

Markku Huttunen, Anssi Kokkonen,
Juha Kilpeläinen

Ohjeistus testattujen kierrätysravinteiden käsittelylle ja käytölle



KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Julkaisusarja B: Oppimateriaaleja ja kokoomateoksia 64

Vastaava toimittaja Kari Tiainen

Graafinen suunnittelu ja taitto Martha Balerina & Salla Anttila

Kansikuva ja kuvitus Martha Balerina

© Tekijät ja Karelia-ammattikorkeakoulu
Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.

ISBN 978-952-275-307-6 (verkkojulkaisu)
ISSN- L 2323-6876
ISSN 2323-687
Joensuu 2020

Karelia-ammattikorkeakoulu - Julkaisutoiminta
julkaisut@karelia.fi
tahtijulkaisut.net

SISÄLLYS

1. Konsentraatista 5
 2. Levityslaitteisto 9
 3. Tuloksia peltokokeista 13
 4. Talousnäkökulmia 19
 5. Neuvonta 23
- Lähteet ja linkit 25
- Liite 1. Lannoitetaulukko 26

Euroopan komissio tai yksikään komission puolesta toimiva henkilö ei ole vastuussa siitä, millä tavalla tähän julkaisuun liittyviä tietoja saatetaan käyttää. Julkaisun laatijat ovat vastuussa siinä esitetyistä näkemyksistä, eivätkä näkemykset välttämättä vastaa Euroopan komission kantaa.



1.



KONSENTRAATISTA

Kierrätyslannoitteilla tarkoitetaan eloperäisistä biomassoista, kuten lannasta, erilaisista jätteistä ja sivuvirroista jalostettuja lannoitevalmisteita.

Kierrätyslannoitevalmisteet jaetaan **lannoitevalmistetyyppeihin** ja **tyyppinimiin**, joihin valmisteet luokitellaan koostumuksen ja valmistustavan mukaan.

Miten biokaasulaitoksella jalostetut kierrätyslannoitteet soveltuvat peltoviljelyyn? Erinomaisesti, sillä ne parantavat pellon maaperän laatua ja kasvukykyä.

Konsentraattia tuotetaan **suodatuksen ja käänteis-
moosin avulla rejektivedestä**, jota syntyy biokaasu-
tuotannon sivuvirtana erilliskerätystä biojätteestä.

BioKymppi Oy on kehittänyt nestemäisen, luomuun sopivan lannoitteen eli konsentraatin, jonka **liukoisen**



Kuva 1. Esisuodatus.
Kuva: RS ilmakekus



Kuva 2. Ultrasuodatus ja käänteisosmoosi.
Kuva: RS ilmakekus



Kuva 3. Konsentraatin raaka-aine on rejektivesi (LuomuKymppi A).
Kuva: Mika Juvonen

typen osuus on 80–90 % kokonaistypestä ja jonka liukoisen typen määrä on neljä kertaa suurempi kuin naudan lietteen. Viskositeetiltaan konsentraatti (1,29 mPa*s) on huomattavasti naudan lietettä (51,9 mPa*s) virtaavampaa, lähes veden (1,0020 mPa*s) kaltaista.

Mitä viljelijät odottavat kierrätyslannoitteilta: kuljetettavuus, varastoitavuus, varma saatavuus, edullisuus ja kasvikohtaisesti optimoidut ravintesisuhteet.

Haasteina ovat viljelijöiden epäilevä suhtautuminen erityisesti ihmisperäisistä jätemassoista valmistettuja, mutta myös teollisuuden jätemassoista valmistettuja kierrätyslannoitteita kohtaan, sekä yhdyskuntien jätevesilietteisiin liittyvät turvallisuusriskit.

Yleisesti lannoitevalmisteiden varastoinnista ja kuljetuksesta säädetään maa- ja metsätalousministeriön asetuksella lannoitevalmisteista (MMM 24/11) muutoksineen. Kuivien lannoitevalmisteiden levitysmäärää rajoittaa fosfori ja nestemäisissä liukoinen typpi.

