



Tuloksia kaalin fosfori- ja typpilannoituskokeista

Pirjo Kivijärvi, Terhi Suojala-Ahlfors, Risto Uusitalo ja Tapio Salo

*pirjo.kivijarvi@luke.fi
Puh. 040 828 8254*

Vaissin tilaisuus 16.3.2018, Jyväskylä

Tutkimushanke v. 2014-2017

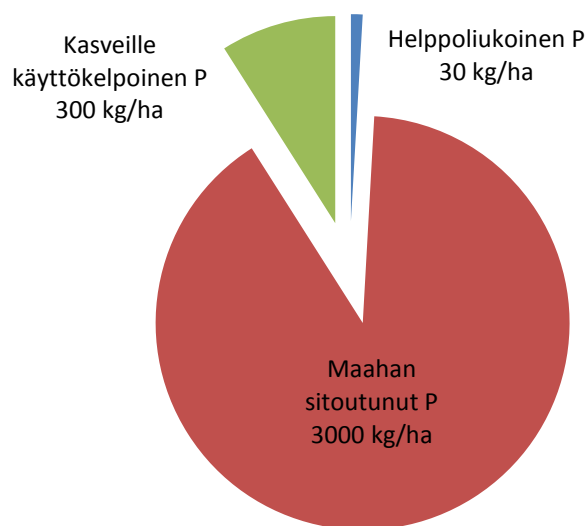
- Rahoittajat: MMM/Makera ja Yara Suomi
- Tavoitteet:
 - määritellä tärkeimpien vihanneslajien satovaste fosforilannoitukseen
 - antaa viljelijöille tietoa fosforilannoituksen taloudelliseen optimointiin
 - arvioida nykyisten ympäristökorvauksessa käytettävien fosforilannoitusrajojen perusteita
 - tutkia keinoja lisätyppilannoituksen ajoittamiseen



Viljavuustutkimus ja pellon fosforivarannot

- Ympäristötuen fosforilannoitusrajat perustuvat viljavuusanalyysin fosforiluokkaan
- Viljavuustutkimus mittaa heppoliukoisen fosforin pitoisuutta, joka on vain hyvin pieni osa kasveille käyttökelpoisesta fosforivarannosta

Fosforimäärän suuruusluokat pellossa muokkauskerroksessa viljavuusluokassa 10-15 mg/l



**Savimailla
fosforivarannot
suurimmat, eloperäisillä
mailla pienimmät!**

Kenttäkokeita Lukessa ja vihannestiloilla 2014-2016

- Lukessa P-lannoituksen porraskokeet varastokeräkaalilla ja varastosipulilla Piikkiön ja Mikkelin toimipaikoilla
 - Maan P-luokka viljavuusanalyysissä välttävä tai korkea
- Tiloilla koeasetelma yksinkertainen: ei P-lannoitusta vs. pellon suunniteltu P-lannoitus
- Kaalin typpilannoituskokeet Piikkiössä



Varastokeräkaalin P-kokeet, Luke 2014-2016

Kasvi	Paikkakunta	Pellon P-taso	Vertailtavat P-lannoitustasot (kg/ha)				
keräkaali	Piikkiö	matala	0	20	50	100	20 + 10 (startti)*
keräkaali	Piikkiö	korkea	0	5	15	30	
keräkaali	Mikkeli	matala	0	20	50	100	20 + 10 (startti)

*Starttilannoitus (Ferticare) ei Piikkiön kokeissa v. 2014

P-lukujen vaihtelu eri vuosina eri koeruuduissa:

Piikkiö – välttävä/tyydyttävä luokka 3-8 mg/l (m HeS)

Piikkiö – hyvä/korkea luokka 20-43 mg/l (m/rm KHt)

Mikkeli – välttävä/tyydyttävä luokka 5-15 mg/l (m/rm KHt)

