

Ammoniakkiliuos ja hapotettu am- moniakkiliuos ke- vätvehnän kevät- lannoituksessa

Petri Kapuinen

Itäinen Pitkäkatu 4 A (PharmaCity 7. krs.)

20520 Turku

puhelin: 029 532 6211

Sähköposti: petri.kapuinen@luke.fi

www.luke.fi/fi/projektit/plasman

Gasum

N2 ——— Applied



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Johdanto

- 15 %:ista ammoniakkiliuosta syntyy Gasumin Topinojan laitoksella typen poiston yhteydessä noin 5000 m³ vuodessa.
- Periaatteessa se riittäisi noin 5000 vehnähehtaarin typpilannoitukseen.
- Nykyisellään se käytetään pääasiassa savukaasujen puhdistuksessa, mutta toisinaan sitä syntyy yli kyseisen tarpeen esimerkiksi huoltokatkojen aikana.
- Tämän takia sen lannoituskäyttöä tutkittiin PlasmaN-hankkeessa kevätevehnällä vuonna 2021 Kaarinan Yltöisissä.



Aineisto ja menetelmät

- Ammoniakkiliuosta käytettiin kylvön yhteydessä ja oraalle levitettynä sellaisenaan ja rikki- ja typpihapolla hapotettuna sijoitettuna ja kasvinsuojeluruiskulla levitettynä tavoitetasoilla 90 ja 120 kg N ha⁻¹.
- Normaaliala alempi toinen tavoitetaso otettiin mukaan edellisen vuoden kuivuuden toistumisen varalta, mikä riski sitten realisoituikin.
- Rikkihaposta saatiin sopivaa määrä rikkiä ja typpihaposta nitraattia.
- Kenttäkokeessa oli typpitasot: 0, 30, 60, 90, 120, 150 ja 180 kg/ha rakeisella mineraalilannoitteella typen tuotantofunktion selvittämiseksi.
- Kylvön yhteydessä sijoitettiin enintään 60 kg N/ha paitsi tasossa 120 kg N/ha, josta oli myös koejäsen, jossa kaikki typpi sijoitettiin kylvön yhteydessä.



Aineisto ja menetelmät

Koejäsenet

- Koekasvina Helmi-kevätkuusi (itävyys 98 %, tjp 42,4 g, kylvötiheys 650 kpl/m²).
- Lannoite kylvön yhteydessä Belor Typpi 27 (N27 %, Ca 8 %)
- Lannoite kasvustoon levityksen yhteydessä Suomensalpietari
- NPKS (27-0-1-4)
- Nestemäiset lannoitevalmisteet sijoitettiin kylvölannoitteimella kylvön yhteydessä tai levitettiin kasvinsuojeluruiskulla.
- Perustaminen 2.-3.6.2021

Tavoite, kg liuk. N/ha	Koodi	Kuvaus
120	120KYS	Väkevä typpivesi (120 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla
120	60KYS+60AN	Väkevä typpivesi (60 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla, kylvön yhteydessä 60 kg N/ha (=A3) ammoniumnitraattina
90	90KYS	Väkevä typpivesi (90 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla
90	60KYS+30AN	Väkevä typpivesi (60 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla, kylvön yhteydessä 30 kg N/ha (=A2) ammoniumnitraattina
120	120KYR	Väkevä typpivesi (120 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, multaus tunnin kuluttua
120	60KYR+60AN	Väkevä typpivesi (60 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, kylvön yhteydessä 60 kg N/ha (=A3) multaus tunnin kuluttua
90	90KYR	Väkevä typpivesi (90 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, multaus tunnin kuluttua
90	60KYR+30AN	Väkevä typpivesi (60 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, kylvön yhteydessä 30 kg N/ha (=A2) multaus tunnin kuluttua
90	60KAR+30AN	Väkevä typpivesi (60 kg N/ha) kasvustoon kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, kylvön yhteydessä 30 kg N/ha (=A2)
120	H120KYS	Hapotettu väkevä typpivesi (120 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla
120	H60KYS+60AN	Hapotettu väkevä typpivesi (60 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla, kylvön yhteydessä 60 kg N/ha (=A3) ammoniumnitraattina
90	H90KYS	Hapotettu väkevä typpivesi (90 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla
90	H60KYS+30AN	Hapotettu väkevä typpivesi (60 kg N/ha) kylvön yhteydessä sijoittamalla, kylvön yhteydessä 30 kg N/ha (=A2) ammoniumnitraattina
120	H120KYR	Hapotettu väkevä typpivesi (120 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, multaus tunnin kuluttua
120	H60KYR+60AN	Hapotettu väkevä typpivesi (60 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, kylvön yhteydessä 60 kg N/ha (=A3) multaus tunnin kuluttua
90	H90KYR	Hapotettu väkevä typpivesi (90 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, multaus tunnin kuluttua
90	H60KYR+30AN	Hapotettu väkevä typpivesi (60 kg N/ha) ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, kylvön yhteydessä 30 kg N/ha (=A2) multaus tunnin kuluttua
90	H60KAR+30AN	Hapotettu väkevä typpivesi (60 kg N/ha) kasvustoon kasvinsuojeluruiskulla ja lannoitesuuttimilla, kylvön yhteydessä 30 kg N/ha (=A2)



