



KIERRÄTYSLANNOITUS PELTOKASVIEN VILJELYSSÄ – HYÖDYT JA TOTEUTTAMINEN

Mari Unnbom
Väitöskirjatutkija, Helsingin yliopisto
mari.unnbom@helsinki.fi

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Faculty of Agriculture and Forestry



ESITYKSEN SISÄLTÖ

1. Yleistä ravinteiden kierrätyksestä ja kierrätyslannoitteista
2. Kierrätyslannoituksen hyödyt
3. Toteutus – esimerkkejä HYKERRYS-hankkeesta





MIKSI KIERRÄTTÄÄ RAVINTEITA?

- **Omavaraisuus**
 - Ruuantuotannolla ja uusiutumattomilla luonnonvaroilla valmistetuilla panoksilla epäterveysuhde
 - Tuotannon ja kannattavuuden vähenevä riippuvaisuus markkinoiden hinnanheilunnoista ja geopoliittisista konflikteista
- **Resurssitehokkuus**
 - Hyödynnetään jo kierrossa olevia resursseja
 - Tarve tuoda neitseellisiä aineita systeemiin vähenee
 - Ympäristökuormituksen vähentäminen



Ravinnerikkaita biomassoja syntyy Suomessa paljon

Ravinnerikkaita biomassoja yhteensä

21 100 000 t / vuosi



Vertailua

Maailman suurin pyramidi Kheops painaa 5,75 miljoonaa tonnia. Ravinnerikkaiden biomassojen vuotuinen määrä Suomessa vuodessa vastaa painoltaan



3,7 pyramidia

Risteilyalus Silja Serenade painaa noin 27 000 tonnia. Ravinnerikkaiden biomassojen vuotuinen määrä Suomessa vuodessa vastaa painoltaan



780 risteilyalusta

Yhdyskuntajätettä
vuodessa

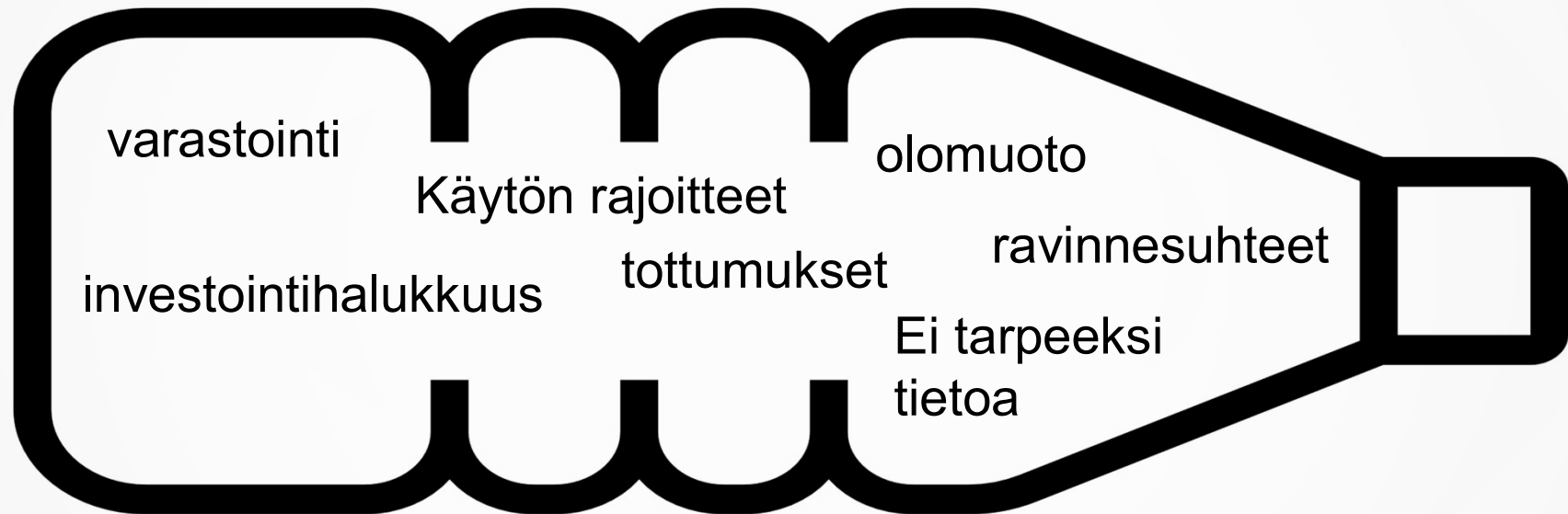
2 740 000 t

Kierrätysravinteiden
raaka-aineiksi sopivia biomassoja

21 100 000 t



PULLONKAULOJA





ESIMERKKEJÄ KIERRÄTYSLANNOITTEISTA


Maanparannusaineet

- Runsaasti hiiltä
- Olomuodoltaan kiinteä

Lannoitteet

- Orgaanisia tai epäorgaanisia
- Olomuoto ja ravinnesisältö vaihtelee
- Maanparannusvaikutus vaihteleva



