

OKRA 2023, 5.-8.7.2023 Oripää, lentokenttä

Biolaitoksen typenpoistossa syntyvän ammoniakkiliuoksen potentiaali typpilannoitteena Suomessa & Ammoniakkiliuoksen käyttö kevätevehnän typpilannoituksessa

Petri Kapuinen

Itäinen Pitkäkatu 4 A (PharmaCity 7. krs.)

20520 Turku

puhelin: 029 532 6211

matkapuhelin: (045)679 4978

sähköpostiosoite: petri.kapuinen@luke.fi

Internet-sivut: www.luke.fi



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Ammoniakin käyttö lannoitteena

- NH_3 -liuosta on käytetty laajalti entisen Neuvostoliiton alueella typpilannoitukseen varta vasten valmistettuna.
- Yhdysvalloissa NH_3 käytetään lannoitteena pääasiassa vedettömänä.
- Kierrätysammoniakkiliuosta voi syntyä esim. biolaitoksilla typenpoiston sivutuotteina.
- Suomessa toistaiseksi ainoa biolaitos, joka tuottaa noin 15 %:ista NH_3 -liuosta (123 kg N m^{-3}), on Gasum Oy:n laitos Turun Topinojalla.
- Vuotuisen tuotannon määrä on noin 5000 m^3 .
- Syksyllä 2022 kontillisen (1000 l) sisältämän typen arvo typpilannoitteista laskettuna oli jo noin 370 € (alv 0 %).
- Nyt sen arvo noin 140 € on laskenut merkittävästi syksyn huipusta.
- Elokuussa 2016 sen arvo olisi ollut vain noin 90 € (alv 0 %).

Kierrätysammoniakkiliuoksen tuotantopotentiaali

- Laitoksessa käsitellään käytännössä koko Turun seutukunnan (337 000 asukasta) jätevesilietteet, jotka tulevat sinne Turun seudun puhdistamo Oy:n kalliopuhdistamolta Turun Kakolanmäeltä.
- Kevätvehnän typpilannoitus on tyypillisesti 120 kg ha^{-1} , joten periaatteessa 1000 litran kontillinen riittää yhtä monelle hehtaarille, jos sen satovaste on yhtä hyvä kuin rakeisen mineraalilannoitteen.
- Tuotetun typen määrä, 615 t a^{-1} , suhteessa Suomessa käytettävään typpilannoitukseen $230\,000 \text{ t a}^{-1}$ (kok. N) on vähäinen (0,3 %).
- Lisäksi sille on olemassa teollisia käyttötarkoituksia mm. savukaasujen puhdistuksessa, ja tuotanto meneekin nykyisin pääosin teollisiin tarkoituksiin.
- Vastaavan kokoisia laitoksia mahtuisi Suomeen toista kymmentä.

Ominaisuudet ja logistiikka

- NH_3 -liuosta ($> 10\%$) luetaan vaarallisiin aineisiin, ja sen kuljetukseen tarvitaan ADR-luvat ja -ajoneuvot.
- Sitä voidaan kuitenkin vapaarajan, 1000 l, puitteissa ja traktorilla kuljettaa enintään 40 km h^{-1} ilman näitä suurempiakin määriä muutoinkin.
- Koska yksittäisen biolaitoksen tuotanto riittää vain hyvin rajallisen peltoalueen lannoitukseen, traktorikuljetus on realistinen vaihtoehto.
- NH_3 -liuosta suurin vaarallisuus on sinä, että se salpaa hengityksen hengitettynä suurina pitoisuuksina, jolloin sen kanssa työskentely on vaarallista suljetuissa tiloissa astioiden rikkoontumisriskin takia.
- Lisäksi se syövyttää voimakkaasti ei-rautametalleja, kuten kuparia, sinkkiä ja niiden lejeerinkiä messinkiä.



Asema lannoitevalmistena ja jatkojalostus

- Nykyisen lannoitevalmistasetuksen puitteissa NH_3 -liuos ei kelpaa lannoitevalmisteeksi, koska sille ei ole sopivaa tyyppinimeä eikä sitä ole REACH-rekisteröity lannoitteeksi.
- Sen ominaisuudet paranevat merkittävästi, kun se hapotetaan.
- Hapotukseen kannattaa kasvinravitsemuksen kannalta käyttää rikkihappoa sen verran, että typen ja rikin suhde vastaa kasvien käyttöä ja peltolannoitteissa käytettävää.
- Loppuhapotus pH 6:een kannattaa tehdä typpihapolla, jolloin saadaan nestemäinen rikillä terästetty ammoniumnitraatti-lannoite, joka on laillinen lannoitevalmiste ja joka on näppärä levittää kasvinsuojeluruiskulla esimerkiksi nurmille.





Aineisto ja menetelmät

- NH_3 -liuoksen käyttöä typpilannoitteena tutkittiin vuosina 2019-2022 kevätvehnällä kenttäkokeissa Kaarinan Yltöisissä osana Nesteravinne ja PlasmaN-hankkeita.
- Kolme ensimmäistä kasvukautta olivat kenttäkokeille haasteellisia sääolosuhteiden takia.
- Venäjällä ja Ukrainassa NH_3 -liuosta on käytetty laajasti sijoittamalla sitä erikseen.

Aineisto ja menetelmät 2021

- Vuonna 2021 kenttäkokeessa käytettiin ammoniakkiliuosta sellaisenaan ja hapotettuna.
- Edellisen kasvukauden kuivuushaasteiden takia kokeet perustettiin kahdella typpilannoituksen tavoitetasolla, 90 ja 120 kg N/ha.
- Matalammalla tasolla varauduttiin kuivaan kasvukauteen, jossa satotaso jäisi normaalia pienemmäksi, mikä sitten realisoituikin.
- Suuremmalla tasolla varauduttiin normaaliin kasvukauteen.

Aineisto ja menetelmät 2021

- Rakeisella typpilannoitteella toteutetuissa N-portaissa typpitasot olivat 0, 30, 60, 90, 120, 150 tai 180 kg ha⁻¹.
- Koska vuonna 2020 suuret typpimäärät typpitasoissa samassa vaossa siemenen kanssa haittasivat orastumista huomattavasti, kylvön yhteydessä lannoitetta (Belor typpi 27; N 27 % ja Ca 8 %) sijoitettiin 2021 samaan vakoon siemenen kanssa korkeintaan 60 kg/ha lukuun ottamatta kahdennettua käsittelyä tasolla 120 kg/ha, jossa kylvön yhteydessä kaikki lannoite sijoitettiin samaan vakoon siemenen kanssa tai sitten vain puolet.
- Loppu typpiannos (Suomensalpietari 27-0-1-4) levitettiin oraalle 16.6. laatikkolevittimellä.



Aineisto ja menetelmät 2021



- Koeruudut kylvettiin 2.-3.6. Tume NovaCombi 3000-suorakylvökoneella, joka oli varustettu nestelannoituslaitteilla.
- Sijoitettaessa ammoniakkiliuokset johdettiin vantaisiin letkuja pitkin.
- Koekasvina oli Helmi-keivätvehnä.

Aineisto ja menetelmät 2021

- Sadetukset 8.-10.6. ja 21.-22.6.
- Sadetuslaitteet eivät soveltuneet sadetukseen korkeammassa kasvustossa tämän jälkeen.



Aineisto ja menetelmät 2021

Koejäsenet (suluissa kuvioissa käytettävät lyhenteet):

- 1) 120 kg N/ha ammoniakkiliuoksena kylvön yhteydessä sijoittaen (120KYS)
- 2) 60 kg N/ha ammoniakkiliuoksena ja 60 kg N/rakeisena lannoitteena kylvön yhteydessä sijoittaen (60KYS+60AN)
- 3) 90 kg N/ha ammoniakkiliuoksena kylvön yhteydessä sijoittaen (90KYS)
- 4) 60 kg N/ha ammoniakkiliuoksena ja 30 kg N/rakeisena lannoitteena kylvön yhteydessä sijoittaen (60KYS+30AN)
- 5) 120 kg N/ha ammoniakkiliuoksena ennen kylvöä lannoitesuuttimilla varustetulla kasvinsuojeluruiskulla ruiskuttaen (120KYR)
- 6) 60 kg N/ha ammoniakkiliuoksena ennen kylvöä lannoitesuuttimilla varustetulla kasvinsuojeluruiskulla ruiskuttaen ja 60 kg N/rakeisena lannoitteena kylvön yhteydessä sijoittaen (60KYR+60AN)
- 7) 90 kg N/ha ammoniakkiliuoksena ennen kylvöä lannoitesuuttimilla varustetulla kasvinsuojeluruiskulla ruiskuttaen (90KYR)
- 8) 60 kg N/ha ammoniakkiliuoksena ennen kylvöä lannoitesuuttimilla varustetulla kasvinsuojeluruiskulla ruiskuttaen ja 30 kg N/rakeisena lannoitteena kylvön yhteydessä sijoittaen (60KYR+30AN)
- 9) 60 kg N/ha ammoniakkiliuoksena kasvustoon lannoitesuuttimilla varustetulla kasvinsuojeluruiskulla ruiskuttaen ja 30 kg N/rakeisena lannoitteena kylvön yhteydessä sijoittaen (60KAR+30AN)