Aineisto ja menetelmät

- Levitysmäärät hapottamattomalla ammoniakki liuoksella oli noin 2 m³/ha, koska se laimennettiin selvästi alle 10 %:iseksi, jotta sen kuljetusta ei luokiteltaisi vaarallisen aineen kuljetukseksi.
- Tasainen levitys vaati, että jakotukkina käytettiin tuumaista putkea kaksi kappaletta kolmen metrin työleveydelle ja että niitä kumpaakin syötettiin kummastakin päästä.
- Lisäksi suutinrunkoja ja niihin tulevien suutinmuttereiden L:nmuotoisia lähtöjä avarrettiin.
- Lisäksi ammoniakkiliuokset johdettiin puolet tuuman letkuja pitkin vannaskiekkojen taakse.



Aineisto ja menetelmät

- Lisälannoitukset rakeisella lannoitteella tehtiin 16.6.2021 laatikkolevittimellä kuvan mukaisella kasvuasteella.



Aineisto ja menetelmät

- Nestemäisten lannoitevalmisteiden levitys kasvustoon toteutettiin 16.6. samalla tavalla kuin ennen kylvöäkin kasvinsuojeluruiskulla.

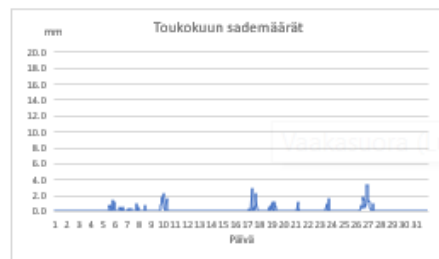


Aineisto ja menetelmät

- Kasvukausi oli haastava kylvön jälkeen sattuneen rankkasateen aiheuttaman liettymisen ja kuorettumisen takia ja sitä seuranneiden kuivuuden ja helteiden takia.
- Kuivuutta lievitettiin kahteen otteeseen (8.-10.6. ja 21.-22.6) sadettamalla, mutta satotaso jäi silti vaatimattomaksi mutta samalle tasolle alueen talousviljelyn satojen kanssa.