Konsentraatti täydentää hyvin luomulannoitevalikoimaa. Se sisältää myös kaliumia, mutta vain vähän fosforia. Luomuun sopivaksi konsentraatin tekee raaka-aineen laatu sekä biologis-fysikaalinen tuotantoprosessi.

Käytetään väkilannoitteen korvaavana, sopii erityisesti fosforirajoitteisille peltolohkoille. Konsentraatilla on positiivinen vaikutus maan sadontuottokykyyn.

Konsentraattia voidaan säilöä tilalla varastoituna tiiviissä muovikontissa vuoden verran. Teollisessa mittakaavassa säilyvyyden edistämiseksi lannoitteisiin lisätään rikkiä ja pH:ta säädetään matalammaksi.

Karelia-amk:n koordinoimissa kenttäkokeissa **konsentraatin levitysmäärät olivat 1/3 naudan lietteen määrästä.** Pieni levitysmäärä on tavanomaisen kaluston kannalta ongelmallinen, toisaalta plussana ovat logistiikka ja peltomaan pienempi tiivistyminen, etenkin jos käytetään kevyempää kalustoa (luomu).

Konsentraatin valmistaminen ei ole teknistaloudellisesti vielä mahdollista. Prosessi ei vielä toimi kunnolla, sillä esimerkiksi suodatimet tukkeutuvat liuenneesta orgaanisesta kiintoaineesta. Tämän ongelman poistamiseksi etsitään parhaillaan (BioKymppi Oy) taloudellisesti toimivaa tekniikkaa. **Konsentraatin levitys on kuitenkin saatu toimimaan** ja se on ollut yksi suurimmista ravinnekierrätys Hankkeiden (BioRAEE ja BioRaKi) saavutuksista.



2.



LEVITYSLAITTEISTO

Miten maatilojen tavanomainen levityskalusto soveltuu kierrätyslannoitteille ja mitkä ovat mahdolliset muutostarpeet kalustoon?

BioRaKi-hankkeessa (*Biokaasulaitoksen lietteistä konsentroituja lannoitteita, 2016–2018*) naudan lietteen ja konsentraatin levityksessä käytettiin Eisele-Slootsmid (10 m) veitsilevitintä ja väkilannoitteen levityksessä Juko-kylvölannoitinta (2,5 m).

Tavoitteena konsentraatin lannoituksessa oli testata se kahdella typpitasolla (40 kg/ha ja 80 kg/ha) niin kuin väkilannoitekin.

Levitysmäärältään ja viskositeetiltaan pienen konsentraatin levitys on haastavaa levitysmäärältään ja viskositeetiltaan suuremman nestemäisen lannoitteen levitykseen tarkoitettulla koneistuksella.



Kuva 4. Peltokokeiden levityskalustoa.
Kuva: Eeva-Liisa Juvonen



Kuva 5. Kiteeläinen konepaja LiiTrack Oy on ollut aktiivisesti kehitystyössä mukana.
Kuva: Anssi Kokkonen

Kasvinsuojeluruisku konsentraatin levittäjänä on liian hidas ja säiliöltään liian pieni. Kun perinteisesti lietettä levitetään 25–50 tn/ha ja kasvinsuojeluainetta 0,15–0,30 tn/ha, asettuu konsentraatin levitysmäärä (5–15 tn/ha) siihen väliin. Putkiston tilavuutta pitäisi siten saada pienemmäksi.

Esimerkiksi multainvaunun jakolaitteen reikälevyä voidaan säätää vaihtamalla se pienempireikäiseen.

Hankkeen testien perusteella todettiin tarpeelliseksi rakentaa kaksi **levityslaitteprototyyppiä**, joista toinen soveltuu peruslannoitukseen pelto-

viljelyssä ja toinen lisälannoitukseen avomaan puutarhatuotannossa eli riviviljelyksessä. Kummankin **laitteen lähtökohtana on kaupallinen levityslaitteisto** (esim. multainvaunu peltoviljelyssä), johon tehdään tarvittavat muutokset.

Multainvaunujen teknisiä ominaisuuksia tulisi kehittää siten, että laitteistolla pystyttäisiin levittämään tarkasti nestemäistä lannoitetta. Konsentraatin virtavuuden ja väkevyyden vuoksi kokeissa tulee kiinnittää huomiota levitystarkkuuteen ja levitysteknologiaan.