Vihannesten P-kokeet tiloilla v. 2014-2016

Kasvi	2014	2015	2016
keräkaali	1 koe (talvikaali)	1 koe (varhaiskaali)	1 koe (varhaiskaali)
porkkana	4 koetta	2 koetta	2 koetta
mukulaselleri	1 koe	1 koe	1 koe

- Kokeissa verrattu peltolohkon normaalia P-lannoitusta ilman fosforia viljeltyihin koeruutuihin (poikkeus selleri v. 2014, jossa verrattu eri P-määriä)
- Yhteensä 6 koeruutua/pelto
- Muut ravinteet annettu samoina määrinä
- 9 kokeessa pellon P-luokka vähintään hyvä, 5 kokeessa välttävä tai tyydyttävä

Fosforikokeissa tehdyt mittaukset

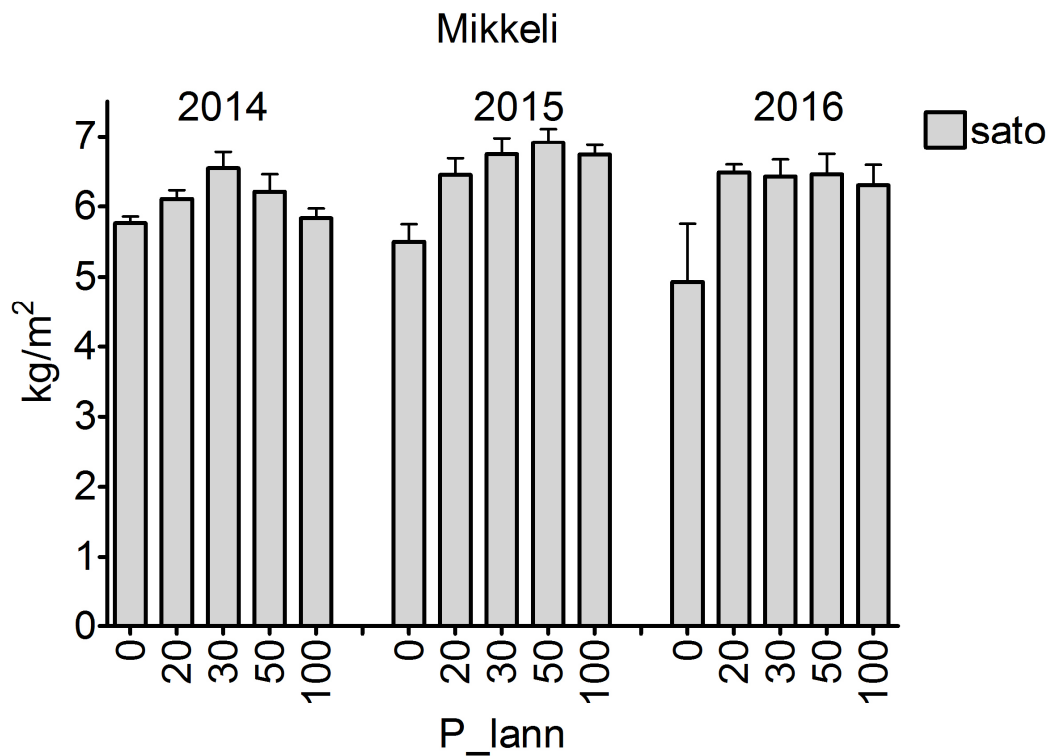
- Maan viljavuus keväällä ja syksyllä koeruuduittain
- Kasvianalyysi kesä-heinäkuussa
- Kokonaissato ja kauppakelpoinen sato
- Ravinnepitoisuudet sadossa ja muissa maanpäällisissä osissa



P-lannoituksen vaikutus satoon KERÄKAALI 'Lennox'



P-lannoituksen vaikutus tilastollisesti merkitsevä
Mikkelin kokeissa (maan P välttävä/tyydyttävä)



