

## Ammoniumsulfaatti (AMS) nurmen ensimmäisen niiton jälkeisessä lannoituksessa

Petri Kapuinen<sup>1)</sup> ja Oiva Niemeläinen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Luke, Tuotantojärjestelmät, 21500 Piikkiö, petri.kapuinen@luke.fi

<sup>2)</sup> Luke, Luonnonvarat, 31600 Jokioinen, oiva.niemelainen@luke.fi

Lannan järkevä käyttö on haaste nautakarjatilojen viljelykierrossa, koska valtaosa viljelypinta-alasta on tarkoituksenmukaista pitää monivuotisena nurmena. Lanta sopisi nurmea paremmin 1-vuotisille kasveille. Nurmilla on vaikea saada lannan liukoiselle tyypelle mineraalilannoitteen tyyppä vastaavaa satovastetta. Niinpä nautakarjatiloilta lannankäyttö kannattaakin keskittää nurmien perustamisen yhteyteen, joka on rinnastettavissa 1-vuotisten kasvien viljelyyn. Se ei kuitenkaan riitä lannanlevitysalaksi, vaan lantaa on käytettävä myös nurmien satovuosina. Paras ajankohta levitykselle on 1. niiton jälkeen. Jotta lannan typpi tulisi hyödynnettyä, on levityksen jälkeen korjattava vähintään 2 satoa samana kasvukautena. Lannan fosforin huuhtoutumisen ja typen haihtumisen minimoimiseksi, se on sijoitettava.

Nurmien satovuosina voidaan käyttää lietelantaa. Lannan vuotuista käyttömäärää rajoittaa ns. nitraatti-asetuksen kokonaistyyppiraja 170 kg ha<sup>-1</sup> kalenterivuodessa. Lannasta saa silloin noin 100 kg ha<sup>-1</sup> liukoista tyyppä, joka riittää vain yhden sadon tuottamiseen. Tarvitaan siis muuta liukoista tyyppä yli 100 kg ha<sup>-1</sup> kahden muun sadon tuottamiseen. Lannanlevitys vaatii runsaasti aikaa, ja lannanlevitysurakoit-sijaa saattaa joutua odottamaan. Silloin nurmen jälkikasvun käynnistyminen viivästyy ja kasvukautta menetetään. Lisäksi lannan typpi tulee nurmen käyttöön hitaasti.

Yksi mahdollisuus 1. niiton jälkeisen jälkikasvun nopeaan käynnistämiseen on mineraalilannoitteen käyttäminen 3. sadon tarvitsemää määrää vastaavasti välittömästi jo 1. niiton jälkeen. Tämä antaisi lannanlevitykselle lisää aikaa, ja lannoitusta 3. sadolle ei tarvittaisi. Toinen sato saa typen osin mineraalilannoitteen, osin lannasta. 3. sato kasvaa pääosin lannan voimin.

Nestemäiset kierrätyslannoitteet ovat yksi vaihtoehto 1. niiton jälkeen käytettäviksi mineraalityypilannoitteiksi. Nesteravinne-hankkeessa tutkitaan 2017–2019 AMS:in käyttöä kasvinsuojeluruiskulla levitettyinä välittömästi 1. niiton jälkeen ennen viivästynyttä lietelannan sijoittamista. Käyttömääriä ovat 0, 15, 30 ja 45 kg N ha<sup>-1</sup> vastaava määrät. 1. sato korjattiin Jokioisissa 19.6.2017, ja AMS-nestelannoitukset tehtiin 22.6.2017. Liette sijoitettiin vasta 13.–14.7.2017. 2. sato korjattiin 15.8.2017. Satoa verrattiin ammoniumnitraattia sisältäneen 22.6.2017 levitetyn rakeisen NPKS-lannoitteen tuottamaan vastaavalla N-tasolla. Lisäksi verrattiin samaan aikaan levitettyjen kiteisen AMS:in ja letkulevitetyn typpiveden tuottamaa satoa rakeisen ammoniumnitraattilannoitteen tuottamaan typpitasolla 100 kg N/ha.

Paras 2. niiton ka-sato (9690 kg ha<sup>-1</sup>) saatiin tasolla 125 kg N ha<sup>-1</sup>. Lietelantaa saaneiden käsittelyiden ka-sadot jäivät varsin vaatimattomiksi (4332–5999 kg ha<sup>-1</sup>). AMS lisäsi satoa typpimääränsä vastaavasti lietelannan kanssa tai ilman, mutta typpivesi vain noin 40 kg N ha<sup>-1</sup> vastaavasti. Lannan typen odotetaan näkyvän 3. sadossa, jota ei erikseen lannoitettu.

Asiasanat: nurmi, ammoniumsulfaatti, lanta

## Johdanto

Lanta sopii monivuotisia nurmia paremmin suojaviljalle nurmen perustamisen yhteydessä, koska sillä on vaikea nurmilla saada satovuosina sen sisältämää liukoisen typen määrää vastaavaa satovastetta (Kapuinen ym. 2008). Perustettava nurmiala ei yleensä kuitenkaan riitä levitysalaksi, vaan lietalantaa joudutaan käyttämään monivuotisilla nurmilla myös satovuosina. Paras ajankohta lietalannan sijoittamiseen monivuotiseen nurmeen on 1. niiton jälkeen (Kapuinen ym. 2007). Jo sen tähden, että lämpötila on keskikesällä yleensä korkeimmillaan, lietalanta on syytä sijoittaa, koska muuten typen tappiot ammoniakkinä voivat olla hyvin suuret (Mattila ja Joki-Tokola 2003). Lannan typen täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää kahta niittoa samana kasvukautena sijoituksen jälkeen.