Aineisto ja menetelmät



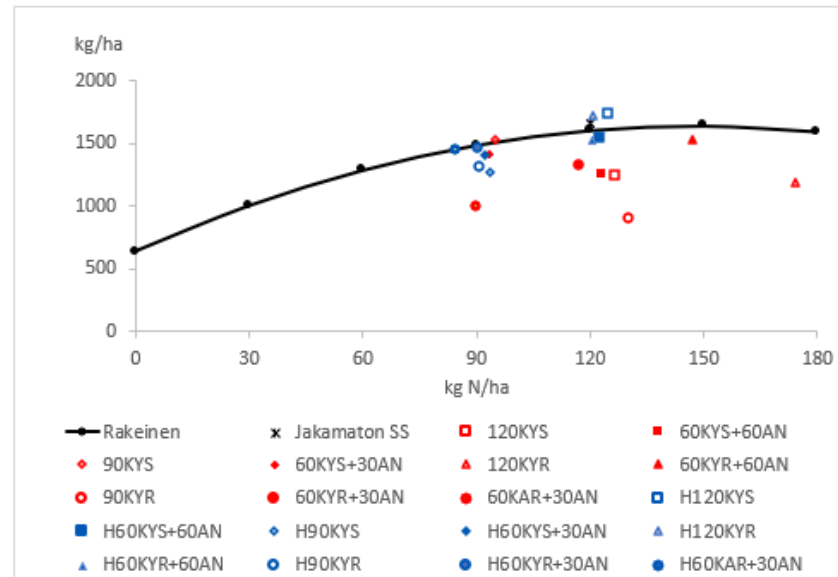
Tulokset

- Ammoniakkiliuoksen hapottaminen rikki- ja typpihapolla paransi merkittävästi sen ominaisuuksia.
- pH:n lasku vähensi ratkaisevasti
 - sen typen tappioita ammoniakkina,
 - aggressiivisuutta kasvustoa ja
 - ei-rautametalleja kohtaan.
- Typen käyttökelpoisuus parani oleellisesti typpihaposta saadun nitraatin avulla.
- Rikkihaposta saatiin tarvittava rikki.



Tulokset

- Normisatovaste (kg/ha) oli $639,12 \text{ kg/ha}$ ($p=0,0012^{**}$) + $13,5875 \cdot \text{typpiannos (kg/ha)}$ kg/ha ($p<0,0001^{***}$) - $0,04585 \cdot \text{typpiannos (kg/ha)}^2$ kg/ha ($p=0,0001^{***}$)
- Käytännössä täysi joskin vaatimaton satotaso saavutettiin suuremmalla typen tavoitetasolla 120 kg ha^{-1} .
- Rakeisen typpilannoituksen annoksen jakamisesta kylvön yhteydessä sijoittaen ja kasvustoon levittäen ei ollut hyötyä sadon määrän kannalta.
 - Ero ei ollut merkitsevä ($p=0,6783$), mutta jakamattoman tuottama sato oli 48 kg/ha eli $3,0 \%$ suurempi kuin jaetun.
- Hapottamaton ammoniakkiliuos haittasi kasvua suuremmalla typpitasolla, kun taas hapotetulla ammoniakkiliuoksella saatiin parempi sato tällä suuremmalla typpitasolla
- Paras tapa käyttää hapottamatonta ammoniakkiliuosta oli pienempi typpitaso kylvön yhteydessä sijoittamalla typpitäydennyksellä (30 kg/ha) tai ilman.
- 120 kg N/ha oli liikaa ja alensi satoa.
- Huonoin tapa oli levittää se ennen kylvöä kasvinsuojeluruiskulla (60 kg N/ha) typpitäydennyksellä (30 kg N/ha).



120KYS	-	120KYS	d e
60KYS+60AN	-	60KYS+60AN	d e
90KYS		90KYS	a b
60KYS+30AN		60KYS+30AN	a b c
120KYR	-	120KYR	d e
60KYR+60AN		60KYR+60AN	b c
90KYR	-	90KYR	f
60KYR+30AN	-	60KYR+30AN	c d e
60KAR+30AN	-	60KAR+30AN	e f
H120KYS		H120KYS	a
H60KYS+60AN		H60KYS+60AN	a b c
H90KYS	-	H90KYS	b c d e
H60KYS+30AN		H60KYS+30AN	b c
H120KYR		H120KYR	a
H60KYR+60AN		H60KYR+60AN	a b c
H90KYR		H90KYR	b c d
H60KYR+30AN		H60KYR+30AN	a b c
H60KAR+30AN		H60KAR+30AN	a b