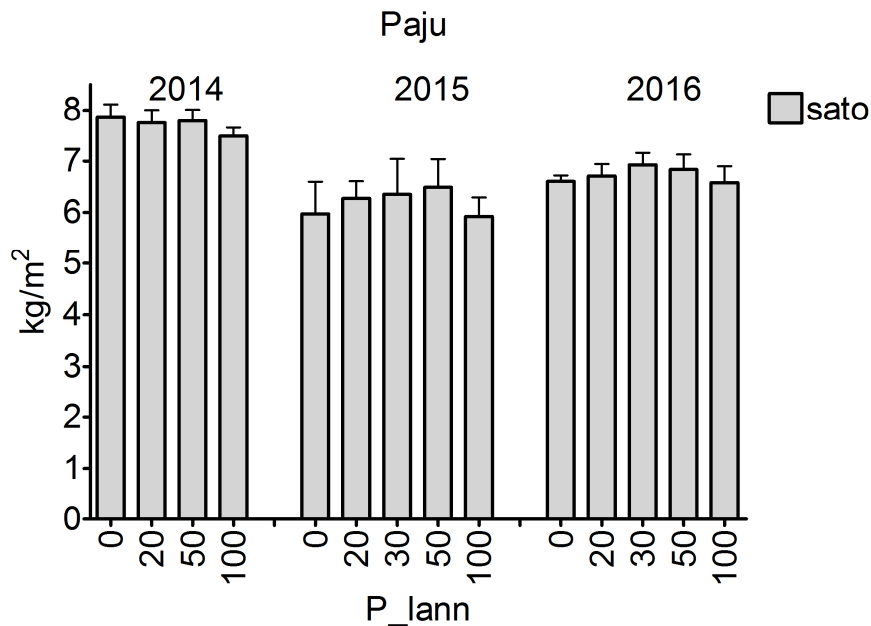
2014: P30 (ja P50) eroaa
P0-käsittelystä

2015 ja 2016: kaikki muut
käsittelyt eroavat P0-
käsittelystä

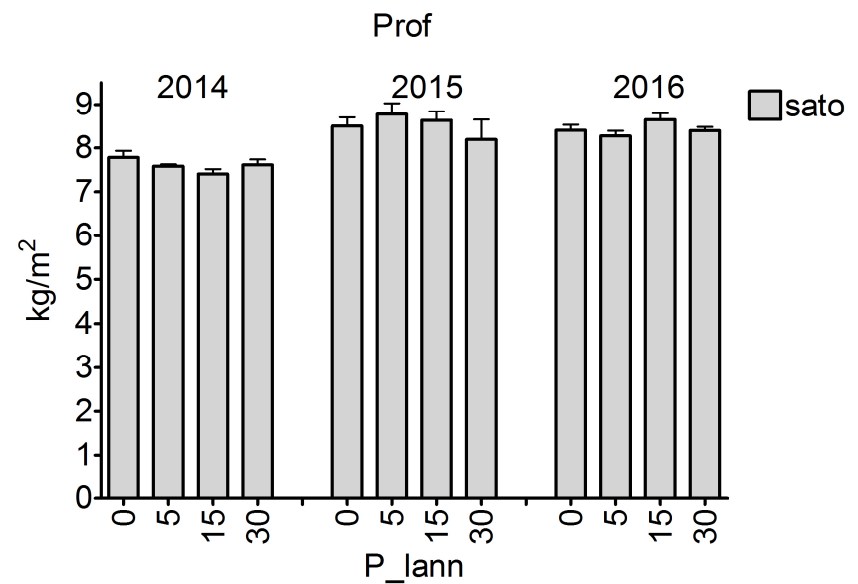
P-lannoituksen vaikutus satoon KERÄKAALI 'Lennox'



Piikkiön kokeissa lannoituksella ei tilastollisesti merkitsevää vaikutusta satoon.

