

Biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksen lannoitekäyttö nurmella ja ohralla

Maarit Hyrkäs, Perttu Virkajärvi, Mari Rätty,
Sari Luostarinen & Ville Pyykkönen
Maaninka 1.8.2017

Sisältö

1. Johdanto
2. Nurmi- ja ohrakokeiden koeasetelma ja toteutus
3. Biokaasutuksen ja separoinnin vaikutus lannoitteiden ominaisuuksiin – erot levitysmäärissä
4. Lannoitusvaikutus nurmella ja ohralla
5. Ravinnetaseet
6. Vaikutukset maaperässä
7. Käsittelyjäännöksen käyttö apilanurmen lannoitteena
8. Yhteenveto

Johdanto

Lannan prosessointi voi tehostaa sen käyttöä lannoitteena. Prosessoinnilla voidaan vaikuttaa mm.

- Ravinteiden pitoisuuksiin ja niiden keskinäisiin suhteisiin → vaikuttaa sallittuihin levitysmääriin
- Ravinteiden liukoisuuksiin ja käyttökelpoisuuteen kasveille → lannoitusarvo
- Logistiikkaan (turhan veden kuljetuksen minimointi)
- Käyttömukavuuteen (levitettävyyys, haju)

Johdanto

Biokaasuprosessi

- Hajottaa orgaanista typpeä kasveille käyttökelpoisempaan muotoon (liukoisen typen osuus kasvaa)
- Mahdollistaa muiden orgaanisten jätteiden lisäämisen prosessiin, jolloin niiden ravinteet päätyvät mukaan käsittelyjäännökseen
- Ei todennäköisesti juuri muuta fosforin käyttökelpoisuutta kasveille
- Nostaa pH:ta
- Tuhoaa rikkakasvien siemeniä ja taudinaiheuttajia
- Alentaa hiili/typpi-suhdetta

Johdanto

Typen lannoitusvaikutus kasveille riippuu

- Liukoisen typen osuudesta
- Ei-liukoisen osan mineralisaation määrästä ja nopeudesta
- Typen hävikistä haihtumisena tai huuhtoutumisena

Näin ollen lannoitusvaikutukseen vaikuttavat mm. varastointi ja levitystapa (hävikit) ja aikaväli (ehtiikö mineralisaatiota tapahtua). Lannoitusvaikutuksista onkin saatu erilaisia tutkimustuloksia riippuen mm. lannoitusmenetelmästä, käsittelyjäännöksen raaka-aineista, kasvilajeista ja siitä, onko kyseessä ollut astia- vai kenttäkoe.

Johdanto

- Biokaasuprosessi nostaa lietteen pH:ta. Tämä voi lisätä ammoniakin haihduntaa varastoitaessa ja levitettäessä, mitä voi ehkäistä kattamalla lietesäiliöt ja levittämällä käsittelyjäännöksen sijoittamalla tai multaamalla välittömästi levityksen jälkeen.



Koeasetelma ja toteutus

- Tavoite: selvittää raa'an naudan lietelannan, biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksen ja separoitujen kuiva- ja nestejakeiden lannoitusvaikutusta suhteessa väkilannoitetyyppeen.
- Kokeet tehtiin Maaningalla ruutumittakaavassa (lohkoittain satunnaistettu koe, 4 toistoa), maalaji HeS
- Ohrakoe 2009–2011
- Nurmikoe 2009–2012 (suojaviljavuosi + 3 nurmivuotta, timotei-nurminataseos 70:30, 2 niittoa/vuosi, lannoitus-käsittelyt toiselle sadolle)
- Orgaanisten lannoitteiden lisäksi kokeessa oli mukana 6 väkilannoitetyppiporrasta (ohra 0–100 kg N/ha, nurmi 0–150 kg N/ha).

Käytetyt orgaaniset lannoitteet

1. Naudan raaka lietelanta
 2. Biokaasulaitoksen käsittelyjäännös (raakalanta + muu syöte & n. 50 pv kestävä biokaasuprosessi)
 - muu syöte v. 2009 makeistehtaan jäte, v. 2010 sipulimassa, v. 2011 ruokohelpisäilörehu ja v. 2012 timoteinurminatasäilörehu.
- Molempien levitys omavalmisteisella 1 m³:n vetoisella, kaksoiskiekkovantaisella kontilla, sijoitus 5–7 cm.



3. Separoitu kuivajae

- nurmelle perustettaessa
- ohralle keväisin
- levitys käsin + multaust äestämällä

4. Separoitu nestejajae

- ohran oraille
- nurmen toiselle sadolle
- levitys kastelukannulla pintaan



Käsittelyjäännöksen separointi

- Separointi tehtiin ruuvipuristimella (Bauer separaattori S 655), seulakoko 0,75 mm.