Tulokset

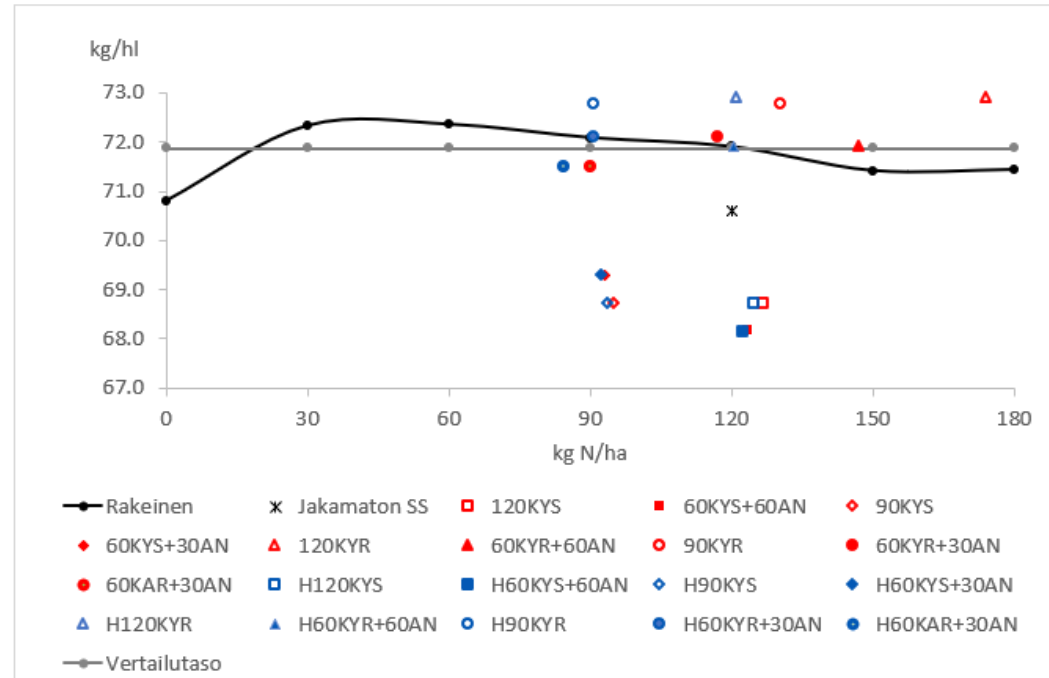
- Hapotetulla ammoniakkiliuoksella yhteinen tekijä rakeista mineraalilannoitetta pienempään satoon johtaneille käsittelyille oli alempi typpilannoitustaso.
- Typpilannoituksen määrällä, lannoitteella eikä levitystavalla ollut merkitsevää vaikutusta puintikosteuteen, jonka mitattu arvo vaihteli välillä 13,8 – 14,6 % käsittelystä riippuen.



Tulokset

- Typpilannoituksen lisääminen alensi hehtolitrainoa 0,00713 kg/hl per kg N/ha ($p=0,029^*$), mutta levitystavan merkitys oli selvästi suurempi.
- Typpiannoksen sijoittaminen kokonaisuudessaan kylvön yhteydessä laski hehtolitrainoa 1,3 kg/ha merkitsevästi ($p=0,0434^*$).
- Vain levitystapa vaikutti merkitsevästi ($p=0,0001^{***}$).
- Levitys pintaan tai oraalle kasvinsuojeluruiskulla tyypillisesti nosti hehtolitrainoa, joka kuitenkin jäi tällöinkin selvästi alle leipävehnän vastaanottorajan ja vain muutamilla käsittelyillä täytti rehuvehnän vastaanottovaatimuksen.
- Sijoittaminen tyypillisesti laski hehtolitrainoa.