Maan kasvukunnon kannalta on erittäin tärkeää, että kierrätyslannoitteiden levitys tapahtuu konekalustolla, joka ei tiivistä maata. Muussa tapauksessa haitat voivat olla hyötyjä suuremmat.

Kierrätyslannoitteiden ravinnepitoisuudet pitää saada riittävän suuriksi, jotta levitysmäärät hehtaaria kohden ovat pieniä ja peltojen tiivistyminen voidaan välttää.

Koska eläinten lannan levitykseen käytettävä markkinoilla oleva laitteisto ei sovellu konsentraatin levitykseen, on levityslaitteiden kehitystyötä edelleen jatkettu BioRaKiz -hankkeessa (2018–2020).



3.



TULOKSIA PELTOKOKEISTA

BioRaKi- ja BioRaEE (Biokaasulaitoksesta ravinteita, energiaa ja elinkeinotoimintaa maaseudulle, 2017–2020) -hankkeiden kaksivuotisten kokeiden perusteella **konsentraatin lannoitusvaikutus vastaa väkilannoitteiden lannoitusvaikutusta** ja voi tietyissä olosuhteissa olla jopa sitä parempi.

Kokeissa verrattiin yhtä kierrätyslannoitetta eli konsentraattia naudan lietteeseen, hygienisoituun mädätysjäännökseen ja keinolannoitteisiin. Tavanomaisessa viljelyssä verrokkina oli väkilannoite, luomukokeissa puolestaan naudan liete.

Timotei- ja puna-apila-nurminatakasvustot reagoivat sekä väkilannoite- että konsentraattilannoitukseen en-



Kuva 6. Viljakoealueen puintia Kiteen Papinniemessä.

Kuva: Anssi Kokkonen

nakoidusti, eli lannoitus liukoisen typen mukaan lisäsi satoa. Nurmella konsentraatin lannoitusvaste oli viljaa parempi.

Konsentraatti on nopeavaikutteinen typpilannoite johtuen korkeasta liuk-N/kok-N -suhteesta (n. 90 %). Maan kuivuus vaikutti epäedullisesti väkilannoitteen tehoon kuivana ja lämpimänä kesänä 2018. Silloin konsentraatti antoi parhaan satovasteen levitetylle liukoiselle typelle. Vuosi 2019 oli sääoloiltaan lähempänä keskiarvoa, ja sadon määrä yli kaksinkertainen edellisvuotiseen verrattuna. Parhaan satovasteen levitetylle liukoiselle typelle antoi väkilannoite.

Typpilannoitusvaikutukseltaan konsentraattilannoitteen liukoinen tyyppi näyttää vastaavan keinolannoitteen liukoista tyyppiä, sillä näissä kokeissa systemaattista eroa kumpaankaan suuntaan ei havaittu. Maatalouskokeissa saadaan harvoin suoraviivaisia tuloksia, sillä satoon vaikuttaa hyvin moni asia. Käytännön viljelyolosuhteissa on muistettava, että todellisten, pitkäaikaisten lannoitusvaikutusten toteamiseen kuulu yleensä useampia vuosia.



- 37 kg liuk-N/ha, konsentraatti
- 0 kg N, "nollaruutu"