Ka 4,7 %



Perttu Virkajärvi

Esim.
1 t käsittely-
jäännöstä →
950 kg
nestejaetta ja 50
kg kuivajaetta

n. 5 %

n. 95 %



Ka 3,8 %

Perttu Virkajärvi



Ka 25,8 %

Perttu Virkajärvi

Biokaasutuksen ja separoinnin vaikutus lannoitteiden ominaisuuksiin

Lietenäytteiden yhteenveto yli vuosien (keskiarvo \pm keskihajonta)

	Kok. N	Liuk. N	Liuk-N:Kok-N	Kuiva-aine	P	K
	kg/tn	kg/tn		%	kg/tn	kg/tn
Raakalanta	3,0 \pm 0,8	1,7 \pm 0,3	0,57 \pm 0,09	7,2 \pm 2,7	0,50 \pm 0,14	3,0 \pm 0,7
Käsittelyjäännös	2,8 \pm 0,4	1,7 \pm 0,3	0,60 \pm 0,14	4,7 \pm 0,7	0,46 \pm 0,08	3,7 \pm 0,7
Kuivajae	5,3 \pm 0,3	1,6 \pm 0,4	0,30 \pm 0,06	25,8 \pm 4,9	1,42 \pm 0,51	3,0 \pm 0,5
Nestejae	3,1 \pm 0,8	1,7 \pm 0,4	0,59 \pm 0,18	3,8 \pm 0,4	0,44 \pm 0,07	3,4 \pm 0,6

n=6, paitsi kuivajae n=3

- Vuosien välillä oli huomattavaa vaihtelua ravinnepitoisuuksissa.
- Ruuvikuivainseparointi ei toiminut toivotulla tavalla fosforin erottelussa: fosforin osuus nestejakeessa ei juurikaan vähentynyt. Kuivajakeessa oli paljon kokonaistyppeä suhteessa liukoiseen tyypeen.
- Huom! Käsittelyjäännös ei ole peräisin täsmälleen samasta raakalannasta, sillä lietteet otettiin biokaasulaitoksen esisäiliöstä ja jälkikaasualtaan jälkeisestä kaivosta samana päivänä. Tämä taulukko ei siis kerro biokaasuprosessin vaikutuksista.

Biokaasutuksen ja separoinnin vaikutus lannoitteiden ominaisuuksiin

Tavoite 1: Halutaan saada levitettyä enemmän liukoista typpeä ympäristökorvausjärjestelmän P-rajoituksen rajoissa.

- Alla olevassa taulukossa kuvataan tämän kokeen tilanne.
- Nurmella nitraattiasetus rajoittaa jo aikaisemmin, paitsi kuivajakeella.
- Ohralla separoitua neste olisi tässä hyvä vaihtoehto raakalantaan verrattuna (8 kg enemmän liukoista typpeä).

Ympäristökorvausjärjestelmän fosforirajoitus, välttävä P-luokka	Lantalaji	Levitysmäärän maksimi t/ha	Liukoisen typen määrä kg/ha
Nurmi satotasokorjauksella 30 kg/ha/v (ilman satotasokorjausta olisi 24 kg/ha/v)	Naudan lietelanta, taulukkoarvo	60	102
	Raakalanta	60	102
	Käsittelyjäännös	65	111
	Separoitu kuiva osa	21	34
	Separoitu neste	68	116
Ohra 16 kg/ha/v (satotasokorjauksilla 5000 kg + 3 kg P ja 6000 kg + 6 kg P)	Naudan lietelanta, taulukkoarvo	32	54
	Raakalanta	32	54
	Käsittelyjäännös	35	59
	Separoitu kuiva osa	11	18
	Separoitu neste	36	62



Biokaasutuksen ja separoinnin vaikutus lannoitteiden ominaisuuksiin

Tavoite 2: Halutaan saada levitettyä enemmän liukoista typpeä nitraattiasetuksen rajoissa (parempi Liuk. N: kok. N –suhde).

- Alla olevassa taulukossa kuvataan tämän kokeen tilanne.
- Ohralla sekä kuivajakeella P rajoittaa jo aiemmin (P-luokka välttävä).
 - Jos nestejakeesta olisi saatu fosfori paremmin pois, nestejakeen hyöty näkyisi tässä!
- Käsittelyjäännöstä voi levittää noin 7 % enemmän, jolloin myös liukoisen typen määrä lisääntyy noin 7 %.
- Kuivajakeen käyttö on ongelmallista (typestä vain 30 % liukoista)