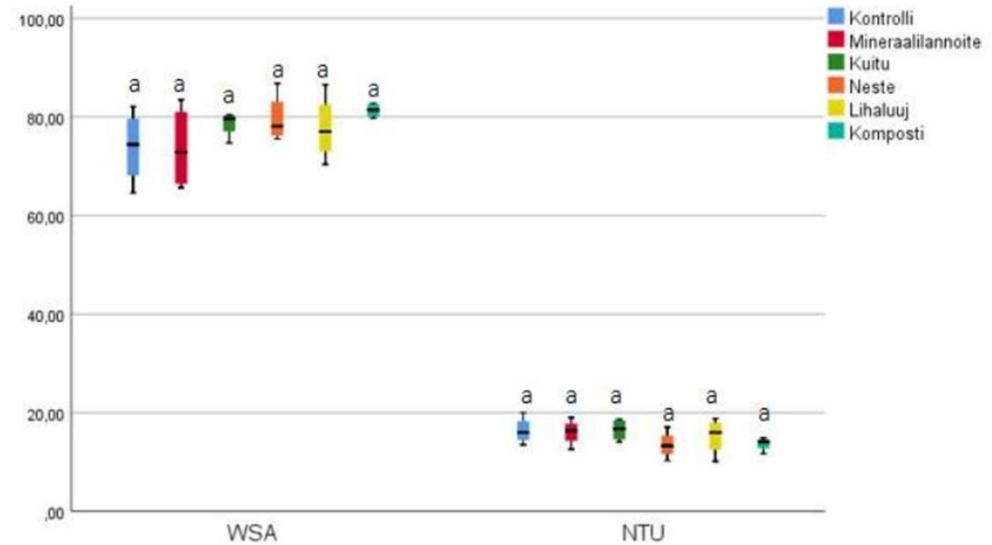


| | Ruis syksy | Lisäysmäärä, kg/ha | Lisätty C, kg/ha ka | Ruis kevät | Lisäysmäärä, kg/ha | Lisätty C, kg/ha ka |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|
| Soilfood I | Ravinnekuitu (2016) | 50000 | 8022 | Ravinneseos | 14750 | 36 |
| | Maanparannuslannos | 14000 | 1004 | Ravinneseos | 6560 | 16 |
| Soilfood II | Ravinnekuitu (2020) | 40000 | 5048 | Boost NPKS | 2000 | 149 |
| Ecolan/ Lantmännen agro | Agra 13-0-0 | 230 | 99 | Agra 8-4-2 | 625 | 211 |
| HSY | Biojätekomposti | 18000 | 2565 | Ammonium-sulfaatti | 380 | 0 |
| | Maanparannuskomposti | 18000 | 1546 | Ammonium-sulfaatti | 380 | 0 |
| HY | Lannoittamaton | 0 | 0 | Lannoittamaton | 0 | 0 |
| | Väkilannoitus | 176 | 1 | Väkilannoitus | 608 | 2 |



MAAMURUJEN KESTÄVYYS

- Ei tilastollisesti merkitseviä eroja vedenkestävien murujen osuudessa tai sameudessa vuonna 2019
- Tulokset eivät linjassa useiden aikaisempien tutkimusten kanssa. Voi johtua siitä, että kertalisäysmäärät melko pieniä, suurempien lisäyksien frekvenssi harva ja lähtötilanteen C korkea
- vedenkestävien murujen osuuden kasvu hidastuu mitä suurempi maan hiilipitoisuus on ennestään



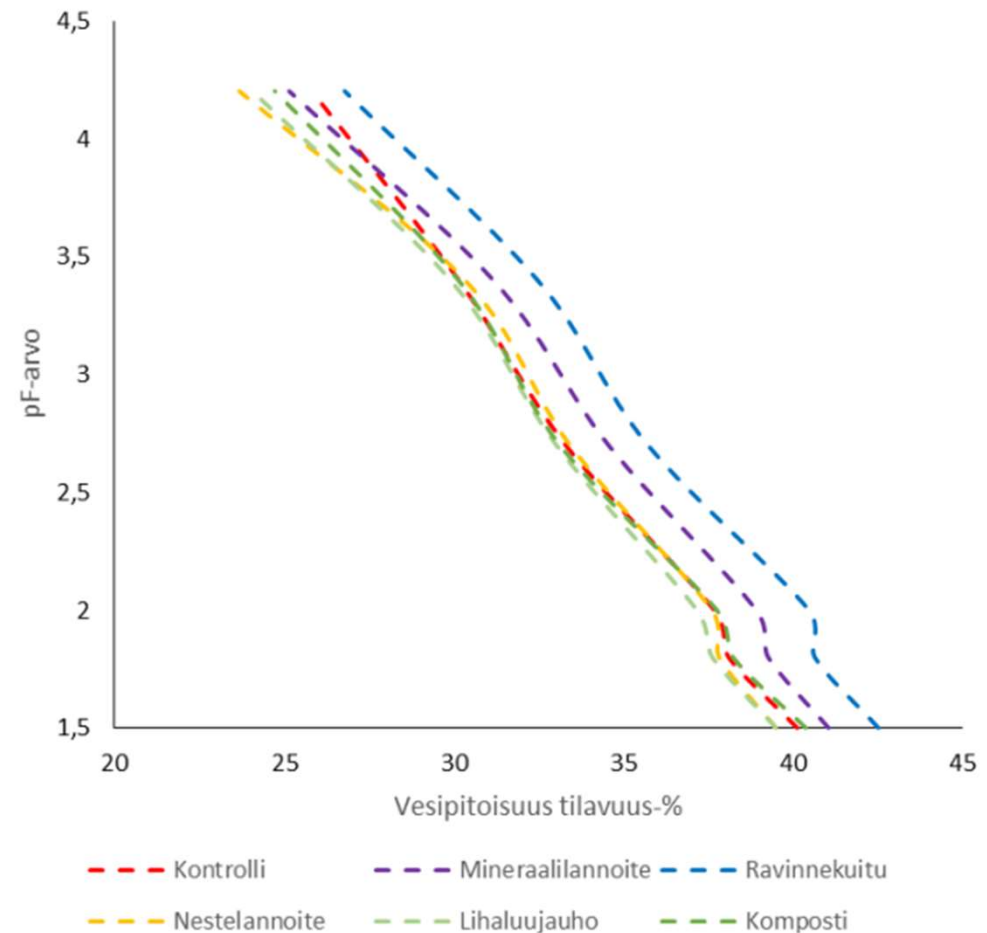
Kuva 5. Vedenkestävien murujen (kokoluokka 2-5 mm) osuus WSA-% ja maa-aineksesta vapautuneen kolloidisen aineksen määrä NTU g⁻¹. Määritys on toteutettu kunkin käsittelyn neljän kerranteen kahdelle rinnakkaiselle näytteelle n=8. Käsittelyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (Tukey HSD) $p \leq 0,05$.



MAAN VEDENPIDÄTYSKYKY

- Ei tilastollisesti merkitseviä eroja vuonna 2019
- Ravinnekuitukäsittelyssä vesipitoisuus oli kenttäkapasiteetissa 7,4 % suurempi kuin kontrollissa ja 3,4 % suurempi kuin väkilannoitekäsittelyssä

Karoliina Pietiläinen, Runsashiilisten kierrätysravinnevalmisteiden vaikutus savimaan hiilipitoisuuteen, vedenpidätyskykyyn ja maamurujen vedenkestävyyteen. Maisterintutkielma 2022





- Maanparannusvaikutus suurinta mailla, joilla ennestään alhainen maan C-pitoisuus
- Maan C-pitoisuuteen vaikuttaa lannoituksessa lisätyn hiilen lisäksi maan mikrobiston aktiivisuus, kasvilaji ja -biomassa sekä viljelymenetelmät
- Lannoituksessa lisätyn hiilen määrä sekä lisäysfrekvenssi
- HYKERRYS-koeruudut nurmella seuraavat vuodet, jatkotutkimukset mahdollisia