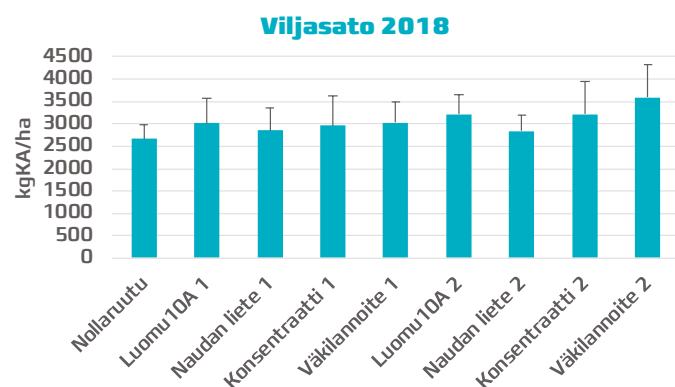
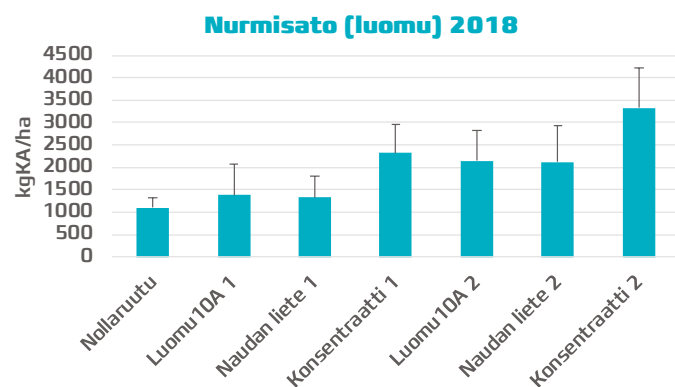
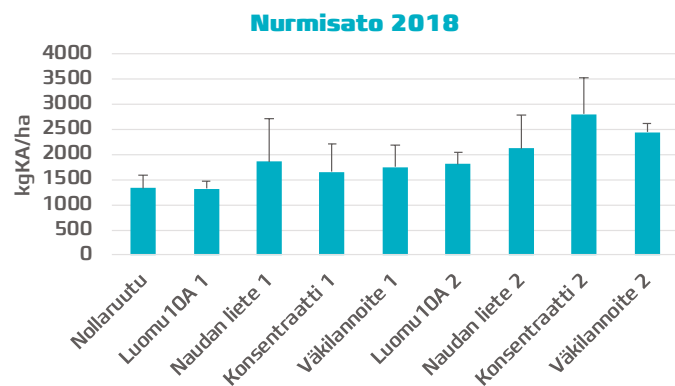
- 37 kg liuk-N/ha, konsentraatti
- 35 kg liuk-N/ha, naudan liete



- 68 kg liuk-N/ha, konsentraatti
- 65 kg liuk-N/ha, naudan liete

Kuva 7. Koejäsenten kasvut erosivat selvästi toisistaan, esimerkkinä luomunurmisato 2018.

Kuva: Markku Huttunen



Kuva 8. Kuiva-ainesato testatuilla lannoitteilla pienellä (1) ja keskimääräisellä (2) typpilannoitustasolla.



Timoteinurmi

Sadonlisäys nurmi 2018		kgKA/kg liuk-N
0 kg/ha liuk-N	Nollaruutu	0
33 kg/ha liuk-N	Luomu10A 1	-1
33 kg/ha liuk-N	Naudan liete 1	16
39 kg/ha liuk-N	Konsentraatti 1	8
38 kg/ha liuk-N	Väkilannoite 1	11
67 kg/ha liuk-N	Luomu10A 2	7
75 kg/ha liuk-N	Naudan liete 2	10
54 kg/ha liuk-N	Konsentraatti 2	27
79 kg/ha liuk-N	Väkilannoite 2	14

Puna-apila-nurminata

Sadonlisäys nurmi (luomu) 2018		kgKA/kg liuk-N
0 kg/ha liuk-N	Nollaruutu	0
32 kg/ha liuk-N	Luomu10A 1	9
35 kg/ha liuk-N	Naudan liete 1	6
37 kg/ha liuk-N	Konsentraatti 1	33
67 kg/ha liuk-N	Luomu10A 2	16
65 kg/ha liuk-N	Naudan liete 2	16
68 kg/ha liuk-N	Konsentraatti 2	33

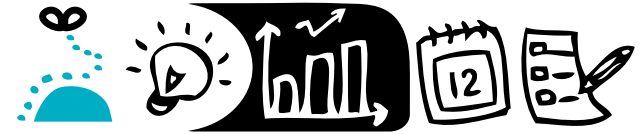
Kevätvehnä

Sadonlisäys vilja 2018		kgKA/kg liuk-N
0 kg/ha liuk-N	Nollaruutu	0
31 kg/ha liuk-N	Luomu10A 1	11
35 kg/ha liuk-N	Naudan liete 1	5
37 kg/ha liuk-N	Konsentraatti 1	8
38 kg/ha liuk-N	Väkilannoite 1	9
70 kg/ha liuk-N	Luomu10A 2	8
74 kg/ha liuk-N	Naudan liete 2	2
74 kg/ha liuk-N	Konsentraatti 2	7
74 kg/ha liuk-N	Väkilannoite 2	12

