissa käytetyn lantapohjaisen kierrätyslannoitevalmisteen. Fertilex 5-1-2 on kananlantapohjainen, rakeistettu lannoite, joka soveltuu niin luomutuotantoon kuin tavanomaiseen viljelyyn. Kuivuus heikentää orgaanisten ravinteiden vapautumista, ja sadot Fertilex 5-1-2-käsittelyllä jäivät niukoiksi.

Useimmat kokeessa käytetyt lannoitteet olivat luomuhyväksyttyjä, mutta HYKERRYS-koe ei ollut luomudemonstraatio. Kierrätyslannoitteet tuotiin tavanomaiseen viljelysysteemiin, jossa

kasvinsuojeluaineita käytettiin tarpeen mukaan. Lihaluujauhot olivat mukana kokeessa alusta alkaen ensin Honkajoki Oy:n tuotteilla, 2017 lähtien Ecolan Oy:n Agra-lannoitteilla ja vuonna 2021 Lantmännen Agro Oy:n Luomulannoite 10-3-1 lannoitteella.

Koska lihaluujauhojen pääkäyttäjäryhmänä on luomuviljelijät, kokeessa haluttiin demonstroida lihaluujauhojen käyttöä peltokasvien viljelyssä käytännön luomuviljelyssä käytettävillä, taloudellisesti kannattavilla levitysmäärillä, 40–70 kg N/ha viljoilla ja 20 kg N/ha härkäpavulla. Huomattavasti typpisäästeliäämmästä lannoituksesta huolimatta lihaluujauhokäsittelyt pärjäsivät kokeessa hyvin. Lihaluujauhoilla on saatu tilastollisesti yhtä suuria satoja kuin väkilannoitekontrollilla, mutta sadoissa on ollut usein sen verran vaihtelua neljän kerranteen välillä, ettei tulos aina eronnut tilastollisesti merkitsevästi lannoittamattomasta kontrollista. Huomioitava on, että huomattavasti alhaisemmasta typpilannoitustasosta huolimatta lihaluujauhokäsittelyillä on saatu suurimpia jyväkokoja ohralla vuonna 2019, 2020 rukiilla ja 2021 vehnällä.

Kaikki kokeessa käytetyt kierrätyslannoitteet olivat toimivia, joskin vuosien välillä oli paljon kasvukausien sääolosuhteiden aiheuttamia eroja. Sademääriltään ja sateiden ajoittumisen suhteen tavanomaisina vuosina kierrätyslannoitteet tuottivat hyviä, väkilannoitekontrollin veroisia satoja. Kuivina ja lämpiminä vuosina poudanaralla koelohkolla vesi oli satoja rajoittavana tekijänä, mutta näinäkään vuosina kierrätyslannoitteet eivät jääneet väkilannoitteiden jalkoihin. Kokeen tulosten perusteella testatut kierrätyslannoitteet ja kierrätyslannoituskonseptit ovat toimivia.

4. ESITYKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Ravinteiden kierrätys ruoan tuotannon ja kulutuksen järjestelmässä on välttämätöntä ravinteiden kestävälle käytölle. Vielä nykyisin vallitseva yksisuuntainen ravinnevirta alkaa maatalouden väkilannoitteista, ja päätyy kuormituksena vesistöihin, päästöinä ilmakehään sekä puhdistamomassojen läjityksinä esim. viherrakentamiseen; kierrätyslannoitus on Suomessa vielä vähäistä, vaikka positiivista kehitystä on viime vuosien aikana tapahtunutkin.

Erityisen tärkeää kierrätyksen kehittäminen on Suomenlahden ja Saaristomeren valuma-alueiden alueella: näillä alueilla maatalous on keskittynyt viljojen ja muiden peltokasvien viljelyyn, ja mahdollisuudet karjanlannan käyttöön kierrätyslannoitteina ovat vähäiset. Alueella on Suomen suurin väentiheys, ja näin ollen suurin yhdyskuntajätteisiin päätyvien ravinteiden

keskittymät. Alueita tuleva maatalouden ravinnekuormitus Suomen rannikkovesiin on merkittävää ja vesiensuojelussa priorisoitu ongelma.

Tehokas ravinteiden kierrätys ja toimivat kierrätyslannoitteet ovat myös tärkeä osa omavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Vaikka Suomi on omavarainen esimerkiksi viljan ja maitotuotteiden tuottamisessa, tuotantopanoksien osalta tilanne on toinen. Maatalous on erittäin riippuvainen fossiilisista luonnonvaroista ja geopoliittisesti epävakailla alueilta peräisin olevista lannoiteraaka-aineista. Koronapandemia ja Ukrainan sota ovat viimeistään tuoneet esille maailman ruuantuotannon haavoittuvaisuudet.