Kuva: Priit Tammeorg



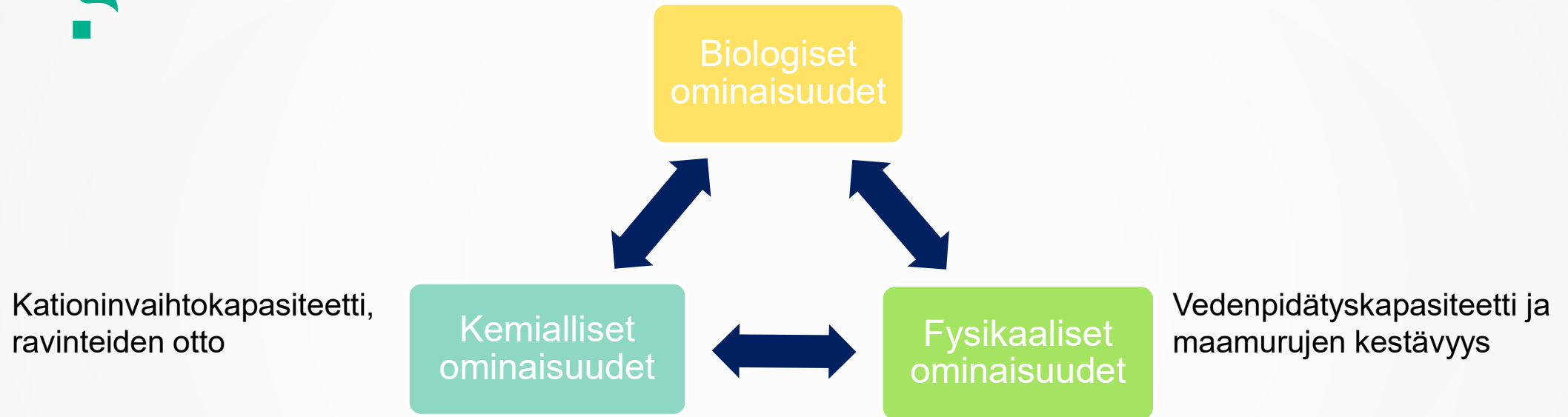
Kuva: Noora Lind



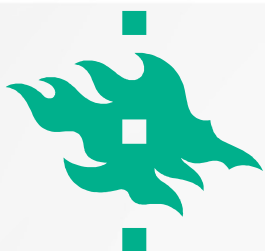
Kuva: Karoliina Pietiläinen



mikrobeille pureskeltavaa



Mitä paremmin maa voi, sitä tehokkaammin kasvit pystyvät hyödyntämään ravinteita.



KIERRÄTYS- LANNOITTEIDEN ELINKAARISET YMPÄRISTÖ- VAIKUTUKSET (1/2)

Kyttä, V. (2019). Kierrätyslannoitteiden elinkaariset ympäristövaikutukset kauran (*Avena sativa*) tuotannossa.

Taulukko 3. Lannoitteiden elinkaarinainen energiankulutus (MJ) ja kasvihuonekaasupäästöt (kg CO₂-eq) prosesseittain tuottaessa 1000 kg kauraa.

| Lannoite | Prosessi | Energia MJ | CO ₂ kg | N ₂ O g | CH ₄ g | CO ₂ -eq |
|--------------------------|----------------|------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Ammoniumsulfaatti | | | | | | |
| | Valmistus | 1481,74 | 19,24 | 1,37 | 11,57 | 19,94 |
| | Kuljetus | 28,53 | 1,96 | 0,07 | 1,82 | 2,03 |
| | Levitys | 30,08 | 2,26 | 0,09 | 0,09 | 2,29 |
| | Kylvö | 65,45 | 4,90 | 0,19 | 0,20 | 4,96 |
| | Puinti | 569,06 | 42,41 | 1,65 | 1,77 | 42,95 |
| | Yhteensä | 2174,86 | 70,77 | 3,36 | 15,46 | 72,16 |
| Lihaluu jauho | | | | | | |
| | Valmistus | 790,53 | 65,90 | 7,59 | 13,34 | 68,49 |
| | Kuljetus | 44,92 | 3,08 | 0,12 | 2,86 | 3,19 |
| | Kylvölannoitus | 65,32 | 4,89 | 0,19 | 0,20 | 4,95 |
| | Puinti | 567,91 | 42,33 | 1,64 | 1,77 | 42,86 |
| | Yhteensä | 1468,68 | 116,20 | 9,54 | 18,17 | 119,50 |
| Mädätysjäännös | | | | | | |
| | Kuljetus | 514,39 | 32,73 | 1,34 | 32,73 | 33,94 |
| | Levitys | 34,69 | 2,60 | 0,10 | 0,11 | 2,63 |
| | Kylvö | 66,63 | 5,00 | 0,19 | 0,21 | 5,06 |
| | Puinti | 580,85 | 43,29 | 1,68 | 1,81 | 43,84 |
| | Yhteensä | 1196,56 | 83,61 | 3,31 | 34,85 | 85,47 |
| Mineraalilannoite | | | | | | |
| | Valmistus | | | | | |
| | N | 2258,18 | * | * | * | 187,43 |
| | P | 245,60 | * | * | * | 4,85 |
| | K | 153,77 | * | * | * | 11,24 |
| | Kuljetus | 34,12 | 2,34 | 0,09 | 2,17 | 2,42 |
| | Kylvölannoitus | 81,95 | 6,14 | 0,24 | 0,25 | 6,21 |
| | Puinti | 712,55 | 53,11 | 2,06 | 2,22 | 53,78 |
| | Yhteensä | 3486,16 | 61,58 | 2,39 | 4,64 | 265,93 |

*Valmistuksen päästöt ilmoitettu suoraan GWP-arvoina (Brentrup ym. 2018).



KIERRÄTYSLANNOITTEIDEN ELINKAARISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET (2/2)

Taulukko 4. Systemin variointi; alkuperäiset arvot sekä lannoitteiden elinkaarin energiankulutus (MJ) ja päästöt (kg CO₂-eq) kuljetusmatkan ollessa 200 km tai toiminnallisen yksikön ollessa hehtaari.

| Muutettu arvo Lannoite | Alkuperäiset arvot | | Kuljetus 200 km | | Toiminnallinen yksikkö ha | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | MJ | CO₂-eq | MJ | CO₂-eq | MJ/ha | CO₂-eq /ha |
| Ammoniumsulfaatti | 2175 | 72 | 2203 | 74 | 5305 | 181 |
| Lihaluu jauho | 1469 | 119 | 1514 | 123 | 3582 | 299 |
| Mädätysjäännös | 1197 | 85 | 1711 | 125 | 2849 | 204 |
| Mineraalilannoite | 3486 | 266 | 3520 | 268 | 6704 | 511 |

Kyttä, V. (2019). Kierrätyslannoitteiden elinkaariset ympäristövaikutukset kauran (*Avena sativa*) tuotannossa.