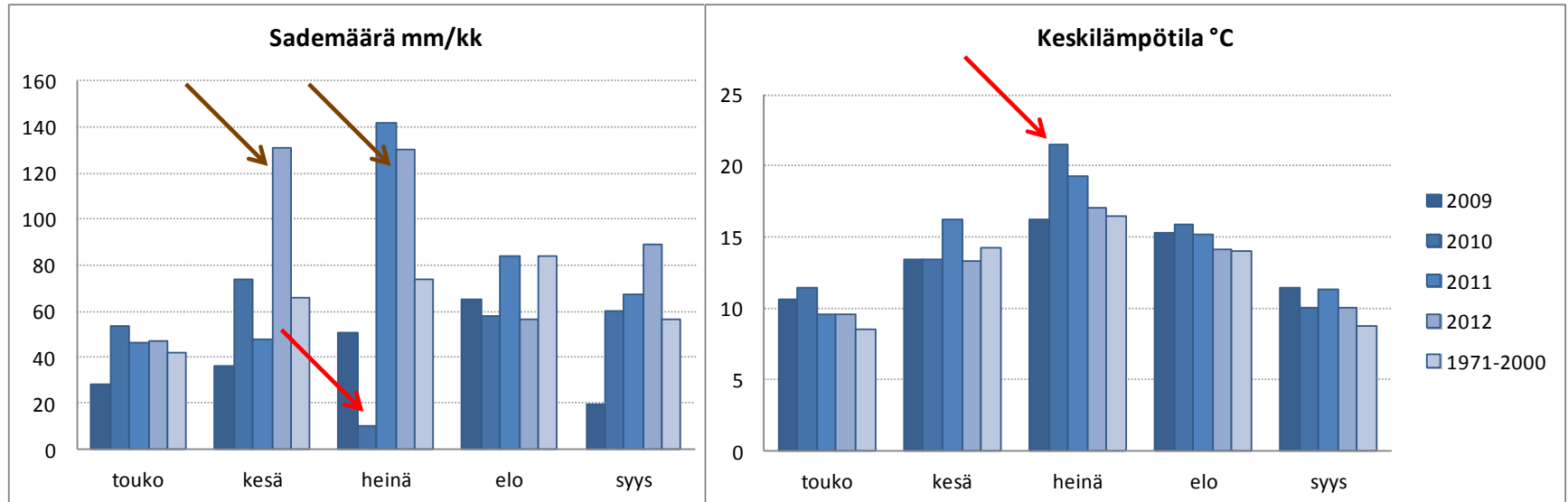
Nitraattiasetus	Lantalaji	Levitysmäärän maksimi t/ha	Liukoisen typen määrä kg/ha
Kokonaistyyppi 170 kg/ha/v	Naudan lietalanta, taulukkoarvo	59	100
	Raakalanta	57	96
	Käsittelyjäännös	61	103
	Separoitu kuiva osa	32	51
	Separoitu neste	55	93

Biokaasutuksen ja separoinnin vaikutus lannoitteiden ominaisuuksiin

Tavoite 3: Logistiikka. Typpipitoinen nestejäte voidaan levittää lähipelloille ja kuljettaa fosforipitoista kuivajakeetta kauemmas.

Tavoitteet 1 ja 3 vaatisivat onnistuneen separoinnin, jossa P erottuu hyvin kuivajakeeseen. Separointiin yleisesti käytetty ruuvipuristin erottaa hyvin kiintoaineksen, mutta ei kovin hyvin fosforia. Tehokkaimpana menetelmänä pidetään linkoamista saostumista edistävien kemikaalien kanssa. Koska fosfori ei tässä kokeessa erottunut toivotusti kuivajakeeseen, separoinnin suurimmat hyödyt jäivät saavuttamatta.

Sää koevuosina



- Vuonna 2010 heinäkuu oli poikkeuksellisen kuiva ja lämmin, mikä vaikutti selvästi kasvuun ja lannoitusvaikutukseen.
- Heinäkuut vuosina 2011 ja 2012 olivat normaalia sateisempia, samoin kesäkuu vuonna 2012.

Koejäsenet

- Nurmi
 - 1. sadossa kaikki koejäsenet 100 kg N/ha väkilannoitteena
 - Perustaminen ja 2. sato:
 - Raakalanta
 - Käsittelyjäännös
 - Kuivajae perustamisvuonna + nestejae nurmivuosina
- Ohra
 - Raakalanta
 - Käsittelyjäännös
 - Kuivajae + 40 kg N/ha väkilannoitteena
 - Kuivajae kylvettäessä + nestejae orastumisvaiheessa

Levitysmäärät vaihtelivat vuodesta ja koejäsenestä riippuen: raakalanta ja käsittelyjäännös ohralla 25-42 tn/ha, nurmella 21-30 tn/ha, kuivajae 16-19 tn/ha, nestejae 25-50 tn/ha

Liukoisen typen hyväksikäyttö

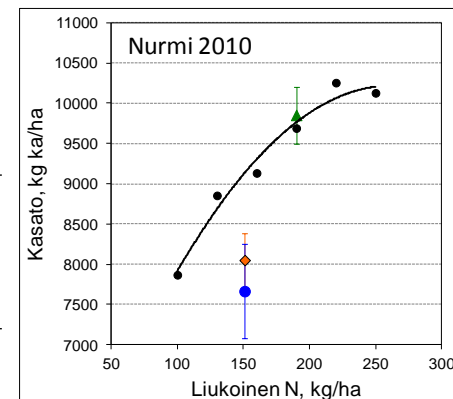
- Orgaanisten lannoitteiden kesän kokonaissatotaso (%) verrattuna väkilannoitetyyppeen, kun liukoisen typpi on täsmätty samaksi.
- Tässä kokeessa ei tutkittu, kuinka liukoisen typen määrä muuttuu biokaasuprosessissa, vaan lannoitusvaikutusta samalla liukoisen typen määrällä (=mineralisaatiota, hävikkejä).
- Tähdellä merkityt eivät yltäneet samaan satotasoon väkilannoitetyypen kanssa.