Jotta ravinteiden käyttö olisi tehokasta ja niistä aiheutuva ympäristökuormitus vähäistä, tulee kehittää tehokkaita tapoja kierrättää ravinteet takaisin pelloille. Kierrätys on mahdollista sekä epäorgaanisina että orgaanisina kierrätyslannoitteina; orgaanisten lannoitteiden etu on, että ne lisäävät maahan hiiltä ja parantavat maan rakennetta ja biologiaa. Jalostusasteeltaan vähäisten kierrätyslannoitteiden haasteena on usein se, että ne sisältävät runsaasti vettä eivätkä ne välttämättä ole ravinnesuhteiltaan sellaisenaan käytettynä peltokasveille optimaalisia lannoitteita. Runsaasti vettä sisältävien lannoitteiden levityksessä myös riskit maan tiivistymisestä sekä levityksen kustannukset voivat rajoittaa niiden käyttöä. Jalostusasteen nostaminen avaisi pullonkauloja logistiikkaan ja levitykseen liittyvissä haasteissa.

Kierrätyslannoitteiden ravinteiden vapautumisesta kasveille käyttökelpoisiin muotoihin on niukasti tutkittua tietoa Suomen maalajeilta ja kasvuolosuhteissa. Tarkempi tieto orgaanisten ravinteiden muodoista eri lannoitetyypeissä ja niiden vapautumiseen vaikuttavista tekijöistä auttaisi viljelijöitä lannoitussuunnittelussa sekä viljelytoimenpiteiden optimoinnissa, kun tarkoituksena on käyttää kierrätyslannoitteita. Helppokäyttöisyys on yksi kierrätyslannoituksen yleistymisen edellytys helpon saatavuuden, kustannustehokkuuden ja viljelijöille tuotteista saatavilla olevan, riittävän ja tutkimukseen perustuvan tiedon ohella.

Peltomaan viljavuuden ylläpito ja heikkokuntoisten peltomaiden kasvukunnon parantaminen on muuttuvassa ilmastossa tulevaisuuden kestävän ruuantuotannon kannalta elintärkeää. Runsaasti hiiltä sisältävien maanparannusaineiden, kompostien ym. orgaanisten massojen lisääminen peltomaahan parantaa maan fysikaalisia ja biologisia ominaisuuksia, jolloin myös monien ravinteiden huuhtoutumisriski vähenee. Maanparannusaineiden käyttö yhdessä muiden regeneratiivisten viljelymenetelmien kanssa sitoo hiiltä maahan ja auttaa ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Maan hiileen, kuten sen varastoitumisen ja pysyvyyden

prosesseihin liittyy kuitenkin edelleen tieteelle avoimia kysymyksiä, joiden tutkimiseen tarvitaan laajaa tiedeyhteistyötä sekä pitkän aikavälin tutkimustietoa ja seurantadataa. HYKERRYS-koeruudut tarjoavat tähän yhden erinomaisen tutkimusalustan, sillä kokeessa on käytetty laajasti erilaisia kierrätyslannoitteita, komposteja ja maanparannusaineita ja koeruudut on mahdollista paikantaa vuosienkin päästä.

Hankkeen esitykset jatkotoimenpiteiksi liittyvät siis tutkimus- ja kehitysrahoituksen kohdentamiseen kierrätyslannoituksen kehittämiseen ravinnekuormituksen hillitsemiseksi, kierrätyslannoitteiden jalostusasteen nostamiseksi, orgaanisten ravinteiden vapautumiseen ja kierrätyslannoitteiden ravinteiden olomuotojen tähtäävään tutkimukseen sekä uudistavien, regeneratiivisten viljelymenetelmien pitkän aikavälin tutkimukseen.

5. ALLEKIRJOITUKSET

Juha Helenius
HYKERRYS 3-hankeen vastuullinen johtaja
Helsingin yliopisto

LÄHTEET

Kyttä, V., J. Helenius & H. L. Tuomisto 2021. "Carbon footprint and energy use of recycled fertilizers in arable farming." *Journal of Cleaner Production* 287: 125063.

Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiaho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A. & Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa: Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017.