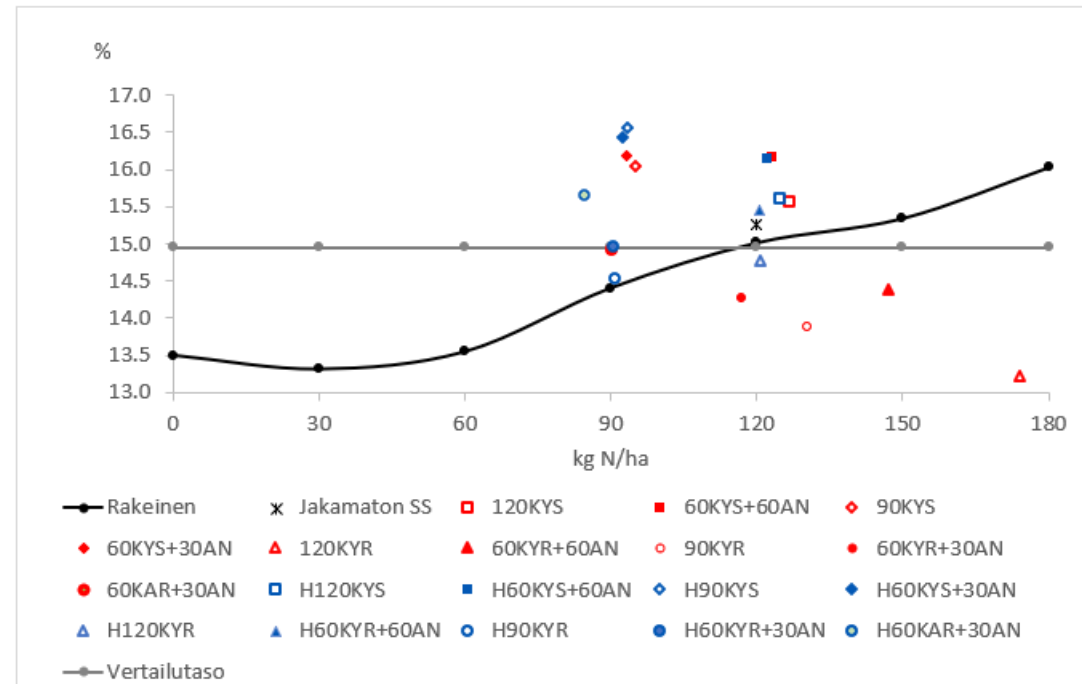
120KYS -
60KYS+60AN -
90KYS -
60KYS+30AN -
120KYR +
60KYR+60AN +
90KYR +
60KYR+30AN
60KAR+30AN



120KYS c d
60KYS+60AN d
90KYS c d
60KYS+30AN c
120KYR a
60KYR+60AN b
90KYR a
60KYR+30AN a b
60KAR+30AN b

Tulokset

- Typpilannoituksen lisääminen nosti odotetusti valkuaispitoisuutta (0,018 %-yks/kg N, $p < 0,0001^{***}$).
- Typpiannoksen sijoittaminen kerralla tasossa 120 kg/ha ei vaikuttanut merkitsevästi valkuaispitoisuuteen ($p = 0,4518$)
- Suurimmat valkuaispitoisuudet saavutettiin sijoittamalla ammoniakkiliuokset kylvön yhteydessä alemmalla typpitasolla tai rakeisen lannoitteen ollessa osa typpilannoitusta.
- Huonoin vaihtoehto oli hapottamaton ammoniakkiliuos suuremmalla typpitasolla kasvinsuojeluruiskulla levitettynä ennen kylvöä.