OHRA

	2009	2010	2011	Keskimäärin
Raakalanta	83*	87*	86*	85
Käsittelyjäännös	104	90*	101	98
Kuivajae + 40 kg/ha N	-	86*	90	88
Kuivajae + nestejae	78*	82*	91	84
Väkilannoite	100	100	100	100

NURMI

	2009 **	2010	2011	2012	Keskimäärin
Raakalanta	95	88*	103	93	95
Käsittelyjäännös	90	84*	100	98	93
Kuivajae	91	-	-	-	91
Nestejae	-	101	103	93	99
Väkilannoite	100	100	100	100	100



** Kokovilja

Liukoisen tyn hyväksikäyttö

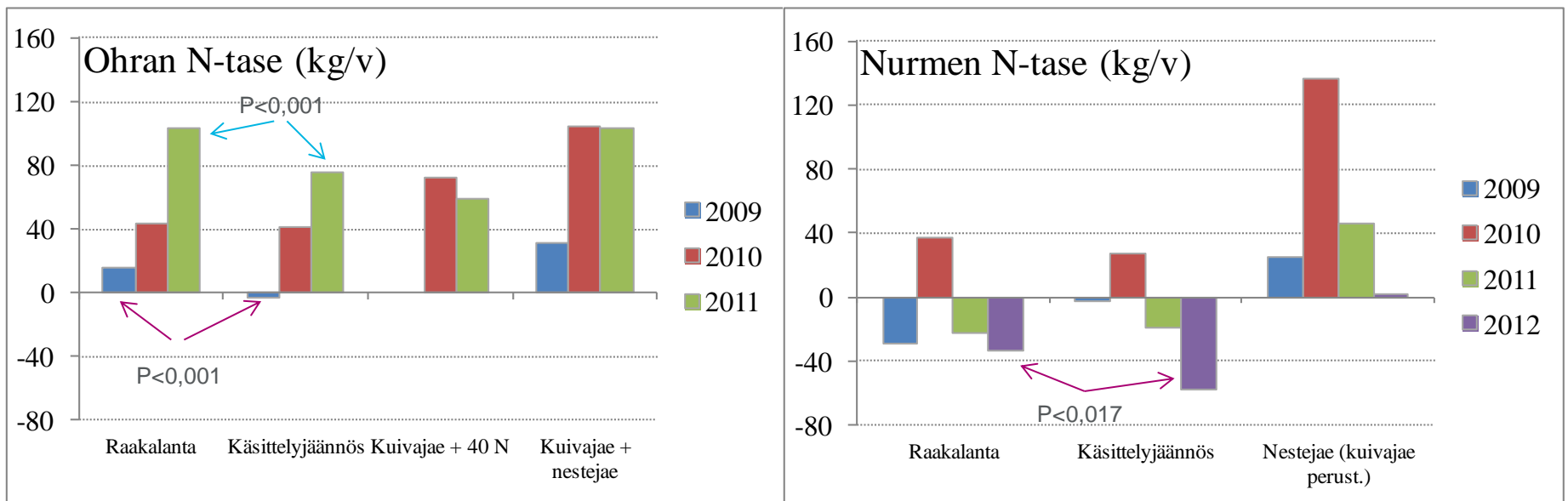
- Ohrakokeella havaittiin, että käsittelyjäännös oli lannoitusvaikutukseltaan väkilannoitetyypen veroista, kun taas raakalanta vastasi vain 85-prosenttisesti lannoitetyyppeä.
 - Kokonaistypen nopeampi muuntuminen kasveille käyttökelpoiseksi mikrobitoiminnan seurauksena (mineralisaatio)
 - Kuivana vuonna mikrobiaktiivisuus heikompaa
- Nurmella nestejake oli kuivana vuonna väkilannoitetyypen veroista, kun taas raakalanta ja käsittelyjäännös jäivät selvästi huonommaksi. Ensimmäisenä nurmivuonna sijoittaminen on voinut vaurioittaa nurmen juuristoa (vrt. nestejakeen levitys pintaan), mutta nestejakeen tyyppi on todennäköisesti myös ollut helpommin kasvin käytettävissä. Nestejake imeytyy raakalantaa paremmin, mutta osa typestä lienee silti haihtunut ammoniakkinä.

Taseet

- Tase = lannoitteen **kokonaistypen** ja sadossa poistuneen typen välinen erotus (kg/ha)
- Mitä positiivisempi ravinnetase on, sitä enemmän maahan jää käyttämättömiä ravinteita, jotka altistuvat huuhtoutumiselle.
- Vuosien välillä oli vaihtelua lannoitteiden ravinnepitoisuuksissa sekä osittain myös levitysmäärissä → näkyy taseissa
- Vuonna 2011 ohralla ylitettiin nykyinen P-lannoitusraja 16 kg/ha/v kaikilla orgaanisilla lannoitteilla, kuivajakeella myös muina vuosina. Nitraattiasetus (170 kg kok.N) ylitettiin nurmella nestejakeella vuonna 2010.
- Ympäristön kannalta yli + 60 kg/ha/v jäävää typpitasetta pidetään haitallisena. Ohralla tämä ylittyi usein (huom. heikko satotaso!) mutta nurmella vain nestejakeella vuonna 2010, jolloin jakeen typpipitoisuus oli korkea.