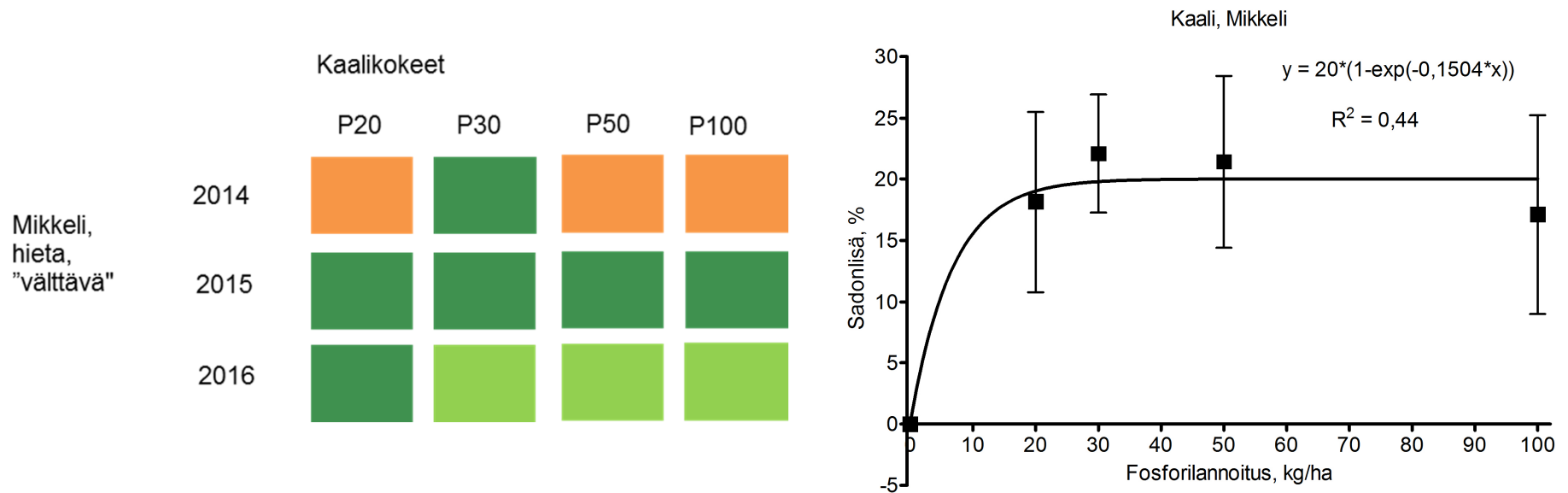


Matala fosforiluokka (m HeS)



Korkea fosforiluokka (m/rm KHt)