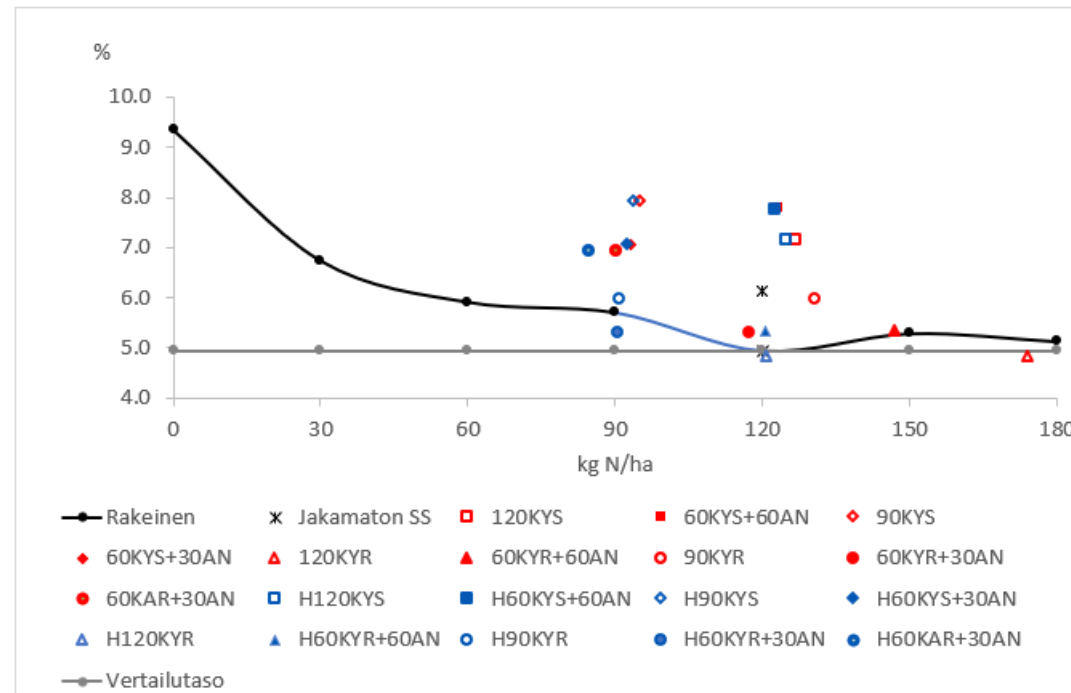


120KYS	+	120KYS	c d
60KYS+60AN	+	60KYS+60AN	a b
90KYS	+	90KYS	a b c d
60KYS+30AN	+	60KYS+30AN	a b
120KYR	-	120KYR	h
60KYR+60AN	-	60KYR+60AN	f g
90KYR	-	90KYR	g
60KYR+30AN	-	60KYR+30AN	f g
60KAR+30AN	-	60KAR+30AN	e f
H120KYS	+	H120KYS	b c d
H60KYS+60AN	+	H60KYS+60AN	a b c
H90KYS	+	H90KYS	a
H60KYS+30AN	+	H60KYS+30AN	a
H120KYR	-	H120KYR	f g
H60KYR+60AN	-	H60KYR+60AN	d e
H90KYR	-	H90KYR	f g
H60KYR+30AN	-	H60KYR+30AN	e f
H60KAR+30AN	-	H60KAR+30AN	b c d

Tulokset

- Typpilannoituksen lisääminen vähensi surkastuneiden osuutta sadossa merkitsevästi 0,011 %-yks. per kg N/ha ($p=0,0083^{**}$).
- Typpiannoksen sijoittaminen kerralla kylvön yhteydessä ei vaikuttanut merkitsevästi ($p=0,1962$) surkastuneiden osuuteen.
- Levitystapa vaikutti merkitsevästi surkastuneiden osuuteen ($p<0,0001^{***}$).
- Pienin surkastuneiden osuus saavutettiin levittämällä ammoniakkiliuokset ennen kylvöä ruiskulla ja vastaavasti suurin sijoittamalla.