Kuva 9. Kuiva-ainesadon lisäys lannoitteen liukoista typpikiloa kohden, kun typpellä lannoittamattomien lohkojen keskiarvosato on vähennetty lannoitettujen lohkojen sadoista.



4.



TALOUSNÄKÖKULMIA

Lannan levitys- ja käsittelykulut mietityttävät kovasti viljelijöitä. Parasta olisi että kierrätyslannoitetta pystyisi levittämään ja käyttämään nykkykoneilla samalla tavalla kuin väkipohjaista lannoitetta, jolloin ei tarvitsisi ostaa uusia laitteita.

Kenttäkoetulosten perusteella **konsentraatti voi olla erittäin kilpailukykyinen lannoite väkilannoitteen verrattuna**. Hinta pitäisi myös saada kilpailukykyiseksi muiden luomulannoitteiden hintatasolle ja pidemmällä aikavälillä samalle tasolle mineraalipohjaisen lannoitteen kanssa.

BioKymppi Oy:n hallinnoiman BioRaKi-hankkeen pää tavoitteena oli löytää teknis-taloudellinen menetelmä, jolla voidaan kannattavasti tuottaa erilaisista **biokasulietteilistä konsentroituja lannoitevalmisteita** peltoviljelyyn ja puutarhakäyttöön nestemäisenä ja granuloina.

Lisäksi ruuvikuivaimen ja konsentrintilaitteiston tuotekehityksellä saadaan **mekaanisen kuivauksen investointi- ja käyttökulut** nykyistä edullisemmaksi, ja lisäksi tuotteistettua jäljelle jäävästä rejektivedestä **uusia myytäviä kierrätyslannoitevalmisteita**.

Ravinnekierrätyksen muita tavoitteita ovat **luomuviljelyn kannattavuuden lisääminen**, biokaasutuotannon vesien kulutuksen vähentäminen, ravinnekierron lisääminen ja luonnonvarojen vähentäminen, puhdistamolietteen kierrätyksen tehostuminen, energian säästö hygienisoinnissa sekä uusien kierrätyslannoitteiden kehittäminen.

Kierrätyslannoitevalmisteiden käyttö edesauttaa erikoistumista esim. luomumarkkinoille ja vähentää tuotannon kannattavuuden riippuvuutta tuotantopanosten hintavaihteluista.

Konsentraatin tuotannon automatisointi vaatii kehitystä ja tuotetta jouduttaneenkin odottamaan markkinoilla vielä joitakin vuosia. Tuotantokustannus lienee silloinkin vielä niin suuri, että konsentraatti pystyy hyödyttämään vain pientä osaa kasvintuotantoyrityksiä, esimerkiksi puutarhayrityksiä. Ajan mittaan **tuotantokustannuksen uskotaan kuitenkin alenevan** ja tuotteen hyödynnettävyyden parantuvan myös peltoviljelyssä.

Toisena haasteena on **markkinoilla olevan levityskaluston sopimattomuus** pienten nestemäärien (<10 tn/ha) levitykseen peltoviljelyssä. Levitysteknologiset ongelmat ovat kuitenkin pienempi haaste kuin konsentraatin tuotantokustannusten alentaminen.



Kuva 10. Kiekkomultainvaunu aukaisee levitettyväälle lannoitteelle muutaman sentin syvyisen vaon, mikä ei häiritse nurmen kasvua..

Kuva: Markku Huttunen



Kuva 11. Nurmisadon korjuuta ja paalausta Kiteen Puhoksella.