LIITTEET

Liite 1. Kasvukauden 2021 lannoituskäsittelyt, lannoitteiden levitysmäärät ja lannoituksen ravinnemäärät. Kierrätyslannoitetuotteiden ravinnemäärät on laskettu laboratoriotulosten perusteella käytetyistä lannoite-eristä. Tuloksissa on 20 % virhemarginaali.

Vehnä 2021

Osallistuja	Lannoitteen nimi	Levitysmäärä, kg/ha	Ravinteet, kg/ha											
			Liuk-N	N-tot	P	K	Mg	Ca	Cu	Mn	Zn	Na	B	S
HSY	maanparannuskomposti + AMS	15000 + 1148	120	239	126	8	15	0	1	1	2	0	0	135
	Tuorekomposti + AMS	15000 + 1148	120	239	134	8	18	0	1	1	2	0	0	137
	Biojätekomposti biohiilellä + AMS	15000 + 1013	104	350	84	126	27	0	1	2	2	0	0	134
	Biojätekomposti + AMS	15000 + 1551	116	303	53	99	27	0	0	1	2	0	0	165
Lantmännen agro	Luomulannoite 10-3-1	400	11	40	11	3	1	0	0	0	0	0	0	2
	Luomulannoite 10-3-1	600	16	60	16	5	1	0	0	0	0	0	0	3
	Luomulannoite 10-3-1 + Patenttikali	400 + 100	11	40	11	30	7	0	0	0	0	0	0	19
	Fertilex 5-1-2	800	6	35	10	13	5	0	0	1	0	0	0	3
Soilfood I	Väkevä Ravinneseos	10833	119	130	14	227	14	0	0	0	0	0	0	422
Soilfood II	Boost NK	5417	108	135	2	108	0	0	0	0	0	0	0	11
	Boost NS	4483	121	143	7	10	2	0	0	1	0	0	0	40
	Boost NKS Premium	2000	48	66	1	178	2	0	0	0	0	0	0	56
	Boost NPKS	5682	47	57	14	199	11	0	0	0	0	0	0	20
HY	Y5 + Belor N 27 + Patenttikali + MnSO4	240 + 286 + 141 + 40	130	130	12	50	8	0	0	15	0	0	0	27
	Matala typpitaso Belor N 27	185	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Keskisuuri typpitaso Belor N 27	333	90	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Korkea typpitaso Belor N 27	481	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ohra 2021

			Ravinteet, kg/ha											
Osallistuja	Lannoitteen nimi	Levitysmäärä, kg/ha	Liuk-N	N-tot	P	K	Mg	Ca	Cu	Mn	Zn	Na	B	S
HSY	Ammoniumsulfaatti	1538	106	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
Lantmännen agro	Luomulannoite 10-3-1	400	11	40	11	3	1	0	0	0	0	0	0	2
	Luomulannoite 10-3-1 + Patenttikali	400 + 100	11	40	11	30	7	0	0	0	0	0	0	19
	Luomulannoite 10-3-1	600	16	60	16	5	1	0	0	0	0	0	0	3
	Fertilex 5-1-2	800	6	35	10	13	5	0	0	1	0	0	0	3
Soilfood I	Väkevä ravinneseos I	10000	110	120	13	210	13	0	0	0	0	0	0	390
	Väkevä ravinneseos I	10000	110	120	13	210	13	0	0	0	0	0	0	390
Soilfood II	Boost NK	5000	100	125	1	100	0	0	0	0	0	0	0	10
	Boost NS	4138	112	132	6	9	2	0	0	1	0	0	0	37
	Boost NKS Premium	2000	48	66	1	178	2	0	0	0	0	0	0	56
	Boost NPKS	5682	47	57	14	199	11	0	0	0	0	0	0	20
HY	Y5+ Belor N 27+ K2SO4+ MnSO4	200 +281 + 148+ 40	120	120	10	50	9	0	0	15	0	0	0	28
	Matala typpitaso Belor N 27	185	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Keskisuuri typpitaso Belor N 27	315	85	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Korkea typpitaso Belor N 27	444	120	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