HYÖDYT VILJELIJÄLLE

Korvaa väkilannoitteita

- Lannoituksen taloudellisen kannattavuuden parantaminen
- Kierrätyslannoitteiden hinnat ei sidottuja maakaasuun, hinnanheilahtelut maltillisia
- Väkilannoitteita pienempi hiilijalanjälki

Maanparannushyödyt

- Hiiltä ja hiveniä
- Mikrobin ilmainen talkootyö hyötykäyttöön
- Maan kasvukunnon ylläpito sijoitus tulevaisuuden viljelyyn
- Mitä enemmän maassa on hiiltä, sitä enemmän se pystyy varastoimaan typpeä

Peltomaan täysmääräisempi hyödyntäminen

- Viljavuudeltaan epätasaisten lohkonosien erojen tasaaminen
- Hyvä rakenteinen maa kestää paremmin kuivuutta ja eroosioalttiutta vähenee



JALOSTUSASTE VAIKUTTAA HINTAAN



Metsäteollisuuden lietteet,
yhdyskuntajätepohjaiset
kompostit

Nestemäinen
biokaasumädäte

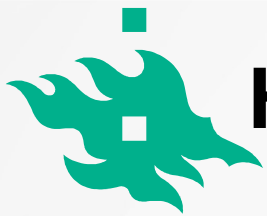
AMS, väkevät
nestelannoitteet

Rakeistetut, esim.
lihaluu jauho

Väkilannoite

KIERRÄTYSLANNOITUKSEN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS

| Ruis 2017 | | | | | | | | |
|---|------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---|----------------|
| Toimija | Honkajoki/Ecolan | HSY | | Soilfood | | Tuhala | HY | |
| Syyslannoitus | Perus-Viljo | Biojätekomposti | Maanparannuskomposti | Maanparannuslannos | Ravinnekuitu | Matokomposti ja -liuos | Väkilannoitus: Yara Mila Y6 | Lannoittamaton |
| Levitysmäärä kg/ha | 375 | 18000 | 18000 | 14000 | 50 000 | 4000 + 55 | 176 | 0 |
| Lannoitekustannus (syksy), e/ha | 99 | 97 | 97 | 84 | 50 | 45 | 60 | 0 |
| Kylvölannoitus, e/ha | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Kuivalannan levitys, e/ha | | 75 | 75 | 50 | 245 | 10 | | |
| Ruiskutus, e/ha | | | | | | 18 | | |
| Kevätlannoitus | Agra 8-4-2 | Ammoniumsulfaatti | Ammoniumsulfaatti | Ravinneliete + Combooster | Ravinneliete + Combooster | Matokomposti-liuos | Kevätviljan hiven Y 20-3-8 + Patenttikali | - |
| Levitysmäärä t/ha | 600 | 380 | 380 | 6560 | 14750 | 25 | 600+8 | 0 |
| Lannoitekustannus (kevät), e/ha | 158 | 30 | 30 | 66 | 148 | 0,81 | 215 | 0 |
| Lannoitteen pintalevitys, e/ha | 16 | | | 16 | 16 | | 16 | 16 |
| Ruiskutus, e/ha | | 18 | 18,5 | | | 18 | | |
| Sato, kg/ha | 3561 | 4304 | 4271 | 4716 | 2110 | 2990 | 4513 | 2548 |
| Kuivatuskustannus, e/ha | 172 | 208 | 206 | 228 | 102 | 144 | 218 | 123 |
| Tuotto, e/ha | 588 | 710 | 705 | 778 | 348 | 493 | 745 | 420 |
| Kate lannoitus- ja kuivatuskustannuksen vähentämisen jälkeen, e/ha | 83,1 | 222,3 | 218,1 | 274,8 | -272,4 | 197,6 | 175,6 | 221,3 |



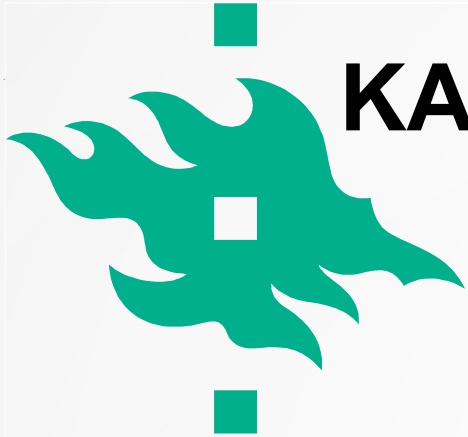
HYKERRYYS 2016 – 2021

- rmm hietasavi
 - pH 6,1, Mn ja B huono
 - Muut ravinteet hyvä/korkea
- Kolme kierron vaihetta neljässä kerranteessa
- Viisi pääruutua/kasvilohko