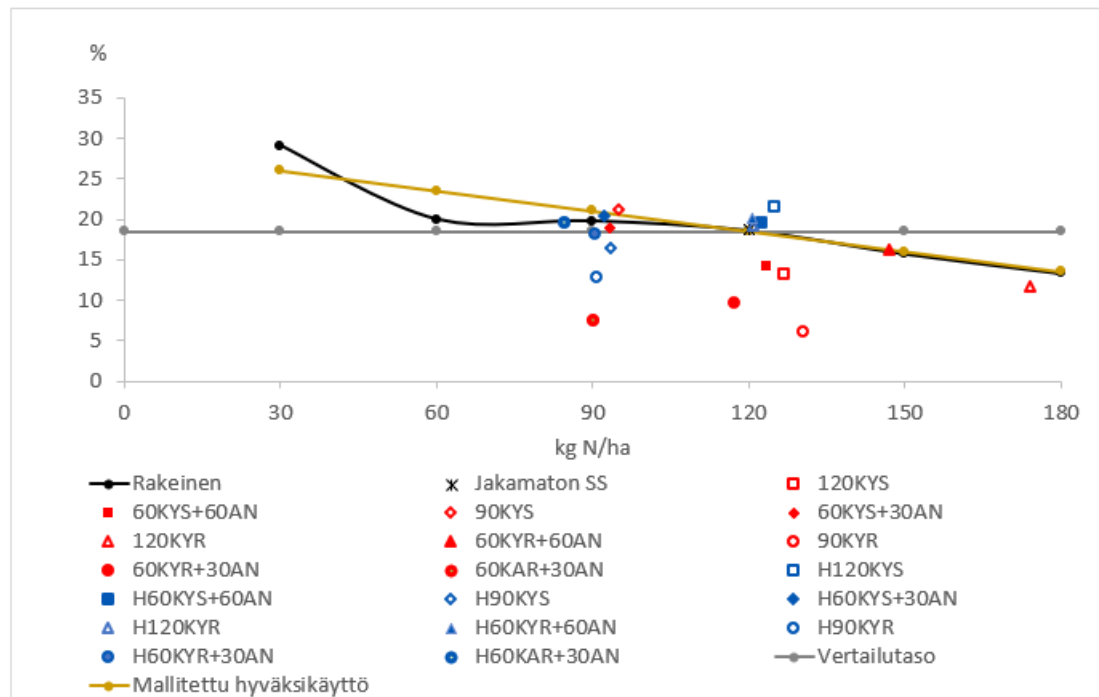
120KYS +
60KYS+60AN +
90KYS +
60KYS+30AN +
120KYR
60KYR+60AN
90KYR
60KYR+30AN
60KAR+30AN +



120KYS d e
60KYS+60AN d e
90KYS e
60KYS+30AN d e
120KYR a
60KYR+60AN a b
90KYR b c
60KYR+30AN a b
60KAR+30AN c d

Tulokset

- Typpilannoituksen lisääminen tasosta 60 kg/ha ylöspäin alensi merkitsevästi ($p=0,0001^{***}$) typen näennäistä hyväksikäyttöä 0,08301 %-yksikköä per kg N/ha.
- Typpiannoksen sijoittaminen kerralla tasolla 120 kg/ha ei vaikuttanut merkitsevästi typen näennäiseen hyväksikäyttöön ($p=0,5256$).
- Typen näennäinen hyväksikäyttö parani hapotuksella sekä sijoituksella suhteessa levittämiseen ruiskulla.
- Hapotetulla vain pienempi typpitaso ennen kylvöä ruiskulla levitettynä tuotti huonomman typen näennäisen hyväksikäytön kuin rakeinen mineraalilannoite.



120KYS	-	120KYS	e f
60KYS+60AN		60KYS+60AN	d e f
90KYS		90KYS	a b
60KYS+30AN		60KYS+30AN	a b c
120KYR	-	120KYR	e f g
60KYR+60AN		60KYR+60AN	c d e
90KYR	-	90KYR	h
60KYR+30AN	-	60KYR+30AN	f g h
60KAR+30AN	-	60KAR+30AN	g h
H120KYS		H120KYS	a
H60KYS+60AN		H60KYS+60AN	a b c
H90KYS		H90KYS	b c d e
H60KYS+30AN		H60KYS+30AN	a b c
H120KYR		H120KYR	a b c
H60KYR+60AN		H60KYR+60AN	a b c
H90KYR	-	H90KYR	e f g
H60KYR+30AN		H60KYR+30AN	a b c d
H60KAR+30AN		H60KAR+30AN	a b c

Johtopäätökset

- Typen näennäinen hyväksikäyttö parani hapotuksella sekä sijoituksella.
- Sen kääntöpuoli oli surkastuneiden osuuden kasvu ja hehtolitrainon lasku.
- Hapotus parantaa oleellisesti ammoniakkiliuoksen käyttöominaisuuksia ja ominaisuuksia lannoitevalmisteenä tehden siitä rakeisen lannoitteen veroisen tuotteen.
- Tulokset ovat yllättävänkin käyttökelpoisia ottaen huomioon kasvukauden olosuhteet.
- Sivutuotteena tuli tietoa typpilannoituksen jakamisen vaikutuksista varauduttaessa kuivaan kasvukauteen.



Kiitos!