Keräkaalin satovasteyhtälö Mikkelin kokeista

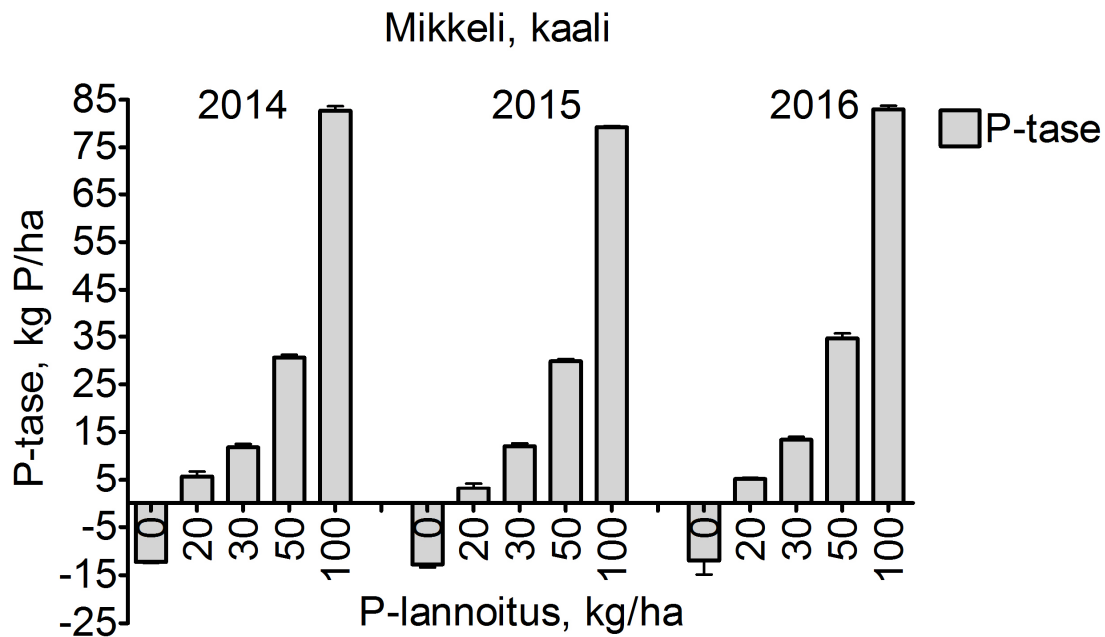


- Kolmen vuoden koetulosten perusteella johdettu Mitscherlichin yhtälö
- Maksimisatovaste oli 20 %
- Sadonlisästä 95% tuli noin 20 kg P/ha lannoituksella, vaikka ympäristökorvauksen fosforirajojen mukaan (fosforiluokka 'välttävä') voisi antaa 80 kg P/ha
- Fosforilannoitukseen menevät rahat saadaan takaisin sadonlisänä, kun lannoitus on korkeintaan 35-40 kg P/ha

Eri tavoitteiden mukainen P-lannoitus Mikkelin keräkaalikokeiden tulosten perusteella

- 95 % satomaksimista: 4-8 kg P/ha
 - 97 % satomaksimista 10-12 kg P/ha
 - Kannattavan lisäyksen raja: 40-50 kg P/ha
-
- Ympäristökorvauksen raja: 80 kg P/ha

P-taseet Mikkelin kokeissa



Ylimääräiset P-taseet johtavat ajan mittaan maan P-luvun kasvuun
→ salaojavesien liuenneen P:n pitoisuus nousee

1 kg fosforia vesistöissä voi tuottaa jopa 1000 kg levien kuiva-ainetta

Keräkaalikasvuston fosforin, typen ja kaliumin otto, kg/ha:

2014: P 25, N 205, K 336

2015: P 31, N 270, K 389

2016: P 24, N 199, K 344

P-lannoituksen tilakokeet keräkaalilla



Keräkaali 'Lennox' 2014

P-lann. (kg/ha)	Kokonaissato (tn/ha)
0	74
30	76

Pellon P-luokka 'korkea'

Varhaiskaali 2015 ja 2016 (istutus huhtikuun puolivälissä)

Vuosi	P-lann. (kg/ha)	Kokonaissato (tn/ha)
2015	0	16
	10	16
2016	0	23
	38	24

Pellon P-luokka 'korkea'

Pellon P-luokka 'hyvä'



Kuinkas naapurissa?

Norjalaisten P-kokeet vihanneksilla 2005-2013

Ensimmäinen koesarja on tehty vuosina 2005-2010 kaalilla, sipulilla ja porkkanalla. Tutkimus käsitti yli 50 yksittäistä koetta.

Toinen koesarja seurasi 2011-2013 parsakaalilla, kukkakaalilla, lantulla ja jäävuorisalaatilla. Se käsitti 19 koetta.

Kokeiden yhteenvedot löytyvät kahdesta Bioforsk-raportista:

Ensimmäinen koesarja: Riley, H., E. Stubhaug ja A.Ø. Kristoferssen. 2012. P-gjødsling til grønnsaker. Bioforsk Rapport Vol. 7 Nr. 68.