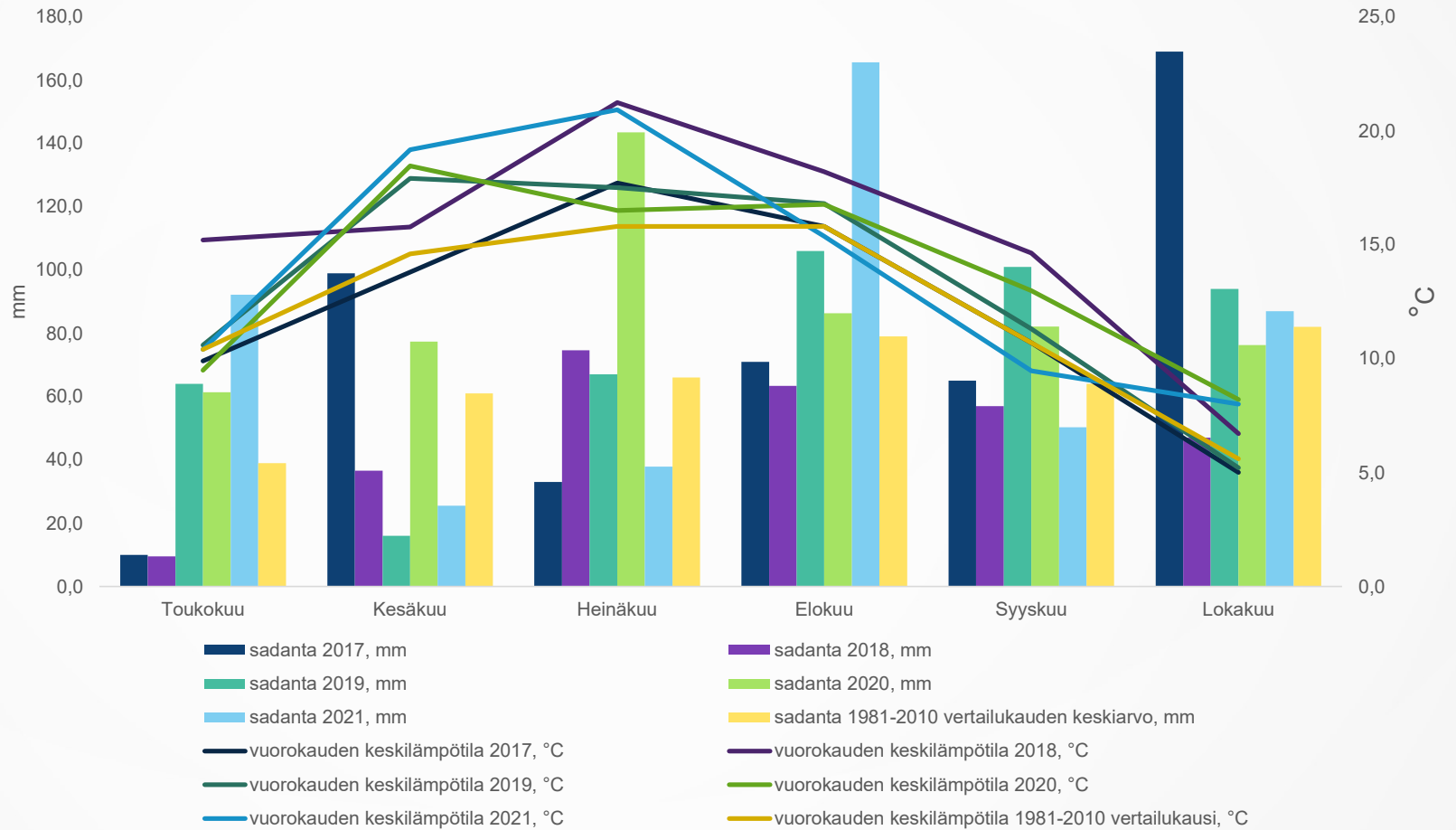
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|----------|---------------|-------------|-------------|------|-----------|
| Kierto 1 | ruis | härkäpapu | kaura+nurmi | vln | ohra |
| Kierto 2 | härkäpapu | kaura+nurmi | vln | ohra | vehnä |
| Kierto 3 | kaura + nurmi | vln | ohra | ruis | härkäpapu |



Kuva: Eetu Virtanen 2017



KASVUKAUSIEN 2017-2021 SÄÄTIEDOT



RUKIIN SYYSLANNOITUS 2019

Ruis syksy 2019

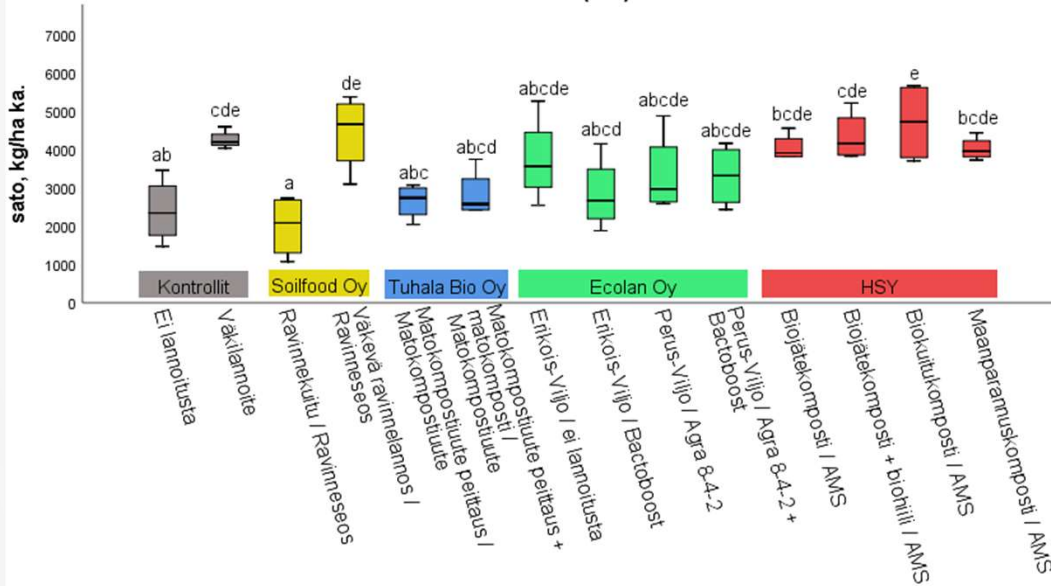
Ravinteet, kg/ha

| Osallistuja | Lannoitteen nimi | levitysmäärä, kg/ha | liuk-N | N-tot | P | K | Mg | Ca | Cu | Mn | Zn | Na | B |
|-------------|-----------------------|---------------------|--------|-------|-----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| HSY | Tuorekomposti | 14981 | 52 | 165 | 132 | 6 | 14 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Maanparannuskomposti | 17544 | 49 | 158 | 123 | 9 | 14 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| | Biojättekemposti | 18000 | 14 | 234 | 103 | 79 | 43 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| | Lietekomposti | 7395 | 7 | 89 | 104 | 18 | 10 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Ecolan | Agra 842 | 375 | 8 | 30 | 15 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Agra 13 | 230 | 3 | 30 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Agra 848 | 375 | 9 | 26 | 12 | 29 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Patenttikali | 200 | 0 | 0 | 0 | 54 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Soilfood I | Ravinnekuitu I | 40000 | 24 | 144 | 27 | 12 | 31 | 1 | 0 | 3 | 10 | 0 | 0 |
| | Väkevä ravinnelannos | 12000 | 50 | 216 | 52 | 20 | 11 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Soilfood II | Ravinnekuitu I | 40000 | 24 | 144 | 27 | 12 | 31 | 1 | 0 | 3 | 10 | 0 | 0 |
| HY | Y5+K2SO4+MnSO4 | 388 | 44 | 44 | 10 | 50 | 9 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| | Salpietari 16 kg N/ha | 60 | 16 | 16 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Salpietari 28 kg N/ha | 104 | 28 | 28 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Salpietari 40 kg N/ha | 149 | 40 | 40 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