Aineisto ja menetelmät 2021

Perustamisen yhteydessä käytetyt ammoniakkiliuokset
kg/m³

- Hapottamaton ammoniakkiliuos ruiskulla
 - NH₄-N 88,6
- Hapottamaton ammoniakkiliuos NovaCombilla
 - NH₄-N 64,5
- Hapotettu ammoniakkiliuos ruiskulla
 - NH₄-N 91,0
 - NO₃-N 52,0
 - S 47,5
 - pH 7,4
- Hapotettu ammoniakkiliuos NovaCombilla
 - NH₄-N 94,0
 - NO₃-N 53,5
 - S 47,5
 - pH 7,7

Aineisto ja menetelmät 2021

Kasvustoon levittämisen yhteydessä käytetyt ammoniakkiliuokset
kg/m³

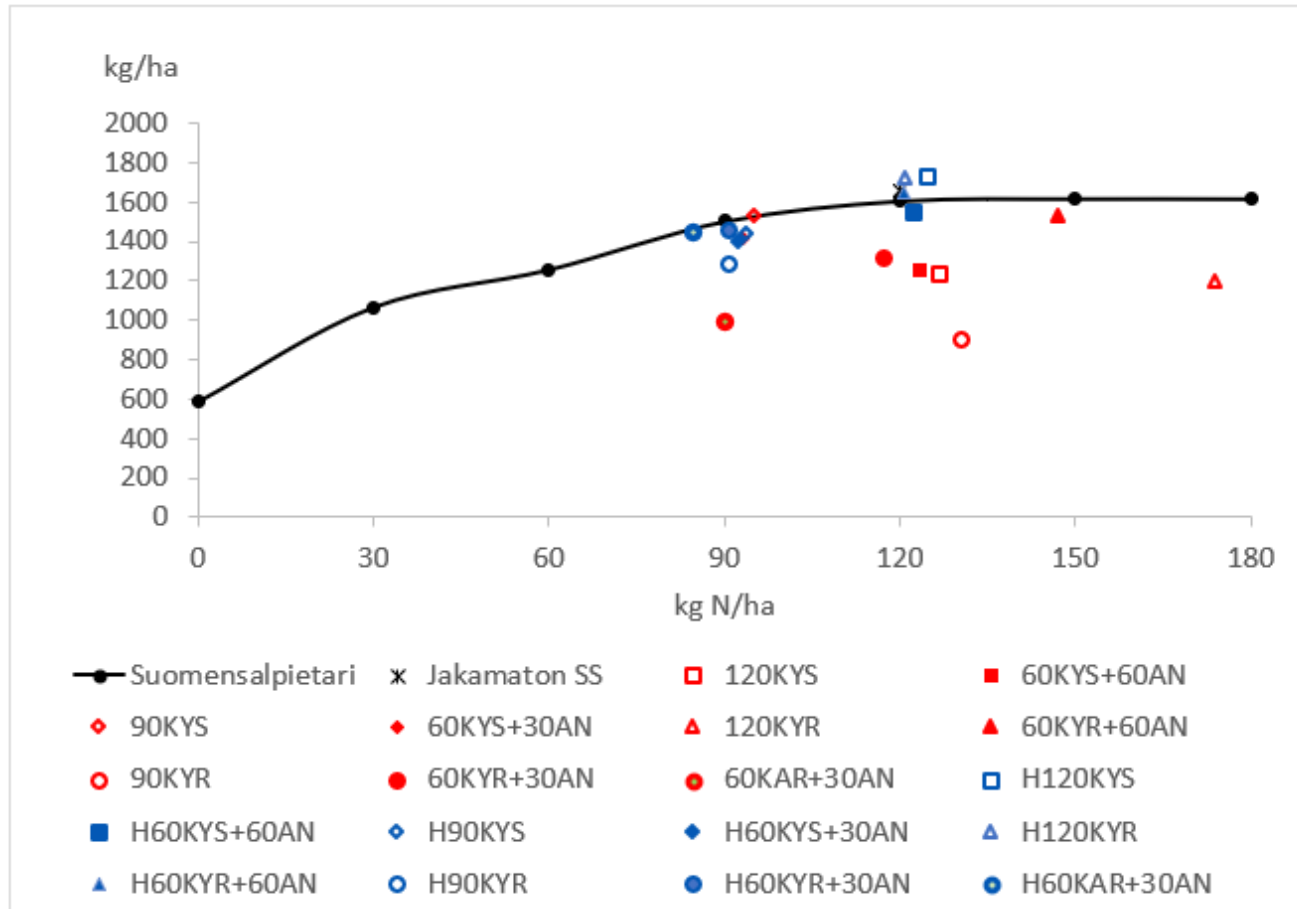
- Hapottamaton ammoniakkiliuos ruiskulla
 - NH₄-N 61,4
- Hapotettu ammoniakkiliuos ruiskulla
 - NH₄-N 79,6
 - NO₃-N 49,5
 - S 35,0
 - pH 9,2
- Rikkipitoisuudesta tuli tarpeettoman, mutta ei haitallisen suuri suhteessa typpipitoisuuteen.
- pH oli noussut hapotuksen jälkeen, ja lisäksi se nousi hapottamattoman ammoniakkiliuoksen levityslaitteiden aiheuttaman kontaminaation takia.
- Laitteita ei ehditty huuhtelemaan kunnolla liuoksen vaihdon yhteydessä, mutta toisaalta vesi laitteissa olisi laimentanut liuoksia.

Aineisto ja menetelmät 2021

Symbolien logiikka:

- Neliö = kylvön yhteydessä sijoittaen 120 kg N/ha
- Neliö kulmallaan = kylvön yhteydessä sijoittaen 90 kg N/ha
- Kolmio = ennen kylvöä ruiskulla 120 kg/ha
- Ympyrä = ennen kylvöä ruiskulla 90 kg/ha
- Tyhjä symboli = ilman täydennyslannoitusta
- Täytetty symboli = täydennyslannoituksella
- Vihreä täyttö = kasvustoon levitys
- Punainen = hapottamaton
- Sininen = hapotettu