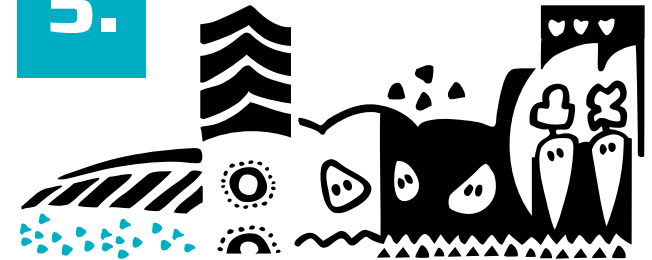
Kuva: Anssi Kokkonen

BioRaEE-hankkeessa on arvioitu **kierrätyslannoitteiden käytön kannattavuutta maatalojen kannalta** eli arvioitu hyödyntämisen taloudellisia vaikutuksia verrattuna nykytoimintaan. Viljelijöiden valtaosan mielestä **kierrätyslannoitteiden käyttöä tulisi tukea** (käyttöopastus, rahallinen tuki, levitys-, kuljetus- tai varastointivaiheen tukeminen). Tulevaisuudessa tulisi kehittää myös **täsmälannoituksen menetelmiä** (esim. ISOBUS-teknologia) kierrätyslannoitteiden levittämisen tueksi.

Kehitystä kuitenkin hidastaa **viljelijöiden haluttomuus investoida** kierrätyslannoitteiden levityskalustoon tai varastointiin. Isoimman kynnyn kierrätyslannoitteiden käytölle muodostavat hinta, ravinnesuhteet, olomuoto, varastoitavuus ja levitettävyyden. Näiden osalta myös viljelijöiden ja kierrätyslannoitteiden tuottajien mielipiteet eroavat toisistaan.



5.



NEUVONTA

Kierrätyslannoitteet mielletään usein pelkästään lietteiksi. Viljelijät ovat vieläkin varovaisia ja luottavat vanhoihin tuttuihin menetelmiin, vaikka monet ymmärtävätkin kierrätyslannoitteiden hyödyt ja niiden väliset erot.

Toimialalla liikkuu paljon uskomuksia ja vastakkaisia mielipiteitä eikä kaikkia tuotteita juuri markkinoida, jolloin niitä ei myöskään tunneta. Käytännön tasolla tarvitaan esimerkkejä tutkimuksista ja eri hankkeiden tuloksista. Tulevaisuudessa neuvonnan rooli tulee korostumaan.

Yli puolet laitostoimijoista kokee, että **kierrätyslannoitevalmisteet ovat jo nyt kilpailukykyisiä** verrattuna väkilannoitteisiin ja että asiakkailla on valmisteista **positiivinen mielikuva**. Yleinen näkemys on, että yhteiskunnan tulisi tukea kierrätyslannoitevalmisteiden valmistusta, käyttöä ja markkinoiden kehittymistä.



Julkisuuskuvan paraneminen
Neuvontaorganisaatiot
Lannoitteita tuottavat laitokset
Uusien teknologioiden kehittäminen
Toimijoiden yhtenäinen mediapolitiikka
Kierrätyslannoitteiden käytön yleistäminen ja standardointi
Luomuhulyväksyttävyyys

Kierrätyslannoitevalmisteiden lannoitusvaikutuksen tutkimukset
Käyttöoppaat
Aktiivisempi tutkimustiedon tuominen julkisuuteen
Tunnettavuus

Koulutus- ja seminaaritalaisuuudet viljelijöille ja maatalousneuvojille
Ammattikorkeakoulujen tarjoama täydennyskoulutus

Kysyntä
Koulutus



Keskeinen kierrätyslannoituksen edistämiskeino on **viljelijöiden ja valmistajien välinen yhteistyö**. Kierrätysravinteiden markkinoiden parantamiseksi markkinointiin tulisi löytää ja kehittää **kierrätyslannoituksen asiantuntijuutta** ja ymmärrystä maatalouden käytännöistä. Myös kuluttajille on **lisättävä viestintää** kierrätysravinteiden käytön eduista.

Lannoitevalmisteiden tuotantoa ohjataan sekä EU-tasoisella että kansallisella **lainsäädännöllä**, jotka antavat kierrätyslannoitevalmisteille minimaatimukset, mm. enimmäispitoisuudet haitallisille aineille, taudinaiheuttajille ja epäpuhtauksille.