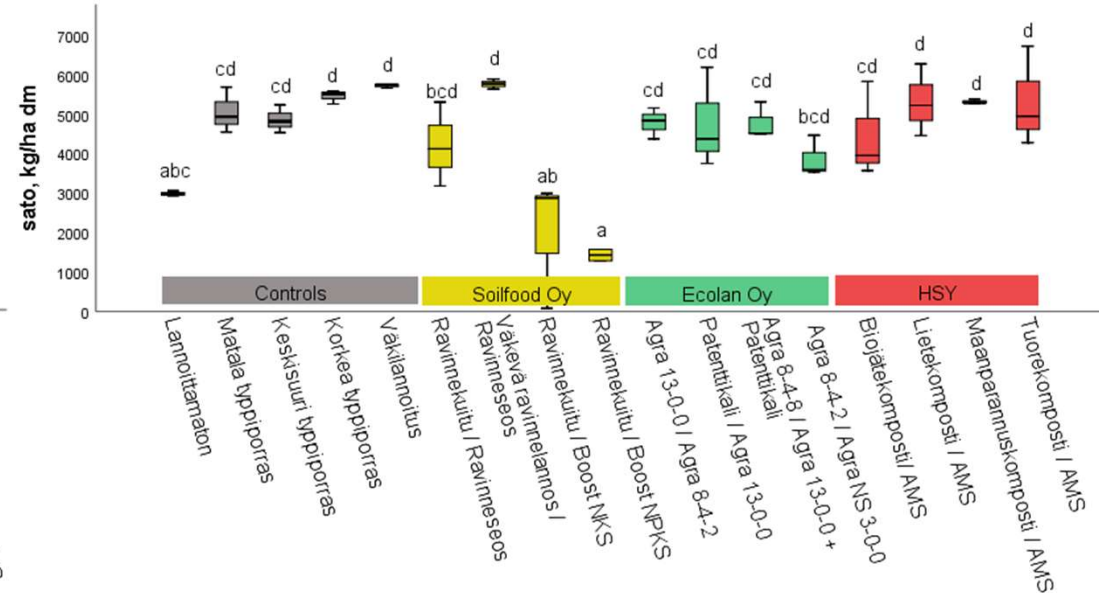


RUIS SATO 2017 & 2020

Ruis sadot 2017 (n=4)



Ruis sato 2020 (n=3)

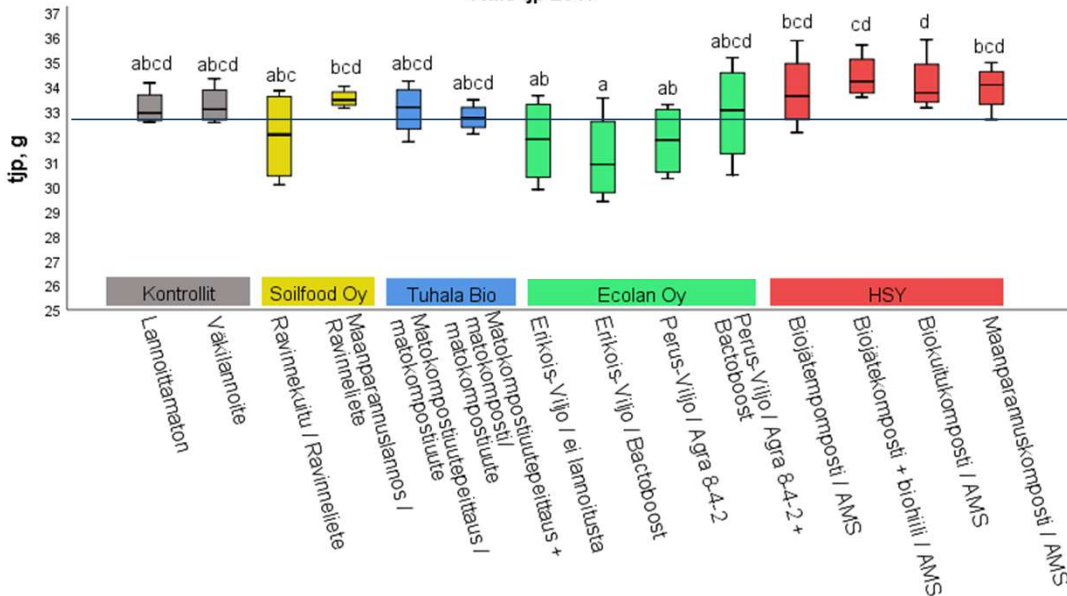


Samoilla kirjaimilla merkityt käsittelyt eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. $p < 0.05$, Tukey HSD.