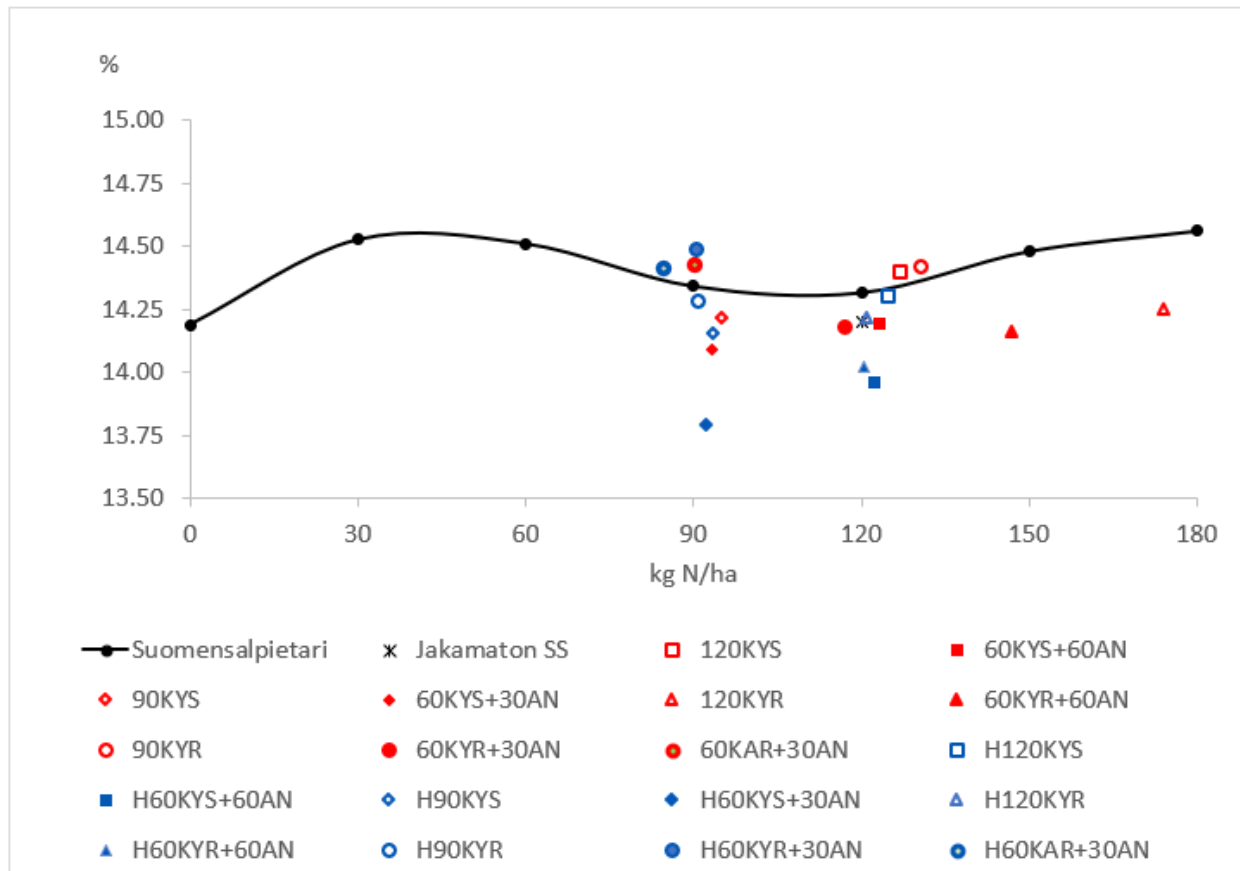
Tulokset 2021



Normisato

- Sato jäi kuivuuden ja kuumuuden takia sadetuksista huolimatta vaatimattomaksi mutta oli samaa tasoa alueen talousviljelyksiltä saatujen satojen kanssa.
- Sato kasvoi typpitason kasvaessa maltillisesti tasolle 120 kg N/ha saakka ja säilyi yhtä suurena noin 1600 kg/ha suurimmalle typpitasolle saakka.
- Yleisesti ottaen hapotetulla NH_3 -liuoksella (siniset merkit) saavutettiin sama sato kuin vertailulannoitteella mutta hapottamattomalla saatiin yleensä selvästi huonompi sato.
- Lisäksi suuret määrät hapottamatonta ammoniakkiliuosta samassa vaossa siemenen kanssa alensivat satoa.
- Poiketen vuodesta 2020 ei ollut havaittavissa, että suuri rakeisen mineraalilannoitteen annos siemenen kanssa samassa vaossa olisi haitannut orastumista ja näkynyt satoa alentavana (jaettu ja jakamaton lannoitus tasolla 120 kg N/ha).

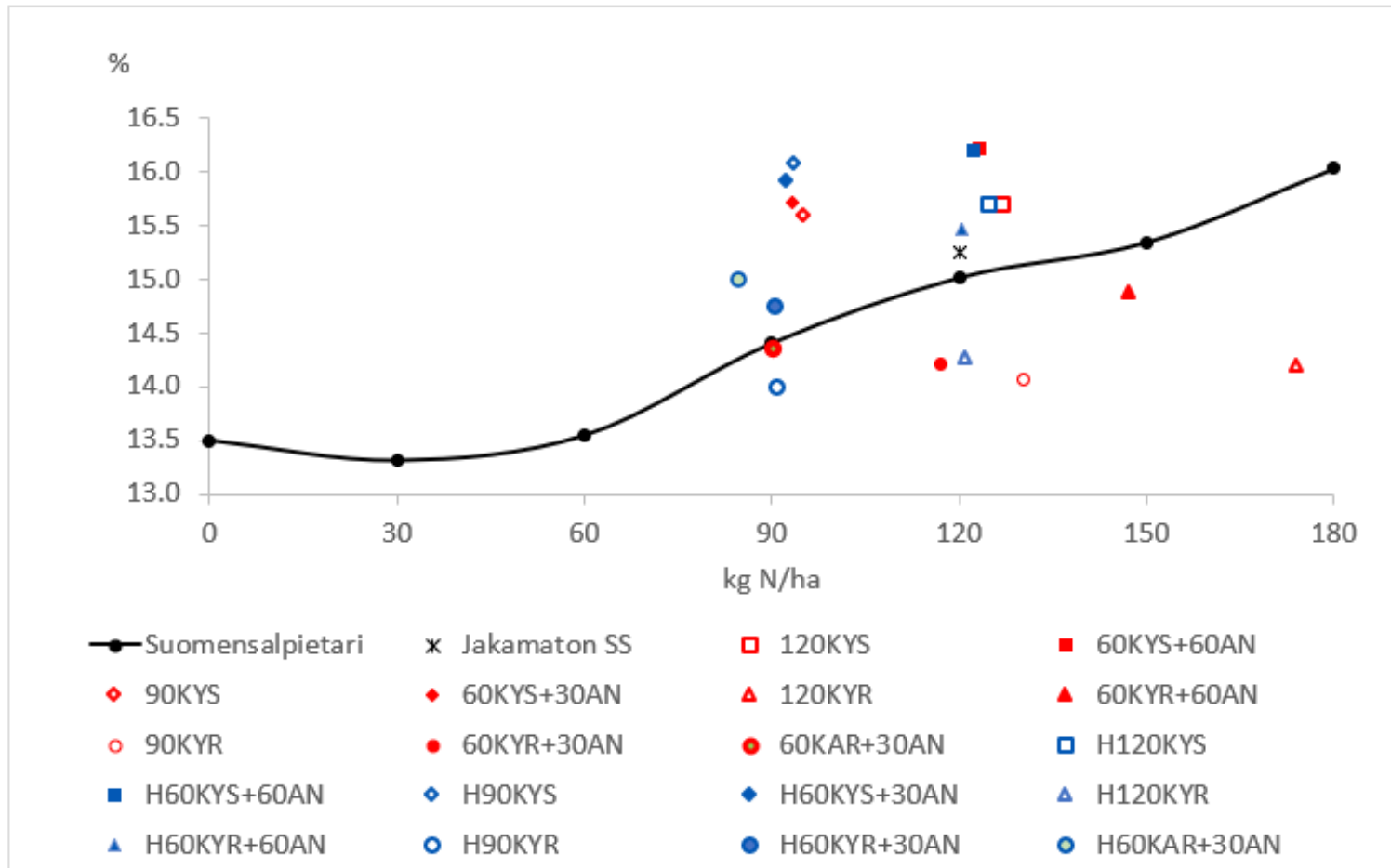
Tulokset 2021



- Typpitasojen vaikutus puintikosteuteen ei ole kovin looginen ja lienee lähinnä satunnaisvaihtelua.
- Täydennyslannoitus näyttäsi yleensä alentavan puintikosteutta.

Puintikosteus

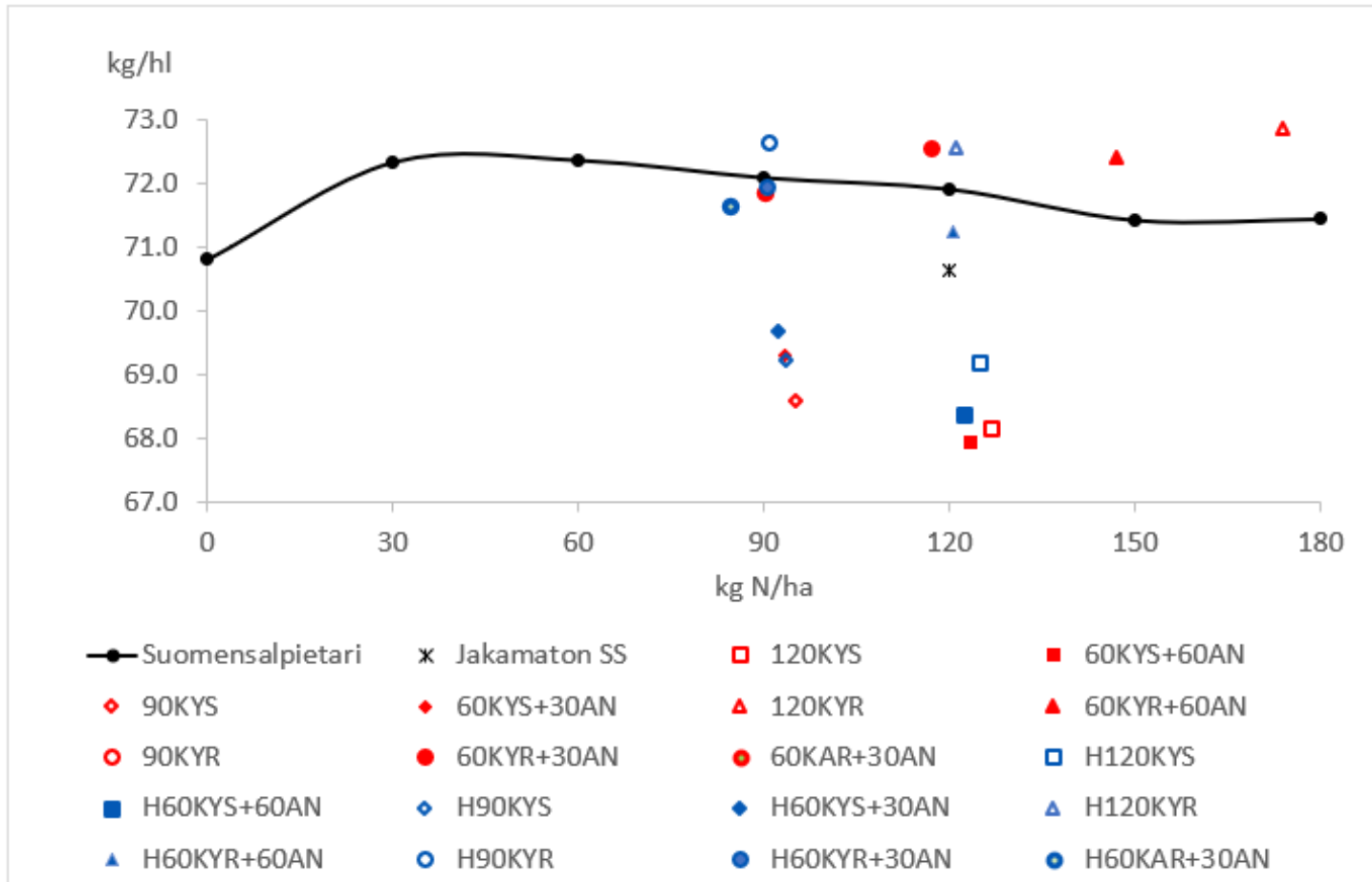
Tulokset 2021



- Typpitason nousu nosti valkuaispitoisuutta odotetusti aina suurimmalle typpitasolle saakka.
- Sijoituskäsittelyissä valkuaispitoisuus näyttäisi olevan suurempi kuin vastaavissa ruiskulevityskäsittelyissä.
- Ruiskutuskäsittely sijoituksen sijaan näyttäisi laskevan hapottamattoman tuottamaa valkuaispitoisuutta enemmän kuin hapotetun.