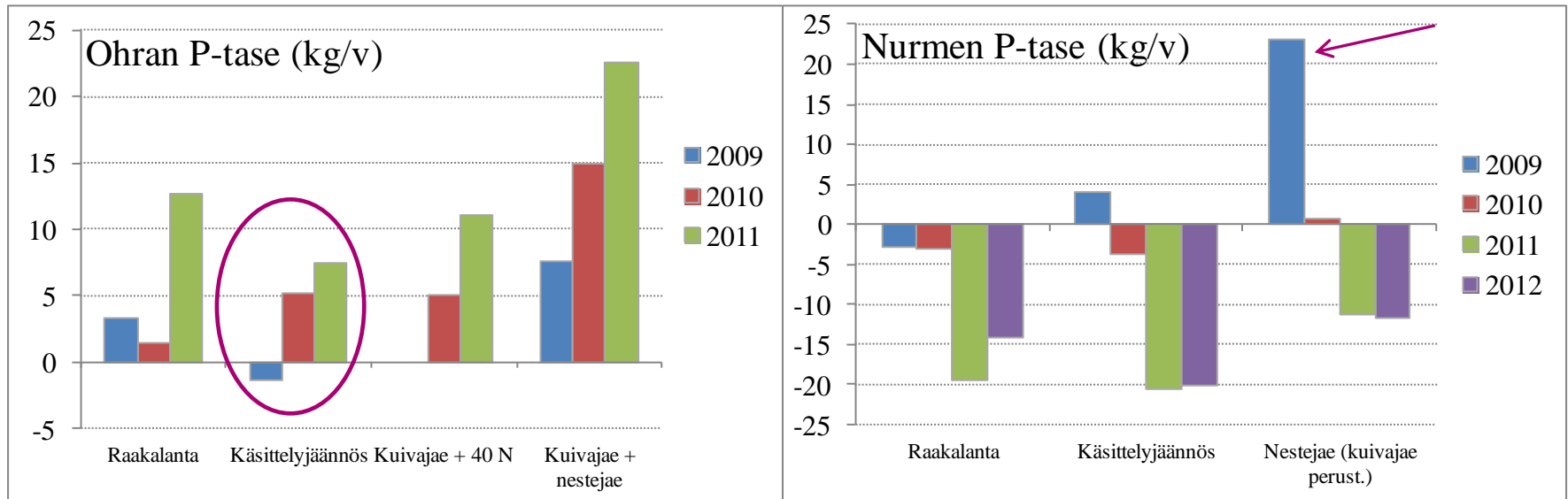
Typitaseet

- Ohra: vuonna 2009 matalin N-lannoitus ja korkein satotaso → alhaisin tase. Käsittelyjäännöksen tyyppi oli raakalannan tyyppiä paremmin hyödynnettävissä vuosina 2009 ja 2011. Huom! Satotaso oli koko kokeella keskimääräistä matalampi.
- Nurmi: Väkilannoitetta saaneen 1. sadon taseet negatiivisia varsinkin 2011 ja 2012 (myöhäinen niitto). Käsittelyjäännöksellä oli raakalantaa matalampi tase vuonna 2012.



Fosforitaseet

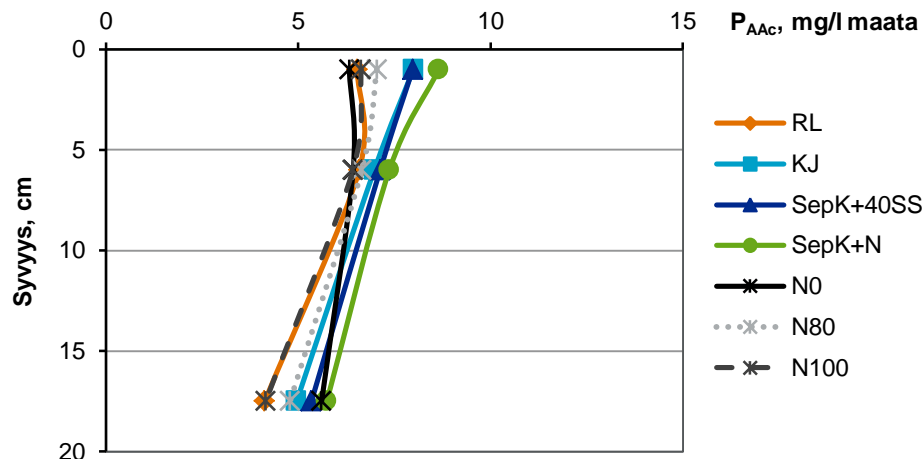
- Ohra: käsittelyjäännöksellä oli matalin P-tase 2009 ja 2011.
- Nurmi: Ensimmäinen sato ei saanut ollenkaan fosforia, joten sen tase oli voimakkaan negatiivinen (orgaanisilla lannoitteilla keskimäärin -16 kg/ha). Tämä näkyy kokonaissadonkin taseissa.
- Kuivajae erottuu selkeästi korkeammalla taseellaan (annettu vain v. 2009)
- Kahdesti kesässä niitetty nurmi otti fosforia tehokkaasti, eikä se taseiden perusteella päässyt kumuloitumaan maahan.