EU:n lannoitevalmistelainsäädäntö on uudistumassa vuosina 2018–2020, ja Suomessa lannoitevalmisteille suunnitellaan parhaillaan **laatujaarjestelmää** osana valtakunnallista jätesuunnitelmaa.

Toiminnanharjoittajista pidetään lannoitevalmistelain mukaista **valvontarekisteriä** (Ruokavirasto). Oleellinen osa valvontaa on myös omavalvonta, joka koskee kaikkia lannoitevalmisteita tuottavia toimijoita.

LÄHTEET JA LINKIT

Lisätietoa kierrätyslannoituksesta löytyy esim. seuraavista lähteistä:

Biomassa-atlas. <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/>

Tampio, E., Vainio, M., Virkkunen, E., Rahtola, M., Heinonen, S. 2018. Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-606-3>



Liite 1.

Lannoitetaulukko

(Lähde: RavinneRenki-hanke, Savonia amk)

Yritys	Kauppanimi	Olomuoto
BioKymppi Oy	LuomuKymppi A	Neste
BioKymppi Oy	LuomuKymppi B	Kiinteä
BioKymppi Oy	PeltoKymppi A	Neste
Fortum Waste Solution	Kalkkikuitu	Kiinteä
Soilfood	NKS-vinassi	Neste
Soilfood	NS-vinassi	Neste
Soilfood	Ammoniumsulfaattineste [42 %]	Neste
Soilfood	Ravinnekuitu	Kiinteä
Soilfood	Nollakuitu	Kiinteä
Gasum	Gasum Humusvoima	Kiinteä
Gasum	Gasum Perus	Neste
Humuspehtoori Oy	Broilerhyvä	Kiinteä
Hämeen kuljetus Oy	Peltotuhka	Kiinteä
Tuhka Hukka Oy	Arppen-tuhka	Kiinteä
Tuhka Hukka Oy	Haku-tuhka	Kiinteä
Ecolan	Agra Organic 8-4-4	Rae
Ecolan	Agra Organic 8-4-8	Rae
Ecolan	Agra Organic 13-0-0	Rae
Hankkija	Luomulannoite 3-1-3	Rae



Biokaasulaitoksesta ravinteita,
energiaa ja elinkeinotoimintaa
maaseudulle (BioRaEE), 2017-2020



Karelia-ammattikorkeakoulu oli osatoteuttajana Suomen ympäristökeskuksen hallinnoimassa hankkeessa Biokaasulaitoksesta ravinteita, energiaa ja elinkeinotoimintaa maaseudulle (BioRaEE) 2017–2020. BioRaEE -hanke selvitti viljelijöiden tarpeita kierrätyslannoitteille ja arvioi niiden tuotannon ja käytön aiheuttamia muutoksia ympäristön sekä tilojen ja koko käsittelyketjun kannattavuuden kannalta. Tarkastelussa oli biokaasuprosessi, jossa mädätysjäännös jatkojalostetaan väkevöidyiksi kierrätysravinteiksi, joita erilaiset tilat hyödynnevät kasvintuotannossaan. Tuloksia verrattiin nykyisiin käytettäviin lannoitteisiin. Kierrätysravinteiden lannoituskäyttö testattiin yhteistyössä tuottajien kanssa kenttäkokeissa sekä pelto- että kasvihuoneviljelyssä. Lisäksi kartoitettiin kierrätysravinteiden ja erityisesti mädätysjäännöksen jatkojalostuksen kehittämisen tilannetta ja käytön kokemuksia, esimerkkinä oli Kiteellä sijaitsevaa BioKymppi Oy:n biokaasulaitos. Kaksivuotisten peltokokeiden perusteella konsentraatti on nopeavaikutteinen typpilannoite, jonka lannoitusvaikutus parhaimmillaan vastaa väkilannoitteen lannoitusvaikutusta. Koetulosten perusteella konsentraatti voikin olla erittäin kilpailukykyinen lannoite väkilannoitteeseen verrattuna.