Löydä meidät verkosta

➤ luke.fi

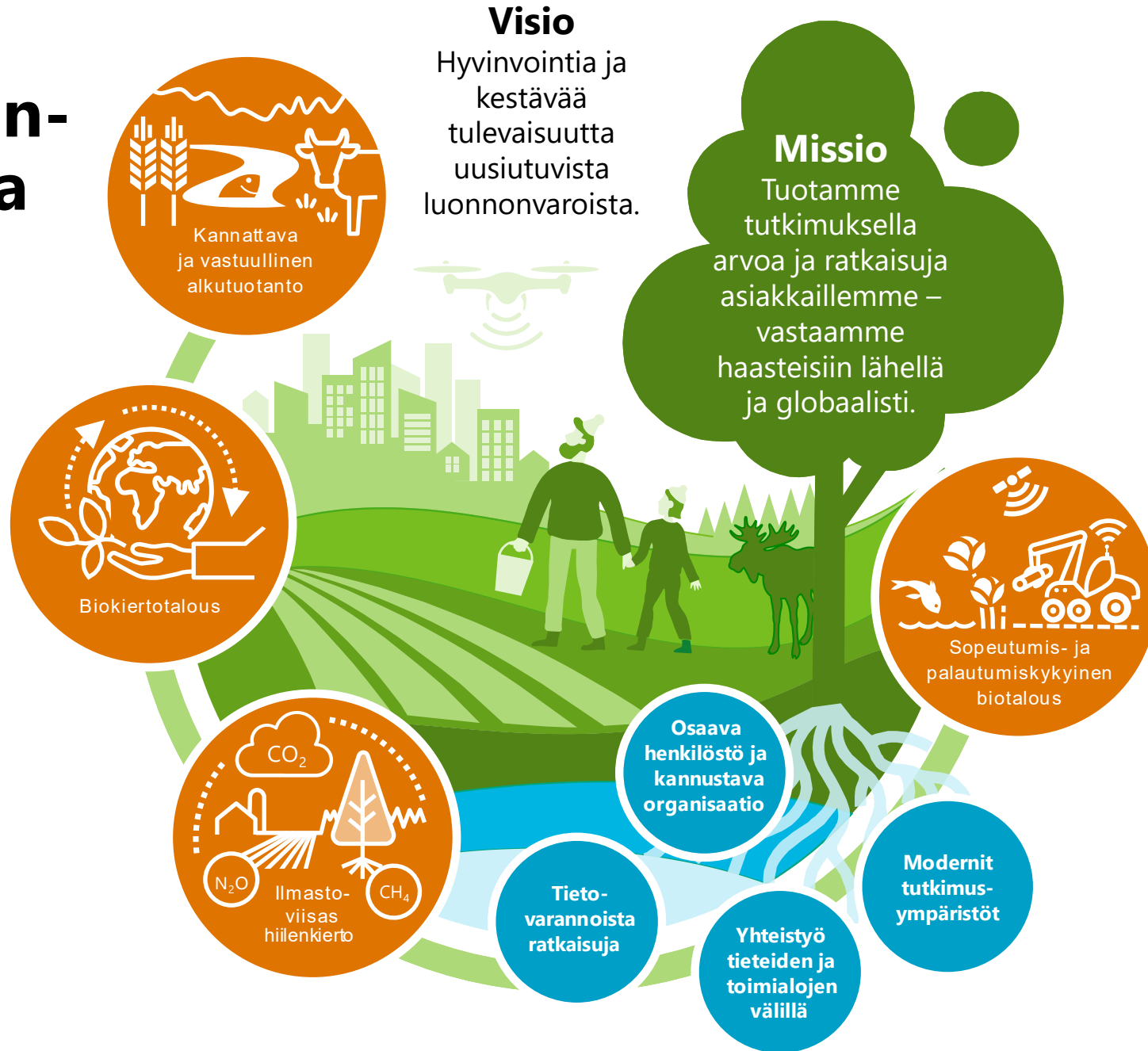
Tilaa uutiskirjeemme ja pysy jyvällä!
luke.fi/uutiskirje



Luonnonvarakeskus (Luke)
Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki



Luke pähkinän- kuoressa



22
toimipaikkaa

1323
työntekijää

147 M€
liikevaihto