Fosfori maassa

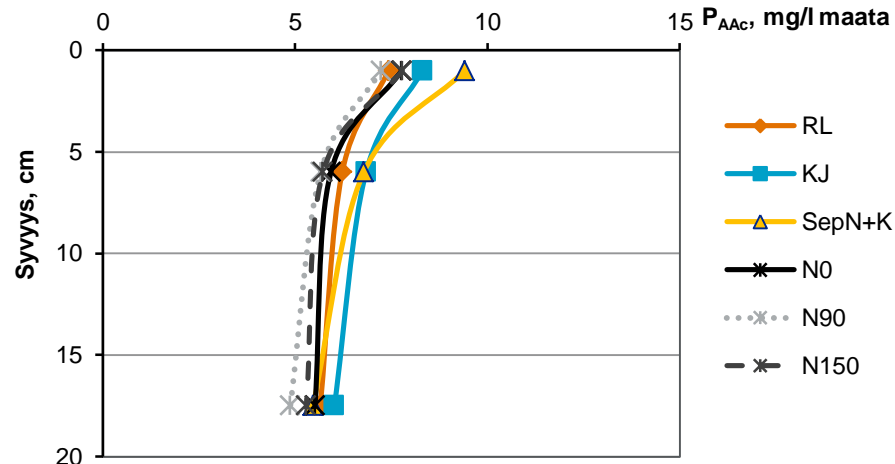
Ohra

Syksy 2011



Nurmi

Syksy 2011



- Kuivajae + neste –yhdistelmällä oli korkein maan P-luku sekä nurmella että ohralla.
- Nurmella näkyy lievää kumuloitumista maan pintakerrokseen, mutta se ei ole yhtä voimakasta kuin aikaisemmissa kokeissa.
- Huom: ohrakoe oli eri kohdassa peltoa v. 2009, joten kuvassa vain kahden koevuoden tulos.

P-lannoitus:

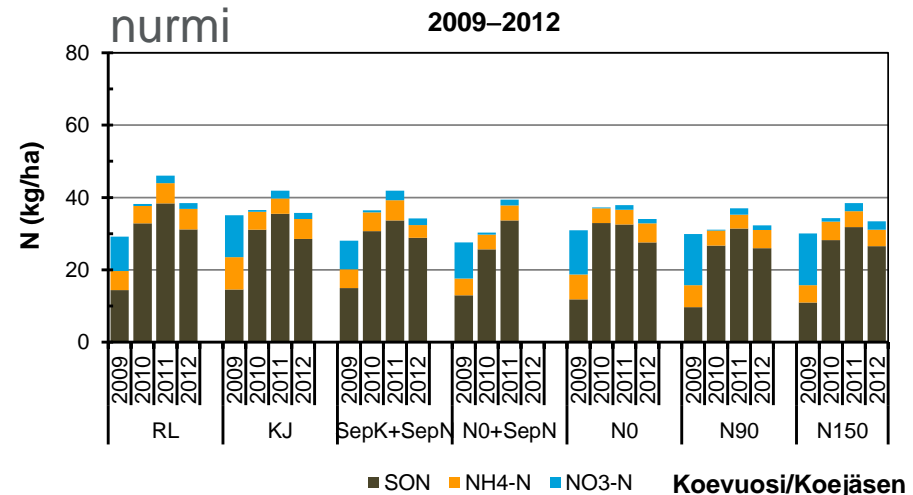
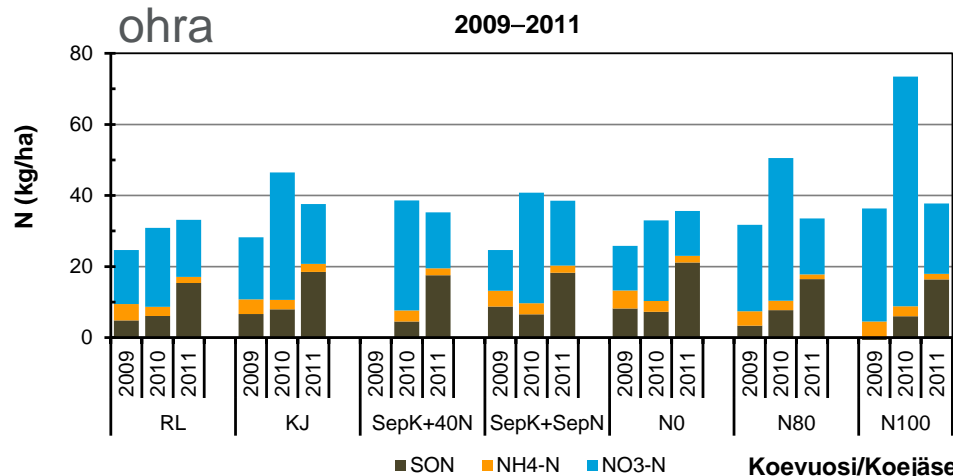
	ohra		nurmi	
Koejäsen	2010-11		2009-11	
	kg/ha		kg/ha	
RL	35	RL	40	
KJ	35	KJ	43	
SepK+40SS	37			
SepK+N	59	SepN+K	83	
Väkilann	30	Väkilann	55	

Fosfori maassa

- Yli vuosien tarkasteltuna erot orgaanisten lannoitteiden välillä olivat vähäisiä varsinkin syvemmissä kerroksissa.
- Raakalannan ja käsittelyjäännöksen sijoittaminen on todennäköisesti vähentänyt fosforin kumuloitumista pintakerrokseen.
- Orgaanisilla lannoitteilla viljavuusfosforipitoisuus oli hieman korkeampi kuin väkilannoitekoejäsenillä, mutta aleni silti kokeen aikana.
- Varsinkaan nurmiviljelyssä lietelannan tai lietelantapohjaisen käsittelyjäännöksen käyttö ei välttämättä nosta muokkauskerroksen viljavuusfosforin pitoisuutta.