Valkuaispitoisuus

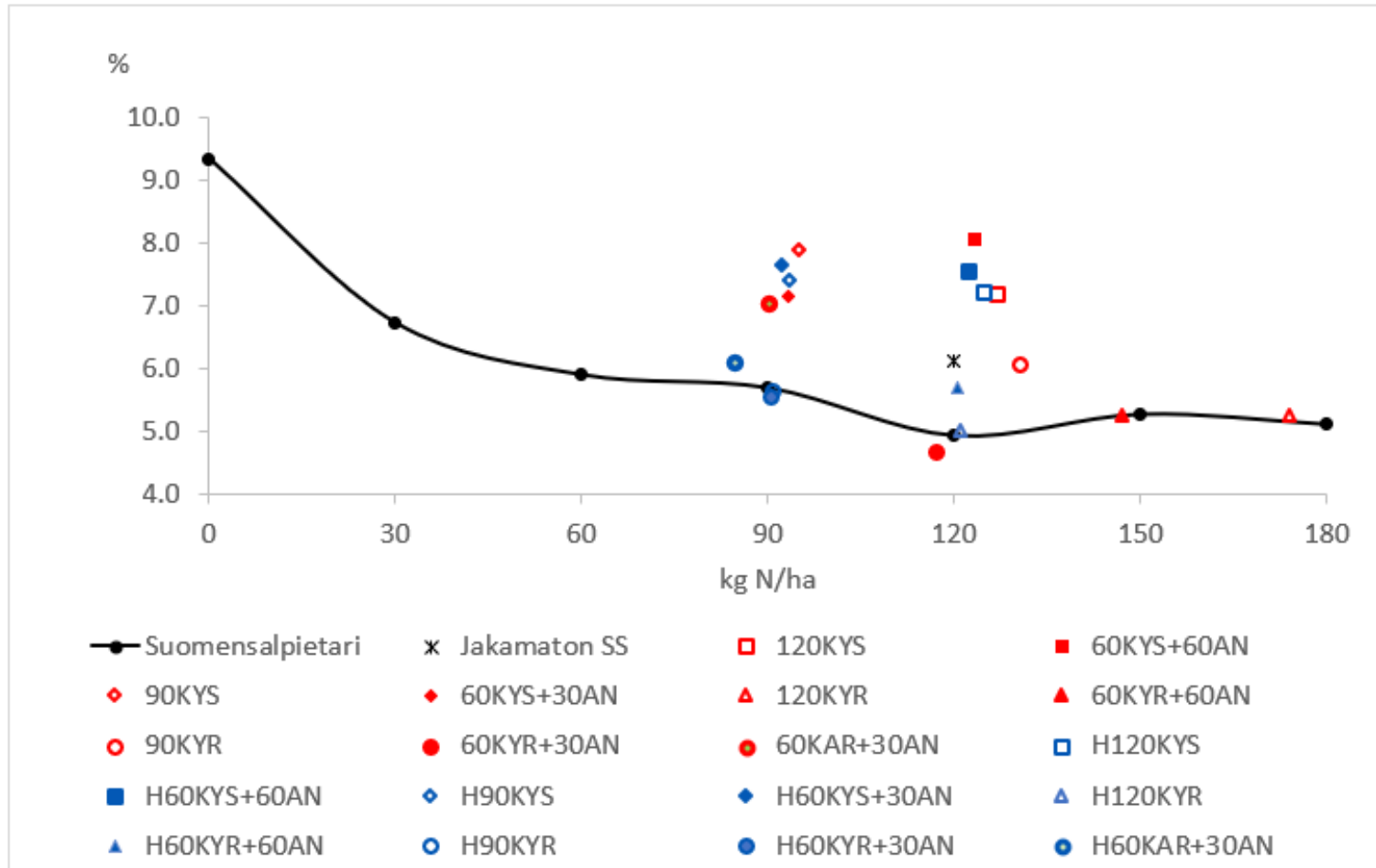
Tulokset 2021



- Hehtolitrainot olivat kasvukauden kuivuuden takia kaiken kaikkiaan hyvin pienet ja alittivat leipävehnän kauppakelpoisuuden rajan 78,0 selvästi.
- Muutamien käsittelyiden satojen hehtolitrainot ylittivät rehuvehnän vastaanottorajan 72,0.
- Hehtolitrainot olivat suurempia, kun ammoniakkiliuokset oli levitetty ruiskulla.

Hehtolitraino

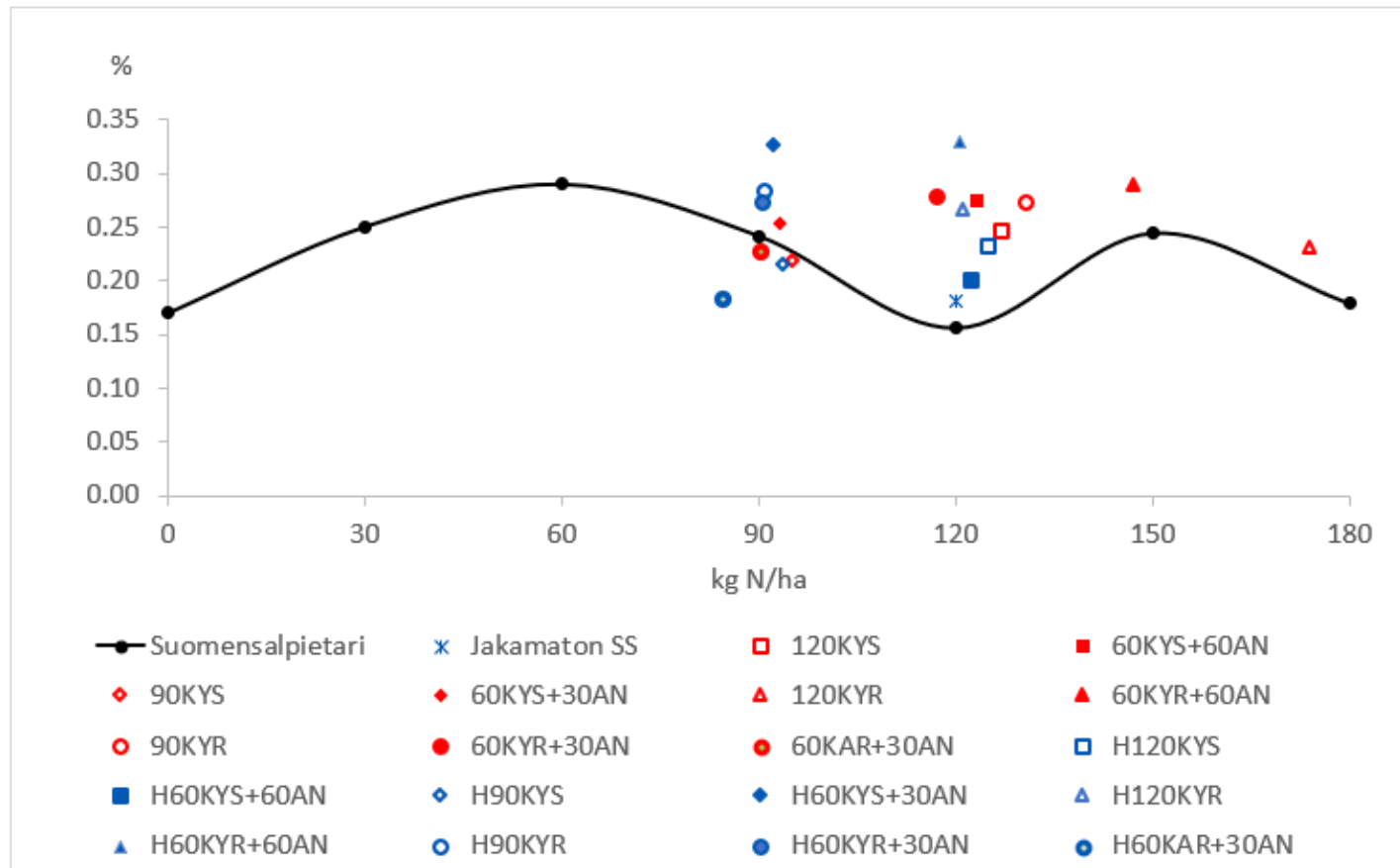
Tulokset 2021



- Surkastuneiden (1-2 mm) osuus aleni typpitason kasvaessa aina tasolle 120 kg N/ha saakka.
- Erityisesti sijoittaminen lisäsi surkastuneiden osuutta suhteessa vertailulannoitteen vastaavaan nostaen sen yli leipäviljan vastaanottorajan 7 %.
- Levittäminen ruiskulla tuotti samanlaisia surkastuneiden osuuksia kuin vertailulannoite.