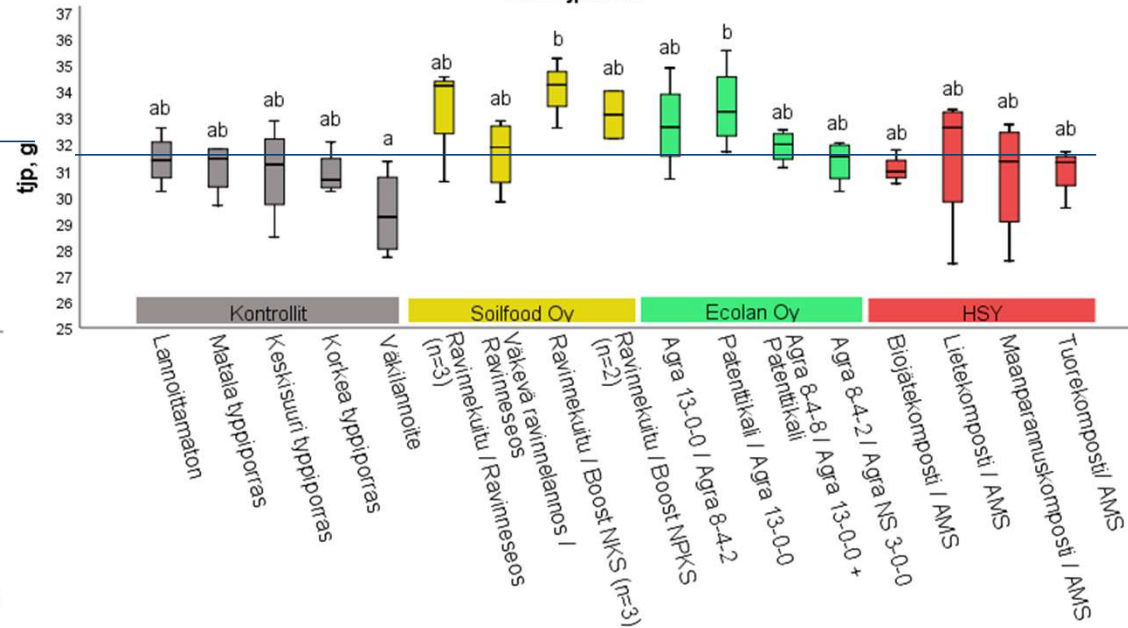


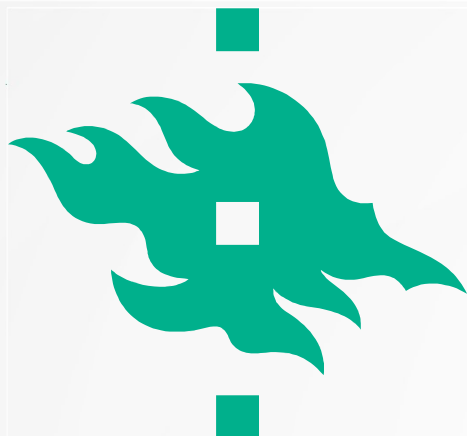
RUIS TJP 2017 & 2020

Ruis tjp 2017



Ruis tjp 2020





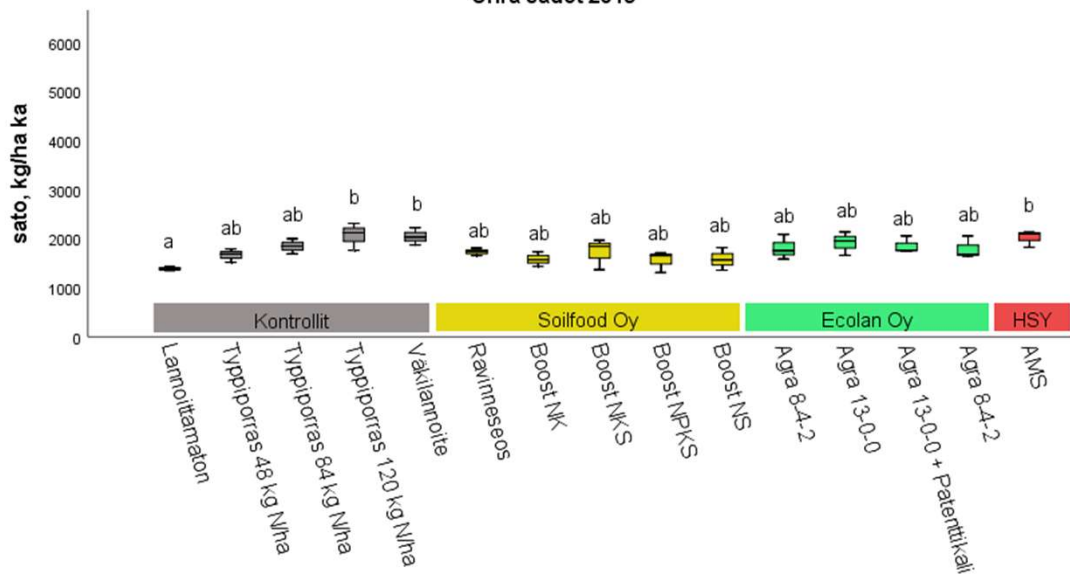
OHRAN LANNOITUS 2020

| Barley 2020 | | Lajike: Wolmari | | Ravinteet, kg/ha | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------|-----------------|------------------------------|---------------------|--------|-------|----|-----|----|----|----|----|----|----|---|-----|
| Osallistuja | Pääruutu | Käsittelytunnus | Lannoitteen nimi | Levitysmäärä, kg/ha | Liuk-N | N-tot | P | K | Mg | Ca | Cu | Mn | Zn | Na | B | S |
| HSY | E | E_AS | Ammoniumsulfaatti + MnSO4 | 1538 | 117 | 120 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 131 |
| Ecolan | D | D_NS1 | Agra NS 3-0-0 | 2692 | 57 | 70 | 3 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| | | D_A13 | Agra 13-0-0 | 538 | 6 | 65 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | D_A13H | Agra 13-0-0 (+ hiven) | 538 | 6 | 65 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | D_NS2 | Agra NS 3-0-0 | 2692 | 57 | 70 | 3 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Soilfood I | A | A_RS | Väkevä Ravinneseos | 12000 | 120 | 156 | 11 | 252 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300 |
| Soilfood II | C | C_NK | Boost NK + MnSO4 | 6667 | 127 | 160 | 2 | 133 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| | | C_NPKS2 | Boost NPKS Premium + MnSO4 | 10714 | 118 | 150 | 18 | 289 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 79 |
| | | C_NKS | Boost NKS Premium + MnSO4 | 4800 | 106 | 154 | 3 | 576 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 192 |
| | | C_NPKS1 | Boost NPKS + MnSO4 | 4615 | 55 | 83 | 17 | 263 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| HY | B | B_VL | Y5+ Belor N 27+ K2SO4+ MnSO4 | 260+ 196+ 137+ 40 | 110 | 110 | 13 | 50 | 8 | 0 | 0 | 10 | 13 | 0 | 0 | 31 |
| | | B_0d | Belor N 27 | 163 | 44 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | B_0a | Belor N 27 | 285 | 77 | 77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | B_0b | Belor N 27 | 407 | 110 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