Typpi maassa

- Koealueilla oli muokkauskerroksessa kokonaistyppeä 4-10 t/ha. Liukoisen kokonaistypen (KCI-uuttoinen) osuus oli syksyisin n. 40 kg/ha liukoista kokonaistyppeä.
- Nurmella liukoinen kokonaistyyppi oli pääasiassa liukoista orgaanista tyyppiä (81-85 %) ja vuosivaihtelu oli pientä.
- Ohralla puolestaan suurin osa oli nitraattityppiä (50-80 %). Vuosivaihtelu oli suurta, eniten kuivan vuoden jälkeen. Nitraattityppiä pidetään typen huuhtoutumisherkimpänä muotona.
- Tämä kertoo erilaisesta typpikierrosta, mm. nurmen koko kasvukauden jatkuvasta ravinteidenotosta, ehkä myös erilaisesta orgaanisen aineksen määrästä maassa.



Typpi maassa

- Lannoitteiden välillä eroja oli vain kuivana vuonna ohrakokeella, jolloin käsittelyjäännöksen käyttäminen nosti syksyn nitraattipitoisuutta maassa verrattuna raakalantaan. Tämäkin viittaa siihen, että käsittelyjäännöksen typpi oli helpommin mineralisoituvassa muodossa kuin raakalannalla. Nurmella eroa ei havaittu, mikä selittynee nurmen pitempään jatkuvalla ravinteiden otolla.
- Nitraatti- ja ammoniumtypen määrä maassa vaihtelee paljon, esimerkiksi pakkasyöt ja lannoitus nostavat pitoisuutta hetkellisesti. Liukoisen orgaanisen typen (joka on eräänlainen välivaihe typpikierrossa) määrä on muuttumattomampi.
- Liukoisen orgaanisen typen prosesseja ei vielä tunneta riittävän hyvin, jotta sitä voitaisiin käyttää hyödyksi lannoituksen suunnittelussa.
- Typpitaseiden mukaan orgaanisia lannoitteita käytettäessä typen huuhtoutumisriski on väkilannoitteita suurempi, mutta sääolosuhteet vaikuttavat oleellisesti!
- Typpi ei meillä juurikaan huuhtoudu pintavaluntana, vaan päättyy esimerkiksi pohjaveteen tai salaojien kautta ojiin.

Yhteenveto

- Orgaanisten lannoitteiden lannoitusvaikutus ja ravinnetaseet poikkeavat huomattavasti viljan- ja nurmenviljelyssä.
- Nurmen ravinteidenoton tehokkuus näkyy negatiivisimpina N- ja P-taseina ohraan verrattuna.
- Kuivuus (v. 2010) heikensi lannoitusvaikutusta. Nestejäte oli väkilannoitetypen veroista myös kuivana vuonna, mutta sen typpitase jäi korkeaksi.
- Ohran lannoitteena käytetyn käsittelyjäännöksen liukoisen typen lannoitusvaikutus oli korkeampi kuin raakalannan. Nurmella vastaavaa eroa ei havaittu.
- Separoinnin hyöty logistisena ratkaisuna lienee sadontuotannollista hyötyä suurempi.
- Orgaanisten lannoitteiden käyttö ei ole nurmenviljelyssä lähtökohtaisesti ympäristöriski fosforin kannalta, mikäli liete sijoitetaan ja huolehditaan riittävästä typpilannoituksesta (korkea satotaso).

Käsittelyjäännöksen käyttö apilanurmen viljelyssä

Kenttäkoe Maaningalla vuosina 2013–2015

Koeasetelma:

- Kaksi seosta:
 1. Heinänurmi = timotei-nurminata
 2. Apilanurmi = timotei-nurminata-puna-apila
- Neljä lannoitusstrategiaa (1. sato + 2. sato)
 1. Ei lannoitusta (0 + 0)
 2. 0 N + käsittelyjäännös n. 30 t/ha (0 + KJ)
 3. 50 N + (KJ + 50 N)
 4. 100 N + (KJ + 50 N)
- Käsittelyjäännöksessä keskimäärin liuk.N 66 kg, vaihteli vuosittain
- Apilanurmella oli pidempi kasvuaika kuin heinänurmella
- Kolme koevuotta, joista laskettu keskiarvo