Toinen koesarja: Stubhaug, E., H. Riley, ja A.Ø. Kristoferssen. 2015. P-gjødsling til brokkoli, blomkål, kålrot og isbergsalat. Nye anbefalinger. Bioforsk Rapport Vol. 10 Nr. 14.

Tulosten perusteella P-lannoitustasoja muutettiin maan ”optimi” P-tilassa:

	Norja, vanha	Norja, uusi
Sipuli	60	43-58
Kaali	40	30
Porkkana	50	40

Sijoituslannoituksessa alhaisempi P-lisäys

- varhaiskaalilla fosforilannoituksen satovaste oli pienempi kuin myöhään korjattavilla kaaleilla.
- Sipulikokeissa maan P-tilalla ei näyttänyt olevan minkäänlaista vaikutusta satovasteisiin.

Korkeammassa maan P-tilassa P-lannoitusta tulisi edelleen vähentää asteittain yllä olevan taulukon lisäystasoilta.

Pohjoismaiset (+DE, UK) P-lannoitussuositukset ”keskimääräisessä” maan P-luokassa

	Suomi	Norja, vanha	Norja, uusi	Ruotsi	Tanska	Saksa	Englanti
Sipuli	60	60	43-58	40	40	22	22
Kaali	60	40	30	25	40	26	22
Porkkana	55	50	40	45	35	31	22

Norjassa uudet suositukset voimassa 2012 alkaen



Keräkaalin typpikokeet –

**Löytyykö uusia keinoja
lisälannoituksen ajoittamiseen**

Keräkaalin 'Lennox' typpilannoituskoe Piikkiössä 2015

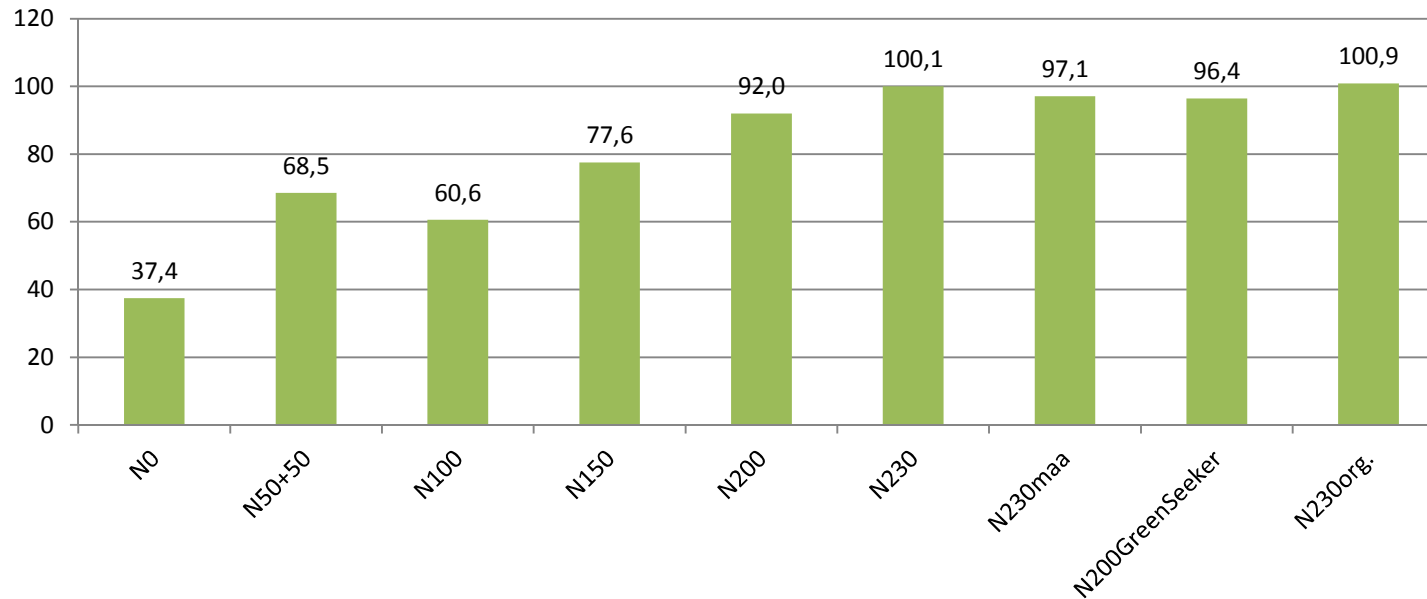
Käsittely	Kevätlan n. N	Lisälannoitukset, N, 0-3 kertaa			Yhteensä N	Muuta
N0	0	0	0	0	0	
N50+50	50	50 (24.6.)	0	0	100	P 25, K 240, S 102 kg/ha
N100	100	0	0	0	100	P 26, K 241, S 157 kg/ha
N150	100	50 (24.6.)	0	0	150	P 26, K 249, S 162 kg/ha
N200	100	50 (24.6.)	50 (13.7.)	0	200	PKS-lannoitus sama käsittelyissä N150, N200, N230,
N230	100	50 (24.6.)	50 (13.7.)	30 (21.7.)	230	N230 maa ja N200 green
N230maa	100	50 (6.7.)	50 (13.7.)	30 (21.7.)	230	Lisälannoitus maan liukoisen typen seurannan mukaan.
N200green	100	50 (13.7.)	50 (21.7.)	0	200	Lisälannoitus GreenSeeker-mittausten mukaan.
N230org	100	50 (24.6.)	50 (14.7.)	30 (21.7.)	230	Kevätlannoitus ErikoisViljo, lisälannoitukset Perunan väkevöity soluneste P 130, K 757, S 140 kg/ha