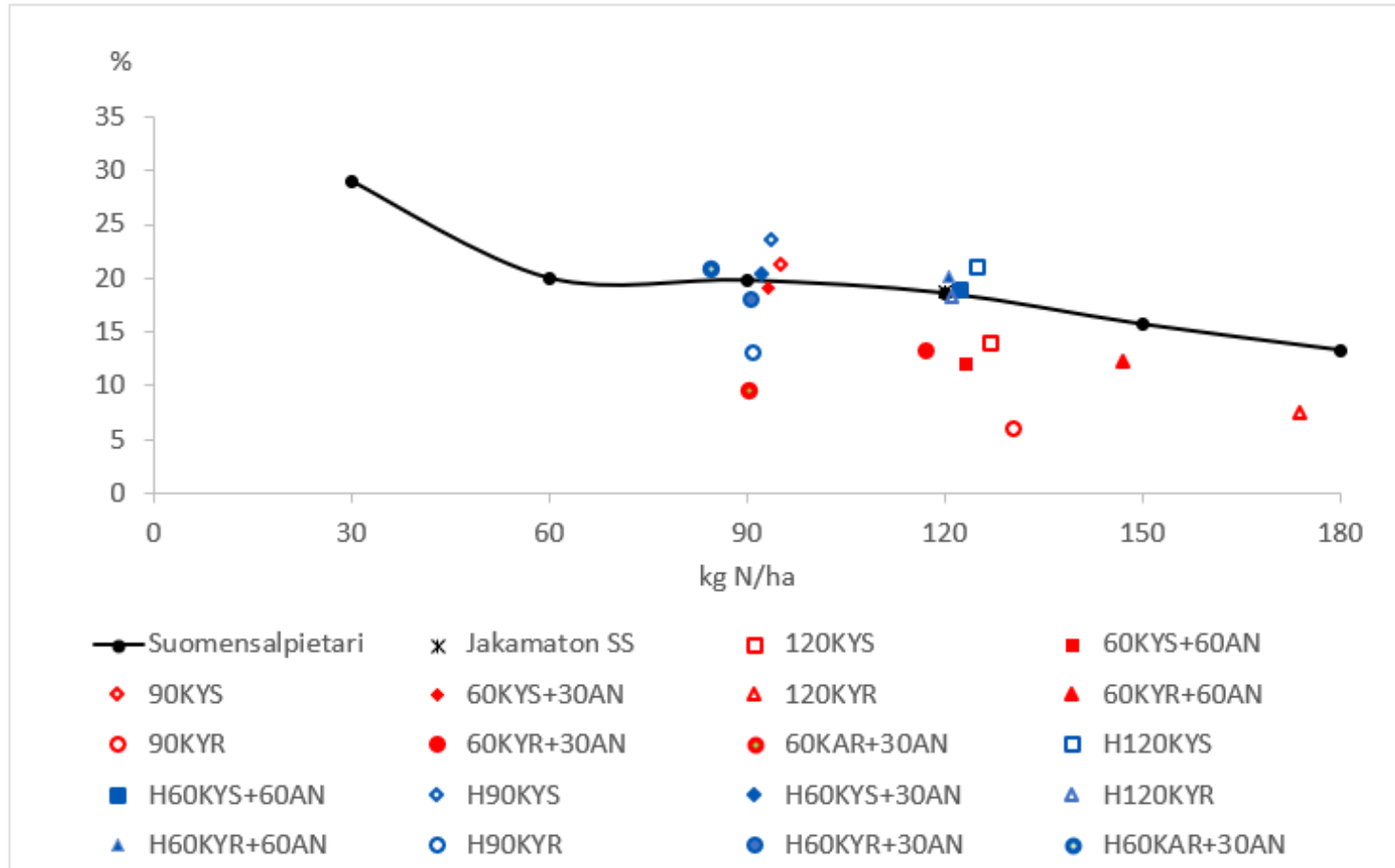
Tulokset 2021

- Muiden rikkojen kuin surkastuneiden osuus oli vähäinen, ja sen vaihtelu lähinnä satunnaisvaihtelua.



Muut rikat kuin surkastuneet

Tulokset 2021



- Typen näennäinen hyväksikäyttö laski varsin hitaasti yli 60 kg N/ha annoksilla.
- Erityisesti sijoitettuna se oli hapotetun ammoniakki-liuoksen typellä vähintään yhtä hyvä kuin vertailulannoitteella molemmilla typpitasoilla.
- Se oli samaa tasoa kuin vertailulannoitteella myös hapottamattomana ja sijoitettuna alemmalla typpitasolla 90 kg N/ha.
- Muutoin se oli hapottamattomana selvästi pienempi kuin vertailulannoitteella.

Typen näennäinen hyväksikäyttö

Aineisto ja menetelmät 2022

- Rakeisella typpilannoitteella toteutetuissa typpiportaissa typpitasot olivat 0, 30, 60, 90, 120, 150 tai 180 kg ha⁻¹.
- Koekasvina käytettiin Helmi-keivätvehnää perinteisellä tavalla kylvettynä.

Aineisto ja menetelmät 2022

- Vuonna 2022 NH_3 -liuos sijoitettiin noin 12 cm:n syvyyteen 6 päivää ennen kylvöä joko ainoana typenlähteenä tai puolena typpiannosta toisen puolen 120 kg N ha^{-1} annoksesta tullessa rakeisesta mineraalilannoitteesta (Suomensalpietari NPKS 27-0-1-4),
- Vastaavasti NH_3 -liuosta sijoitettiin kylvöpäivänä erikseen samaisina vaihtoehtoina.

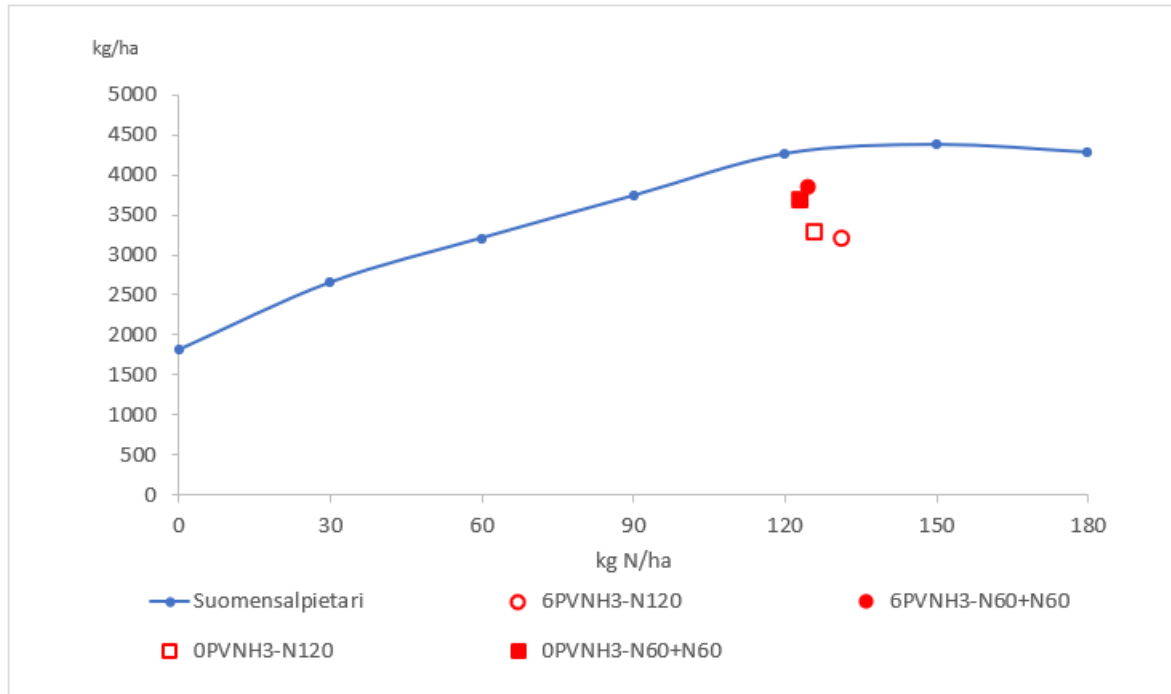


Aineisto ja menetelmät 2022

- Täydennyslannoitus sijoitettiin kylvön yhteydessä kylvölannoittimella (Tume KL 250).
- Rakeisella typpilannoitteella toteutetuissa N- portaissa typpitasot olivat 0, 30, 60, 90, 120, 150 tai 180 kg ha⁻¹.
- Koekasvina käytettiin Helmi-keivätvehnää perinteisellä tavalla kylvettynä.