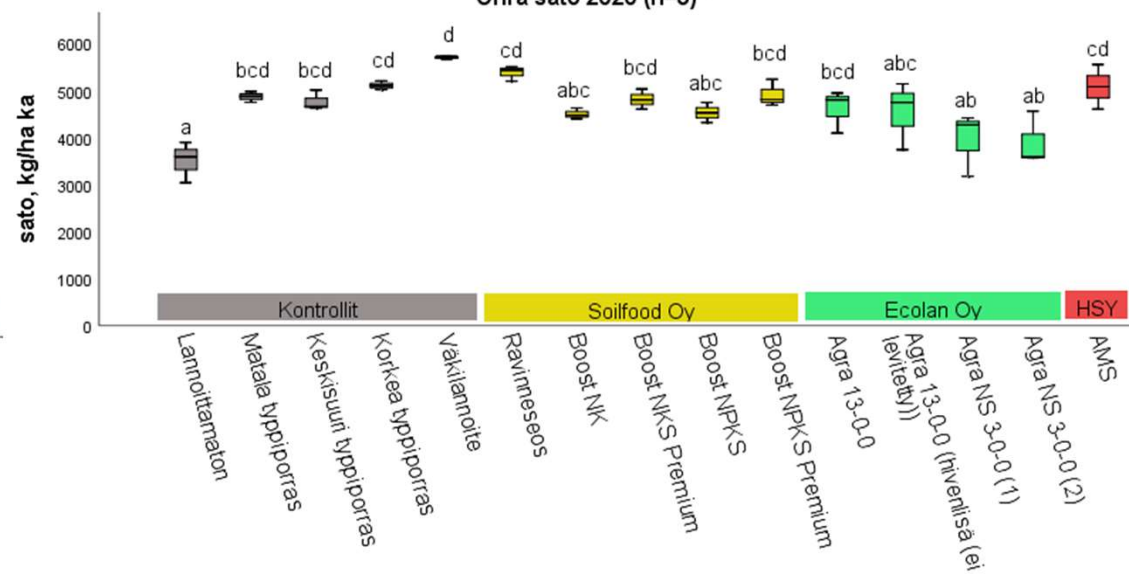
OHRAN SATO 2019 & 2020



Ohra sadot 2019

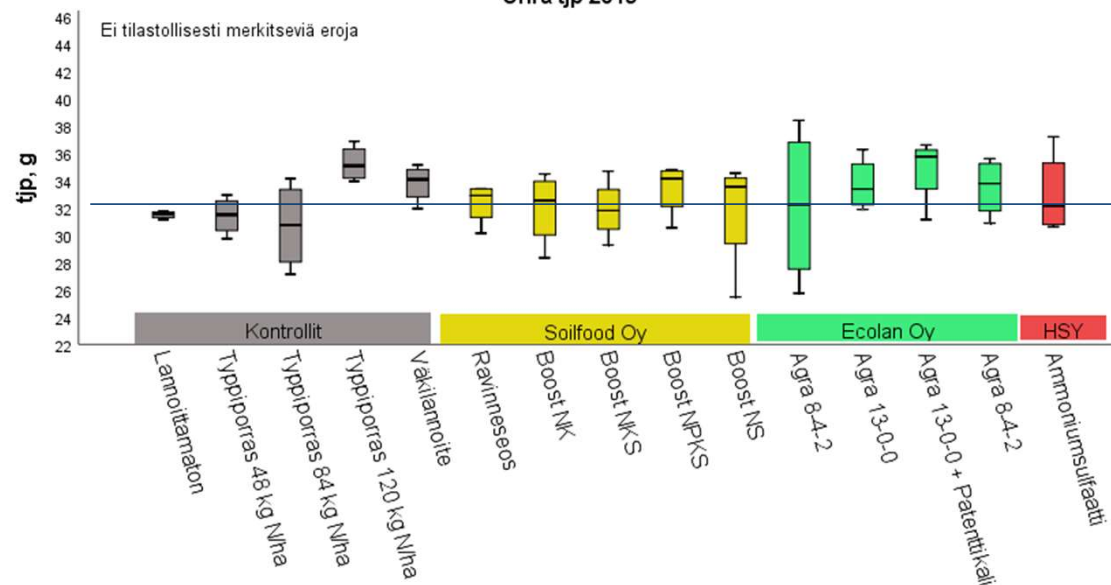


Ohra sato 2020 (n=3) *

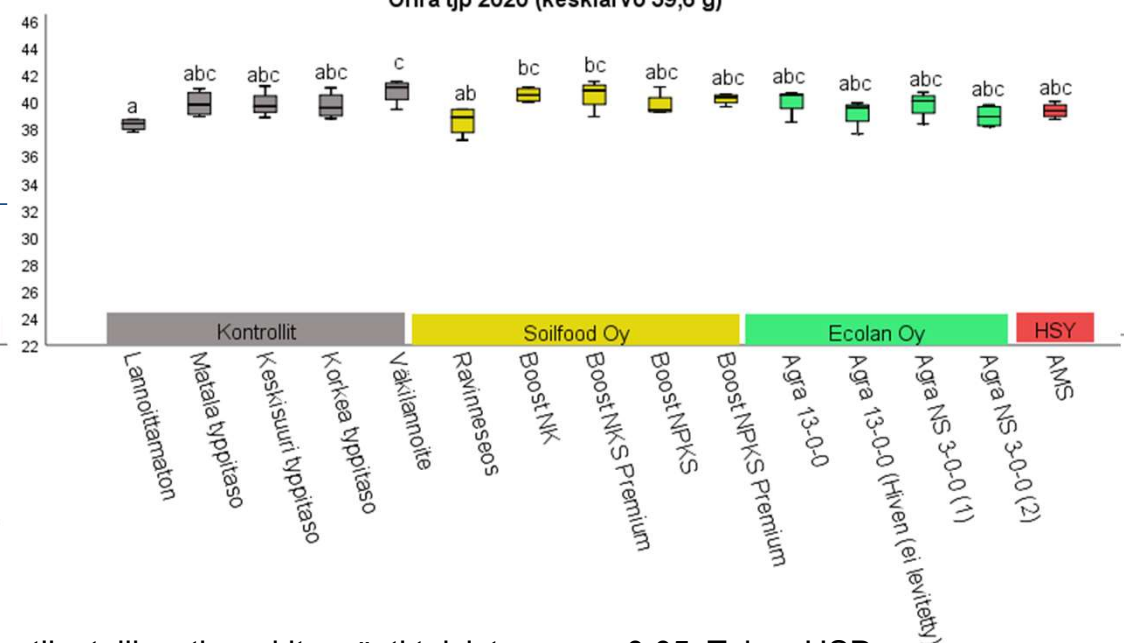


OHRAN TJP 2019 & 2020

Ohra tjp 2019



Ohra tjp 2020 (keskiarvo 39,6 g)





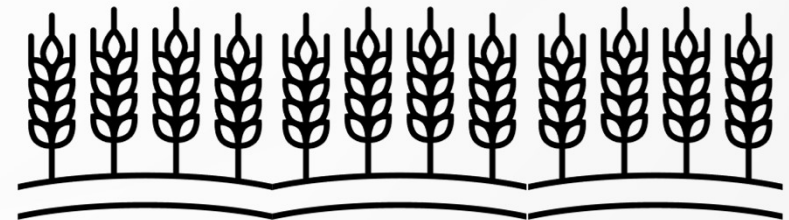
RIITTÄÄKÖ PELKKÄ KIERRÄTYSLANNOITUS?

- Riippuu tavoitteista
 - Kyllä, jos tavoitteena käyttää kierrätyslannoitteita hyvällä lohkolla (typpi)lannoitteena tai osana lannoitusta
 - Ei, jos tavoitteena pitkän aikavälin lannoitus- ja maanparannusvaikutuksien hyödyntäminen ja satotasojen nostaminen

- **Parhaat hyödyt kierrätyslannoituksesta yhdistettynä agroekologisiin viljelymenetelmiin.**

Kierrätyslannoituksen lisäksi:

- Viljelykierron monipuolistaminen
- Vähennetty muokkaus
- Regeneratiivinen viljely, hiiliviljely
- Talviaikainen kasvipeitteisyys!





KIITOS