Käsittelyjäänöksen käyttö apilanurmen viljelyssä

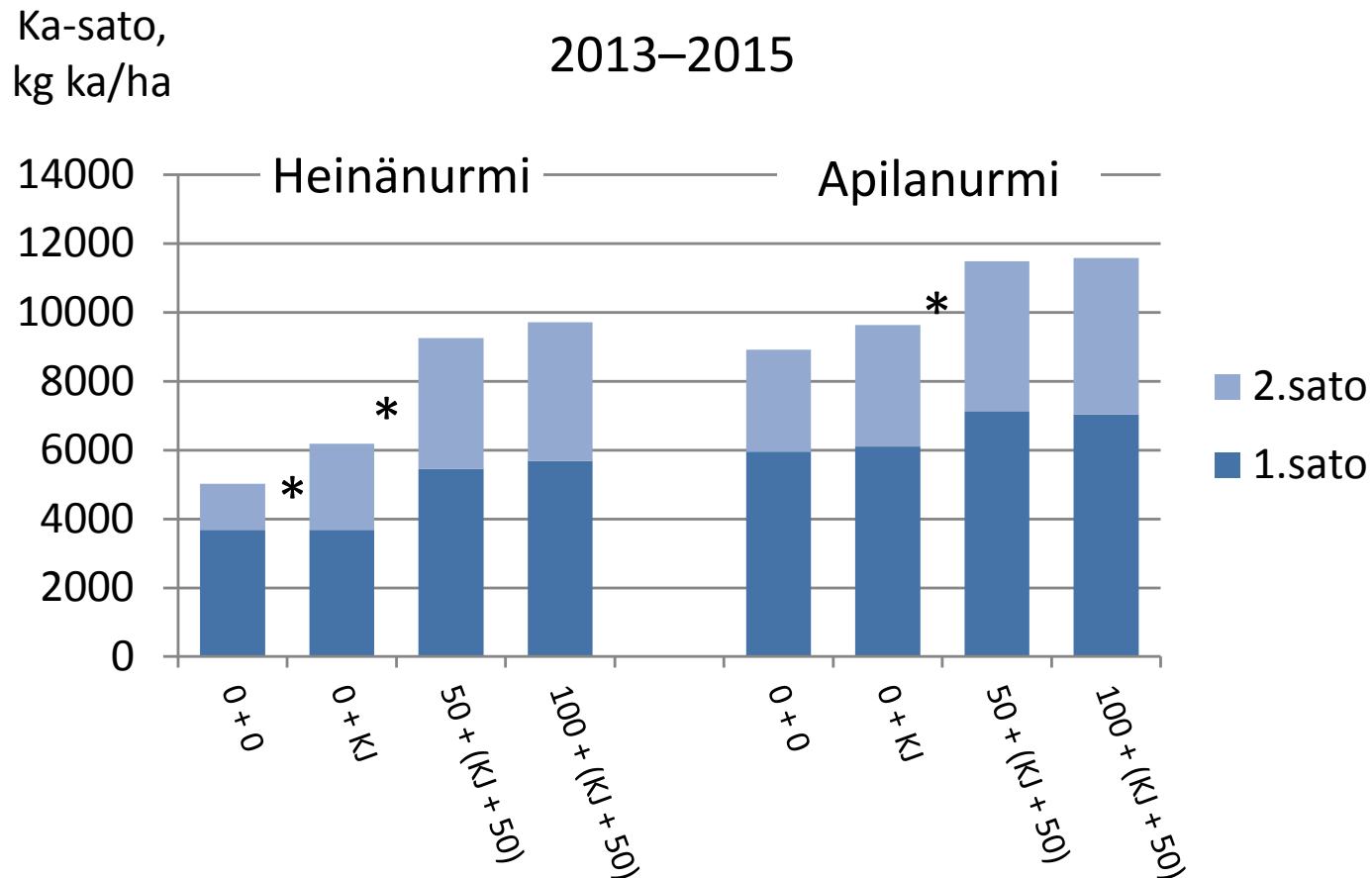
- Toisessa sadossa heinäurmi hyötyi luonnollisesti siitä, että annettiin käsittelyjäänös-lannoitus ja edelleen 50 kg väkilannoitetyypilisiä.
- Myös apilanurmen sato nousi, mutta huomattavasti vähemmän. Typpilannoitus laski selvästi apilan määrää kasvustossa ja D-arvo oli matala, sillä korjuu tehtiin myöhemmin kuin heinäurmella.

2.sato 2013-2015

Kasvi	Lannoitus	Kasato	D-arvo	N	Apilan
		kg ka ha ⁻¹	g kg ⁻¹ ka	g kg ⁻¹ ka	osuus %
Heinäurmi	0 + 0	1340	717	20.2	
Heinäurmi	0 + KJ	2500	702	20.0	
Heinäurmi	50 + (KJ + 50)	3800	693	22.5	
Heinäurmi	100 + (KJ + 50)	4030	688	23.3	
Apilanurmi	0 + 0	2970	660	26.5	71
Apilanurmi	0 + KJ	3530	658	24.4	45
Apilanurmi	50 + (KJ + 50)	4350	653	23.2	20
Apilanurmi	100 + (KJ + 50)	4540	648	24.1	20

Käsittelyjäännöksen käyttö apilanurmen viljelyssä

- Kuvassa tähdellä merkityissä kohdissa tilastollisesti merkitsevä ero sadon määrässä.



Lue lisää:

Biokaasuteknologiaa maataloilla II: Biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksen hyödyntäminen lannoitteena

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-266-9>

Biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksen, lannoituksen ja puna-apilapitoisuuden vaikutus nurmen satoon ja metaanintuottopotentiaaliin

http://www.smts.fi/fi/Kekkonen_ym_2016



Kiitos!