Tulokset ja tulosten tarkastelu 2022

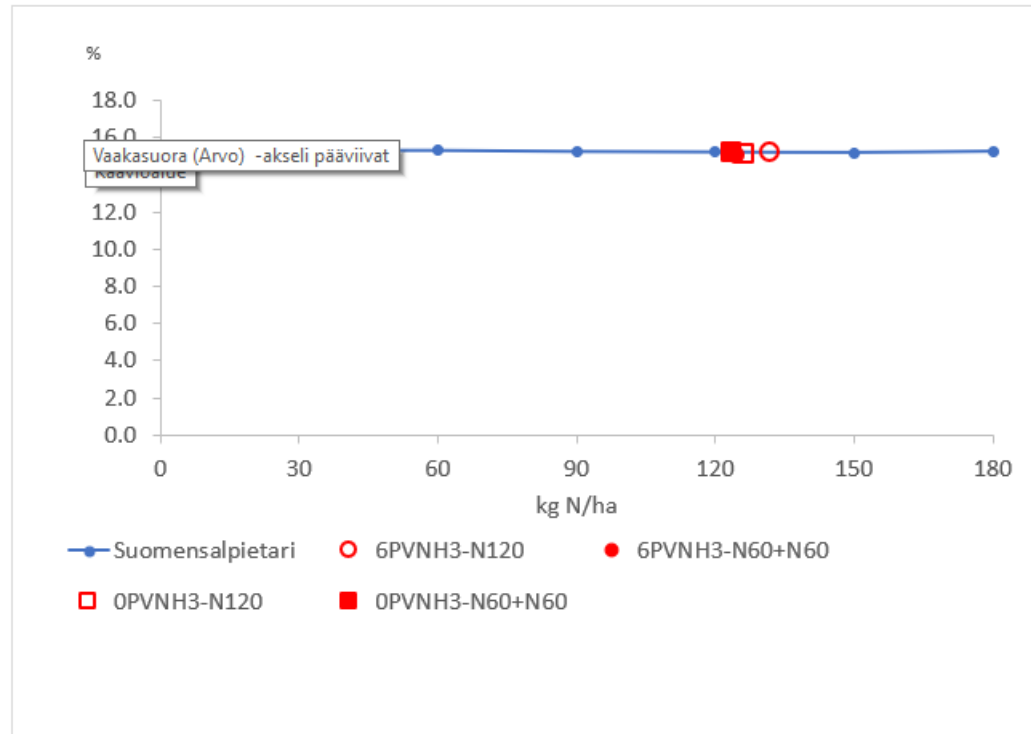


Helmi-kevätevehnän normisato (RH 14 %) vuonna 2022

6PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä, 6PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena, 0PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä, 0PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena.

- NH_3 -liuoksen satovaste oli kaikissa käytetyissä vaihtoehtoissa noin 50 %.
- Syinä huonoon satovasteeseen saattoi olla NH_3 -tappiot ilmaan tai erillisestä suhteelliseen syvään tehdystä sijoituksesta johtuva huono saatavuus.
- Koska vaihtoehdot, joissa puolet tyydestä sijoitettiin kylvön yhteydessä rakeisena mineraalilannoitteena, eivät tuottaneet parempaa satovastetta, on todennäköisempää, että kyse oli NH_3 -tappiosta ilmaan.
- Käytetty sijoitusmenetelmä ei ilmeisesti ollut riittävän hyvä NH_3 -tappion tehokkaaseen vähentämiseen.
- Ammoniakkiliuoskäsittelyiden sadot ovat tilastollisesti merkitsevästi verrannekäsittelyn satoa pienempiä lukuun ottamatta käsittelyä 6PVNH3-N60-N60 ja sekin aivan rajoilla.

Tulokset ja tulosten tarkastelu 2022

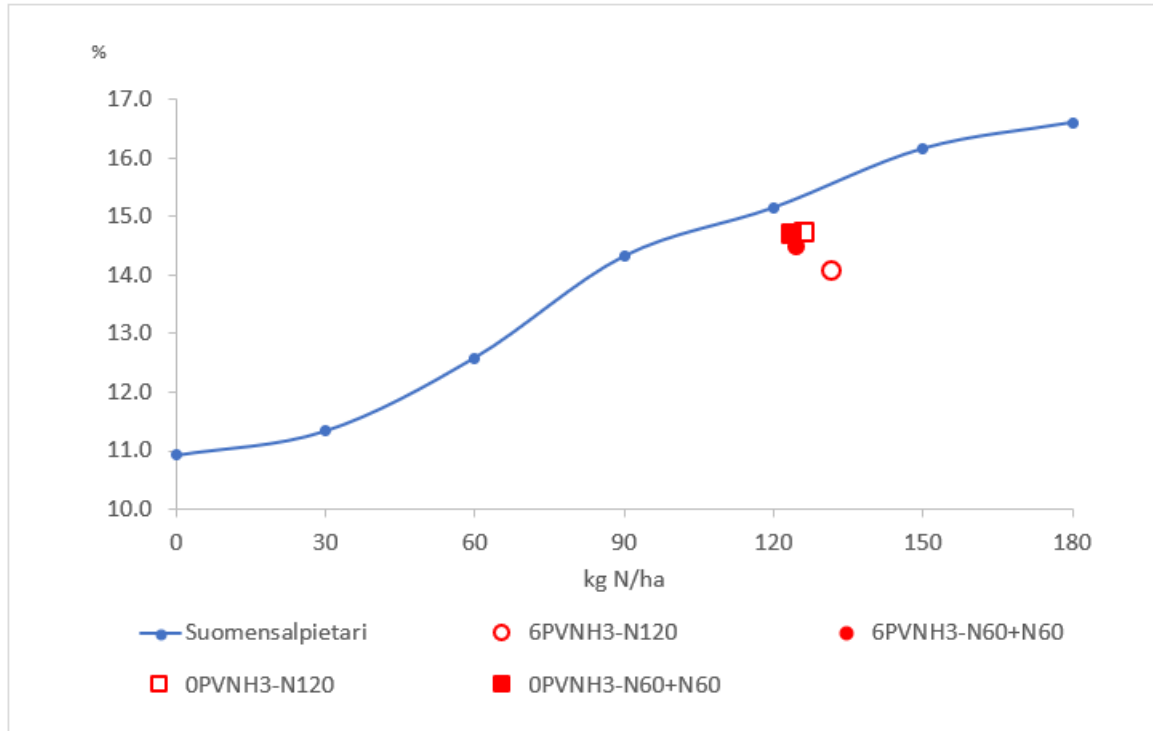


- Käsittelyillä ei ollut vaikutusta puintikosteuteen, joten ne eivät viivästyttäneet tuleentumista.
- Myöskään typpiannos ei vaikuttanut puintikosteuteen tilastollisesti merkitsevästi.

Helmi-kevävehnän puintikosteus vuonna 2022

6PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä, 6PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena, 0PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä, 0PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena.

Tulokset ja tulosten tarkastelu 2022

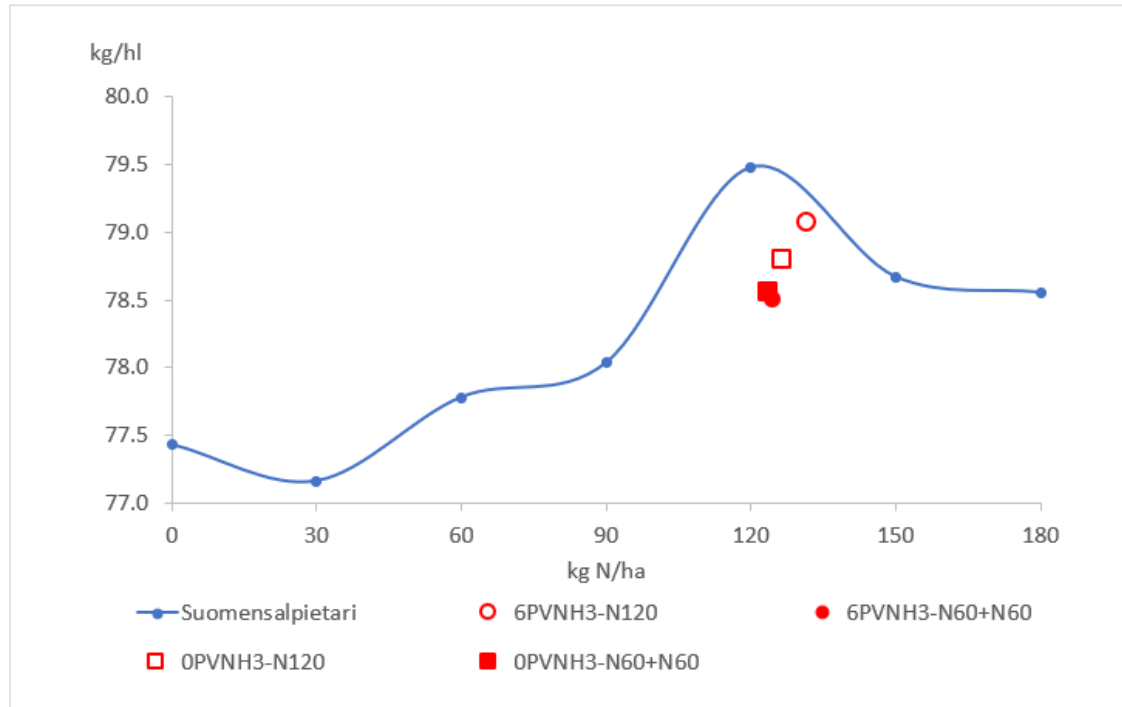


Helmi-kevätvehnän valkuaispitoisuuteen vuonna 2022

6PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä, 6PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena, OPVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä, OPVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena.