- rm KHt, pH 7,2
- Lisälannoitukset: Puutarhan NK1, kaliumsulfaatti, Suomensalpietari

Keräkaalin 'Lennox' satotulokset



Kauppakelpoinen sato, t/ha

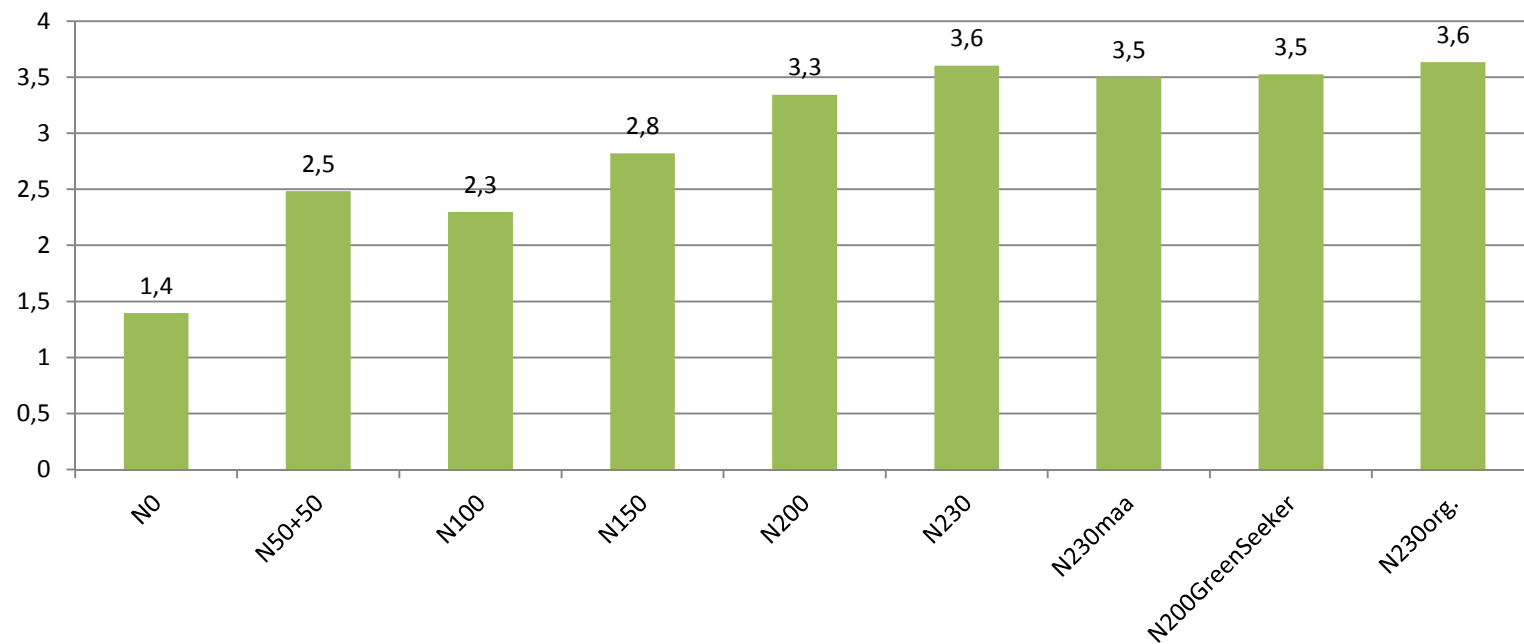


- Kauppakelpoisten kerien osuus kokonaissadosta oli 98 %
- Satotasossa 7 t/ha erot ovat tilastollisesti merkitseviä
- Harmaahome aiheutti suuria varastotappioita, eri lannoituskäsittelyissä ei eroa (paitsi lannoittamattomat säilyivät parhaiten)

Keräkaalin 'Lennox' satotulokset



Kerän paino, kg



Kaalin typpikokeen typen otto ja typpitase

Lannoituskä-sittelyt	Kasvuston typen otto, kg/ha			Typpitase, N kg/ha	
	Kerä	Ulkolehdet	Yhteensä	Koko kasvusto	Kerä
N0	47	40	87	-87	-47
N50+50	90	79	169	-69	10
N100	83	87	170	-70	17
N150	106	107	213	-63	44
N200	139	114	253	-53	61
N230	158	136	294	-64	72
N230maa	156	115	271	-41	74
N200green	159	116	275	-75	41
N230org	186	143	329	-99	44

- Typpitase (kasvustoon annettu typpi miinus kasvuston ottama typpi) negatiivinen, kun tarkastellaan koko kasvustoa
- Ulkolehdissä on kaalin tyypestä 30-50 % -> pellon typpitase jää positiiviseksi