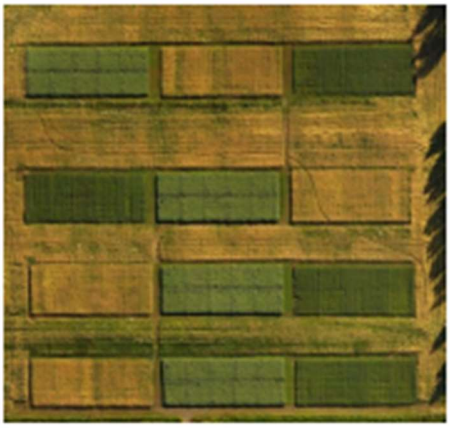
Härkäpapu 2020			Ravinteet, kg/ha											
Osallistuja	Lannoitteen nimi	kg/ha	N-liuk.	N-tot	P	K	Mg	Ca	Cu	Mn	Zn	Na	B	S
HSY	Ammoniumsulfaatti	513	35	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
Lantmännen agro	Luomulannoite 10-3-1	200	5	20	5	2	0	0	0	0	0	0	0	1
	Luomulannoite 10-3-1 + Patenttikali	200 + 100	5	20	5	29	6	0	0	0	0	0	0	18
	Luomulannoite 10-3-1 + Kaliumsulfaatti	200 + 100	5	20	5	44	0	0	0	0	0	0	0	19
	Fertilex 5-1-2	400	3	18	5	6	3	0	0	0	0	0	0	2
Soilfood I	Väkevä Ravinneseos I	3333	37	40	4	70	4	0	0	0	0	0	0	130
	Väkevä Ravinneseos I	3333	37	40	4	70	4	0	0	0	0	0	0	130
Soilfood II	Boost NK	1667	33	42	0	33	0	0	0	0	0	0	0	3
	Boost NS	1379	37	44	2	3	1	0	0	0	0	0	0	12
	Boost NKS Premium	1600	38	53	1	142	1	0	0	0	0	0	0	45
	Boost NPKS	3077	25	31	7	108	6	0	0	0	0	0	0	11
HY	HEVI 6 + starttiravinne + patenttikali + MnSO4 + B	279+8+30+40+4	40	40	10	50	9	0	0	15	0	0	1	33
	Matala typpitaso Belor N 27	59	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Keskisuuri typpitaso Belor N 27	104	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Korkea typpitaso Belor N 27	148	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Liite 2. Pellonpiennarpäivän kutsu

TERVETULOA HYKERRYS 3- HANKKEEN PELLONPIENNARPÄIVÄÄN

Miten kierrätyslannoitteet pärjäävät vertailussa väkilannoitteisiin haastavana kasvukautena? Onko kompostien ja maanparannusaineiden käytöstä ollut satokasveille hyötyä kuivana kesänä?

Tervetuloa katsomaan paikanpäälle kierrätysravinteilla lannoitettuja koeruutuja **Helsinkiin, Haltialan tilan Laamannintien viereiselle koelohkolle** (60.265247, 24.959960) **ma 2.8.2021 klo 10-14**. Katso tästä karttakuva sijainnista.



Tilaisuudessa HYKERRYS 3-hankkeen yhteistyökumppanit **Soilfood Oy, Lantmännen Agro Oy ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY** kertovat omien koeruutujensa vierustoilla kokeessa käytetyistä lannoituksista ja omista kierrätysravinnevalmisteistaan ja vastailevat mieluusti mieltä askarruttaviin kysymyksiin. **Helsingin yliopiston** tutkijat kertovat hankkeen tutkimuksellisesta puolesta. Koeruuduilla kasvaa tänä vuonna ohraa, härkäpapua ja vehnää.

Mukana myös kemiallisia analyysejä maatalous- ja puutarhasektorille tarjoava **Hortilab Oy** ja maaperän olosuhteiden seurantaan langattomia monitorointijärjestelmiä tarjoava **Soil Scout Oy.** Tilaisuuden alussa agroekologian professori Juha Helenius pitää kierrätysravinneaiheisen puheenvuoron.

Tilaisuudessa kahvitarjoilu. Ilmoittaudu mukaan tekstiviestillä numeroon 050 354 6047

Lantmännen Agro HSY SOIL FOOD

Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Liite 3. Koekentälle teetetty hankkeesta ja sen toiminnasta kertova kyltti.

HYKERRYS 3-
Hyvän sadon
kierrätyslannoitus 3

Tässä kokeillaan 2016 alkaen erilaisia kierrätysjakeista valmistettuja lannoitteita peltokasvien viljelyssä. Ravinteiden kierrätys on tärkeä osa kestävää kehitystä ja edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä. Monivuotisen kokeen viljelykasvit ovat viljoja, härkäpapua ja nurmea.

Ethän poimi kasveja koepellolta!

Toteuttajat:
Yhteistyössä Helsingin kaupungin Haltialan tilan kanssa Helsingin yliopisto sekä Lantmännen Agro Oy, Helsingin seudun Ympäristöpalvelut HSY ja Soilfood Oy.