- Vaikka sato taittui tasossa 120 kg ha⁻¹, valkuaispitoisuus nousi aina suurimmalle typpitasolle.
- Suurin hyvitys valkuaispitoisuudesta (esim. Raisio 16 % + 20€/t) saavutettiin typpitasolla noin 150 kg ha⁻¹.
- Kaikki ammoniakkiliuoskäsittelyt omalla typpitasollaan tuottivat alempaa valkuaispitoisuutta kuin vertailulannoite indikoiden sekin huonoa typen hyväksikäyttöä.
- Sijoitus noin viikkoa ennen kylvöä tuotti tilastollisesti merkitsevästi verrannekäsittelyä alemman valkuaispitoisuuden ja samoin pelkkä NH_3 -liuos noin viikkoa ennen alensi sitä verrattuna kylvöpäivänä tehtyihin sijoituksiin.

Tulokset ja tulosten tarkastelu 2022

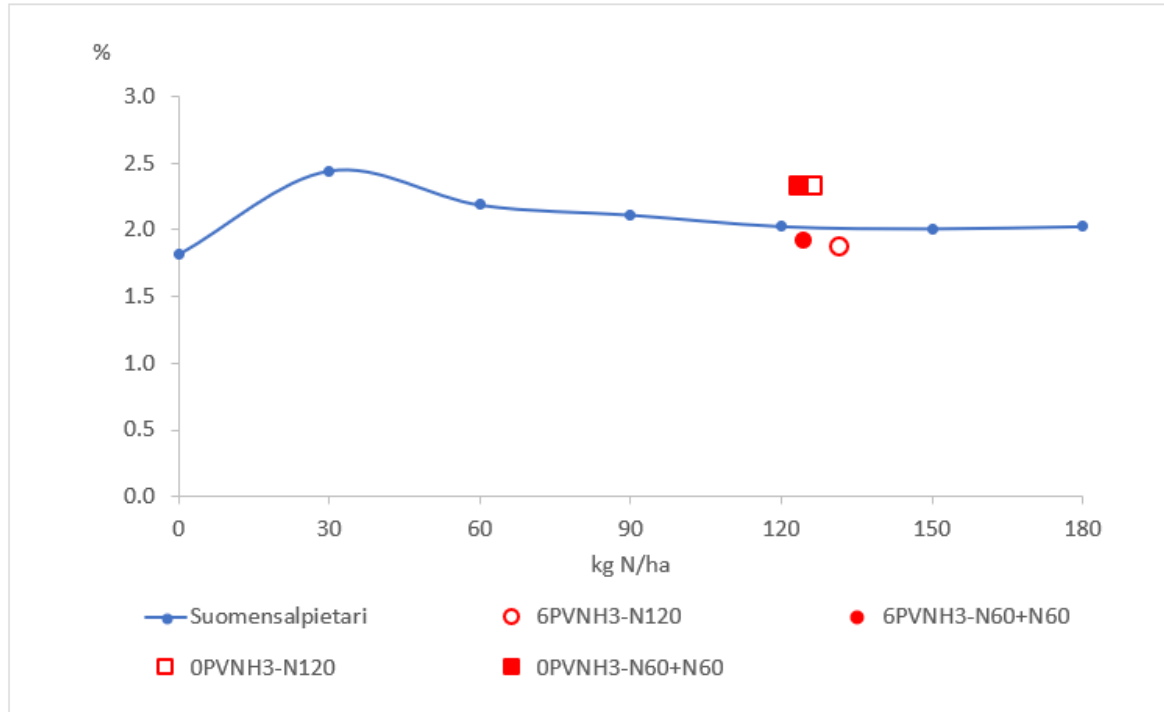


Helmi-kevätvehnän hehtolitrapainoon vuonna 2022

6PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha^{-1}) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä, 6PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha^{-1}) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha^{-1} rakeisena mineraalilannoitteena, 0PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha^{-1}) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä, 0PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha^{-1}) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha^{-1} rakeisena mineraalilannoitteena.

- Hehtolitrapaino oli suurimmillaan tavoitetyppitasolla 120 kg/ha .
- Ammoniakkiliuoskäsittelyiden tuottaman sadon hehtolitrapaino ei oleellisesti poikennut mineraalilannoitteella saadusta.
- Yllättäen mineraalilannoitetäydennys näyttäisi alentaneen hehtolitrapainoa eikä siihen ole oikein selvää syytä.
- Tavoitetasolla hehtolitrapaino ylitti vastaanottorajan (esim. Raisio $78,0 \text{ kg/ha}$).
- Ammoniakkiliuoskäsittelyt lukuun ottamatta pelkkä ammoniakkiliuos noin viikkoa ennen kylvöä alensivat hehtolitrapainoa tilastollisesti merkitsevästi suhteessa verrannekäsittelyyn.

Tulokset ja tulosten tarkastelu 2022



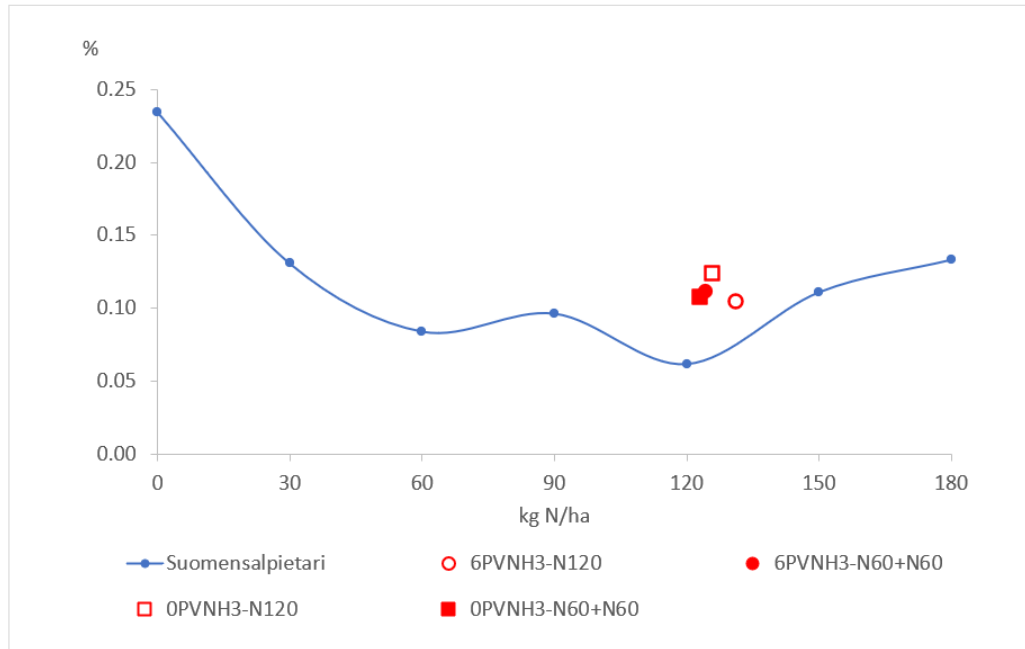
Helmi-kevätvehnän surkastuneiden osuuteen vuonna 2022

6PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä, 6PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena, 0PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä, 0PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha⁻¹) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha⁻¹ rakeisena mineraalilannoitteena.

- Ammoniakkiliuoksen sijoitus kylvöpäivänä näyttäisi lisäävän surkastuneiden osuutta suhteessa vajaa viikko ennen kylvöä tehtyyn sijoitukseen mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.
- Esimerkiksi Raision hinnoittelussa muiden rikkajyvien määrää, (käytännössä surkastuneet) alentaa hintaa osuuden ylittäessä 2.0 % ja 2,5 %:n kohdalla alennus on kuitenkin vain 1,4 €/t.
- Vihreiden osuus oli enimmillään 0,1 % ja surkastuneisiin kuulumattomien muiden rikkojenkin 0,1 – 0,3 %.

Tulokset ja tulosten tarkastelu 2022

- Ammoniakkiliuoskäsittelyt lisäsivät muiden rikkojen kuin surkastuneiden osuutta suhteessa verrannekäsittelyyn.



Helmi-kevätkuonnan muiden rikkojen kuin surkastuneiden osuuteen vuonna 2022

6PVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha^{-1}) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä, 6PVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha^{-1}) sijoitettu 6 pv ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha^{-1} rakeisena mineraalilannoitteena, OPVNH-N120 = NH_3 -liuos (120 kg N ha^{-1}) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä, OPVNH-N60+N60 = NH_3 -liuos (60 kg N ha^{-1}) sijoitettu kylvöpäivänä ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä 60 kg N ha^{-1} rakeisena mineraalilannoitteena.