Lisälannoitusten arviointi eri menetelmillä

- Täydennyslannoituksen ajoittaminen etukäteen arvioidun typen tarpeen ja kasvustojen kunnon seurannan perusteella onnistui hyvin
- Kasvukauden alkupuolella maan liukoisen typen määritykset (typpilaukku) auttavat ensimmäisen lisälannoituksen ajankohdan määrittämisessä
- GreenSeekerin antaman NDVI-arvoon perustuvan lisälannoitustarpeen arviointi ei ollut toimiva menetelmä, koska arvojen erot tulivat esille lisälannoituksen kannalta liian myöhään
- Kasvukaudella otettavien kasvustonäytteiden MegaLab -suositusarvot näyttäisi olevan melko hyvin kohdallaan verrattaessa niitä koeaineistomme ravinnepitoisuuksiin ja saavutettuihin satotasoihin

Lisätietoa tuloksista

- Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2017: Vihannesten ja mansikan tasapainoinen fosfori- ja typpilannoitus

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-435-9>

- Miettinen, Antti; Suojala-Ahlfors, Terhi; Uusitalo, Risto; Kivijärvi, Pirjo; Hurme, Timo. 2017. Fosforilannoitus kannattaa optimoida. Puutarha & kauppa 21 18: 14.



Kiitos!