Yhteenveto

- Kokonaisuutena hapottamattoman NH_3 -liuoksen käyttö vehnänlannoitteena ei vaikuta kovin tarkoituksenmukaiselta orastumista haittaavien vaikutusten, sen huonon satovasteen ja levitykseen liittyvien teknisten ongelmien takia.
- Näyttäisi siltä, että melko syvällekin sijoitetusta NH_3 -liuoksesta syntyy huomattavia ammoniakkitappioita. Sitä ei myöskään ole tarkoituksenmukaista sijoittaa käytettyä sijoitusyvyyttä (noin 12 cm) syvemmälle, koska yleisesti viljellyt kasvit eivät pystyisi sitä hyödyntämään ja se lopulta huuhtoutuisi vesitöihin.
- Hapottamalla NH_3 -liuoksesta saisi selvästi paremmin käyttäytyvän nestemäisen lannoitteen, mutta valmistuskustannukset pienessä mittakaavassa muodostuvat helposti liian suuriksi.

Nurmen lannoitus

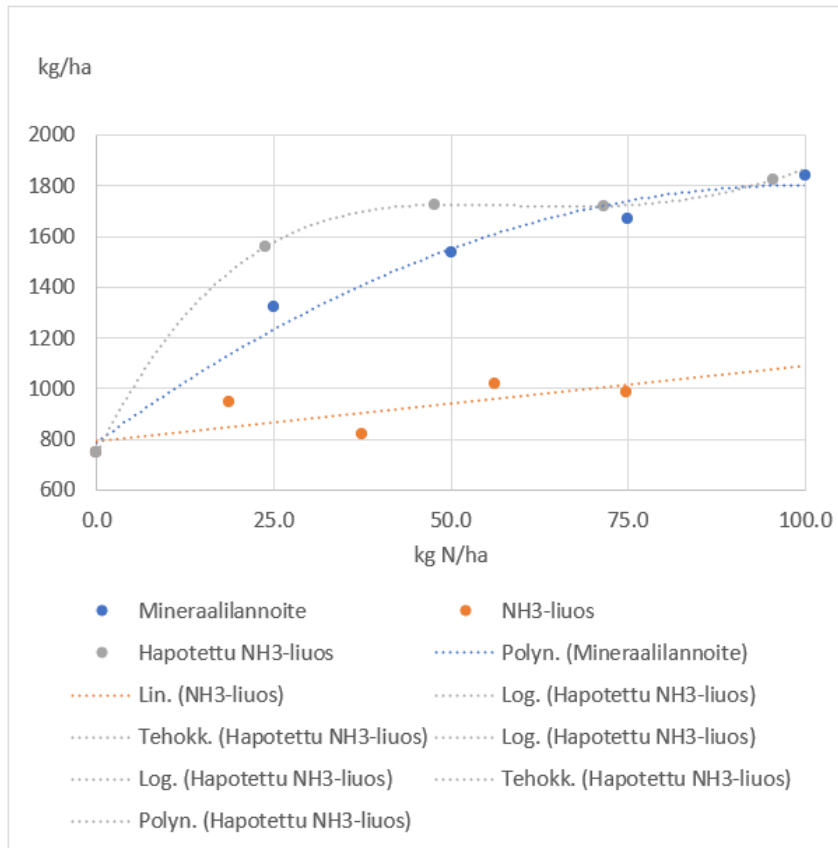


Aineisto ja menetelmät

- Hapottamatonta ja hapotettua ammoniakkiliuosta sekä rakeista mineraalilannoitetta (Suomensalpietari) levitettiin heinän korjuun jälkeen odelman lannoittamiseksi.
- Levitys tapahtui verraten myöhään 18.8 (hapotettu ja rakeinen) ja 20.8. (hapottamaton), mutta odelma ei kasvanut kuivuuden takia sitä ennen.
- Ruudut niitettiin 4.10.

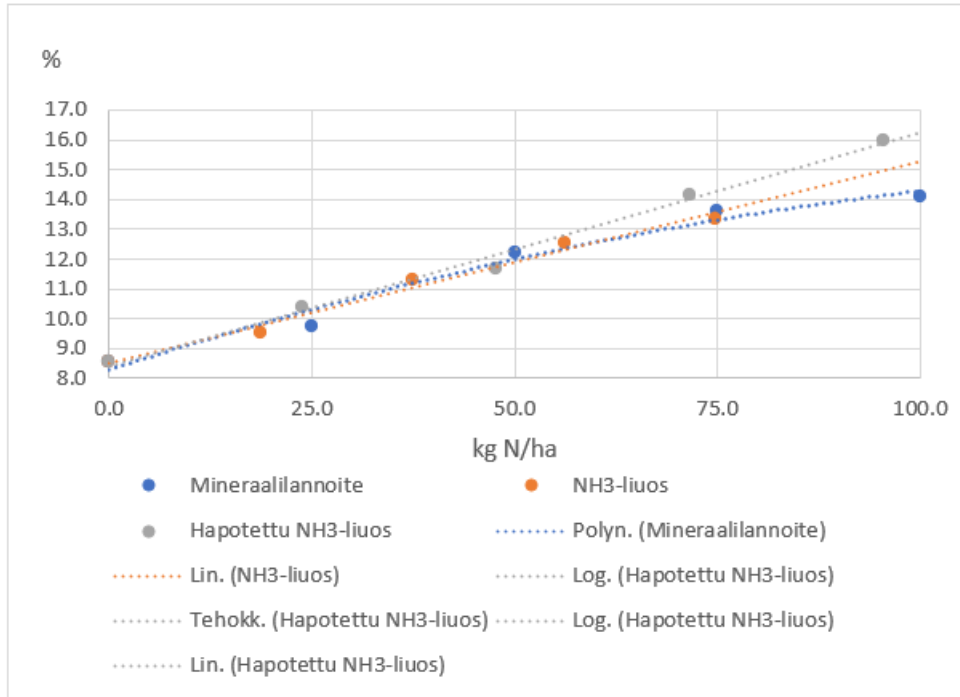


Tulokset



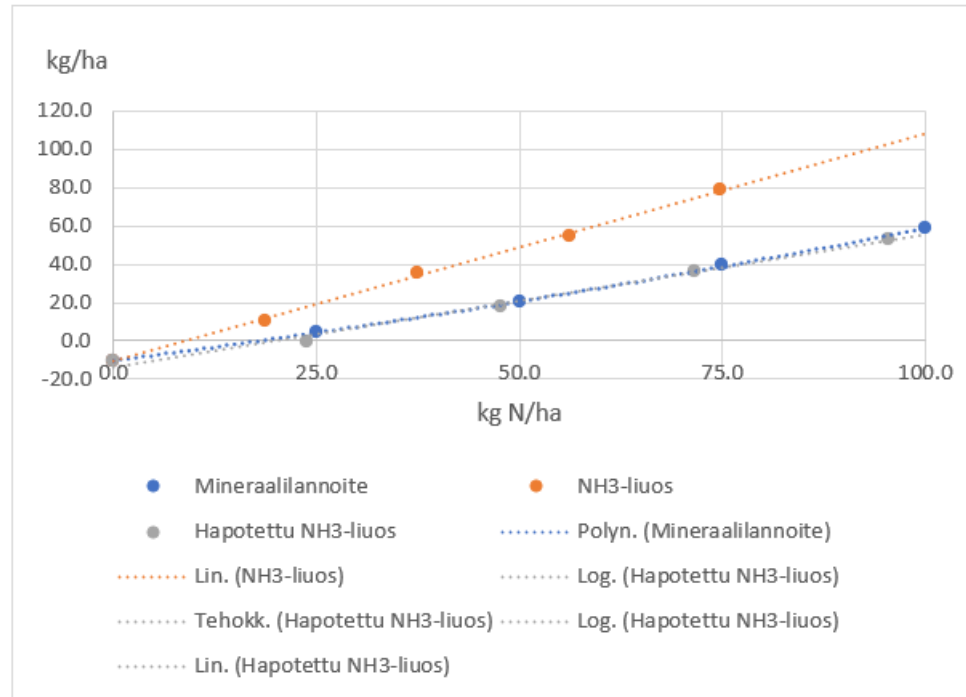
- Hapotettu ammoniakkiliuos tuotti jopa paremman kuiva-ainesadon heinän odelmasta kuin rakeinen mineraalilannoite (Suomensalpietari) erityisesti pienillä typpitasoilla.
- Nurmi sai ehkä typen nopeammin käyttöönsä nestelannoitteesta.
- Hapottamattoman ammoniakkiliuoksen satovaste oli lähes olematon.

Tulokset



- Typpitason lisäys nosti valkuaispitoisuutta varsin samalla tavalla typen lähteestä riippumatta.

Tulokset



- Typpitase oli varsin samanlainen hapotetulla ammoniakkiliuoksella ja rakeisella vertailulannoitteella.
- Hapottamattomalla ammoniakkiliuoksella typpitase oli selvästi huonompi.

Johtopäätökset

- Hapotettuna ammoniakkiliuos on varsin kilpailukykyinen vaihtoehto heinän odelman lannoitukseen.
- Tämä päätelmä lienee laajennettavissa muuhun nurmen lannoitukseen.
- Hapottamattomana ammoniakkiliuos ei ole kelpollista heinän odelman lannoitteeksi.

Kiitos!