Levitettävää lietalantamäärää rajoittaa ns. nitraattiasetuksen kokonaistyyppiraja  $170 \text{ kg ha}^{-1}$  (VN 2014). Nurmi saa lietalannasta silloin noin  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  liukoista typpeä, joka vastaa yhden sadon tyypilannoitusta. Viljavuuspalvelun tilastojen (Viljavuuspalvelu 2012) mukaan naudun lietalannassa oli vuosina 2005–2009 keskimäärin  $3,0 \text{ kg t}^{-1}$  kokonaistyppeä ja  $1,7 \text{ kg t}^{-1}$  liukoista typpeä. Sen lisäksi tarvittava tyyppi on annettava mineraalilannoitteena. Lietalannan käyttömäärä voi siten olla keskimäärin  $56,6 \text{ t ha}^{-1}$ . Sen mukana tulee fosforia  $28,3 \text{ kg ha}^{-1}$  ja  $164 \text{ kg ha}^{-1}$  kaliumia. Ympäristökorvauksen ehtojen (VN 2015) mukaan lantapoikkeus huomioon ottaen tyydyttävään ja välttävään fosforiluokkaan kuuluvalla maalla yksi- tai monivuotisilla rehunurmilla voidaan käyttää fosforia  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  vuodessa. Määrä on  $32 \text{ kg ha}^{-1}$  huononlaisessa fosforiluokassa. Käytännössä lannankäyttömäärä ei voi tässäkään mielessä olla tätä suurempi. Koska ns. nitraattiasetuksen (VN 2014) kokonaistyyppiraja on kalenterivuosi-kohtainen, suurimmat lannankäyttömäärät voidaan saavuttaa vain käyttämällä lantaa joka vuosi. Lannankäyttöä nurmilla satovuosina voidaan vähentää vain viljelemällä omalla tilalla merkittäviä määriä yksivuotisia kasveja tai luovuttamalla lantaa tilan ulkopuolelle.

Nurmisadon korjuu sitoo karjatilän käytettävissä olevan päivittäisiltä karjanhoitotöiltä liikenevän työpanoksen. Lietalannan levityksen vaatiman suuren työpanoksen takia, levitys usein viivästyy. Jos nurmelle ei anneta mitään starttityypilannoitusta, viivästyy nurmen jälkikasvun käynnistyminen.

Starttilannoituksella saatavien hyötyjen selvittämiseksi Nesteravinne-hankkeessa (2017–2019) Luke Jokioisissa tutkittiin vuonna 2017 ammoniumsulfaatin (AMS) käyttöä nurmella 1. niiton jälkikasvun nopeuttamiseksi ennen lietalannan sijoittamista.

## Aineisto ja menetelmät

Koe perustettiin Jokioisten Pellilään ( $N60,80^\circ$ ,  $E23,50^\circ$ ) nurmelle, joka oli perustettu vuonna 2.6.2015 suojaviljana Gabby-kaura ( $160 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Lannoitus oli BeFert CAN  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $81 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Nurmen siemenseoksessa oli Ronja-timoteitä 67% ja Retu-ruokonataa 33%. Kylvömäärä oli  $25 \text{ kg ha}^{-1}$ . Vuonna 2016 nurmi oli lannoitettu kahdesti  $94,5 \text{ kg N ha}^{-1}$  (3.5.) ja  $81,0 \text{ kg N ha}^{-1}$  (21.6.).

Koelue oli runsasmultaista aitosavea (Sa 77,7%, Hs 11,3%, Ht ja karkeimmat jakeet 11,0%, org. aines 7,3%). pH 5,9 (tydyttävä), P  $4,6 \text{ mg l}^{-1}$  (välttävä), K  $255 \text{ mg l}^{-1}$  (tydyttävä), Ca  $3575 \text{ mg l}^{-1}$  (korkea) ja Mg  $1049 \text{ mg l}^{-1}$  (erittäin korkea). Koelue lannoitettiin 5. toukokuuta käyttäen YaraMila Y4 (NPKS 20-2-12-3) -lannoitetta  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  vastaavan määrän eli  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sen mukana tuli  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  fosforia,  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  kaliumia ja  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  rikkiä. Lannoite sisältää 0,0015% seleeniä, joten sen annos oli  $7,5 \text{ g ha}^{-1}$ .

Koelue niitettiin 19. kesäkuuta. Sulavuus oli tuolloin  $648 \text{ g kg ka}^{-1}$  eli selvästi suosituksen alarajan  $680 \text{ g kg ka}^{-1}$  alapuolella (Kyntäjä ym. 2010). Valkuaispitoisuus  $113 \text{ g kg ka}^{-1}$  oli niin ikään hieman suosituksen alarajan  $130 \text{ g kg ka}^{-1}$  alle. Kokonaisuutena niittoaika oli myöhäinen. Niitto viivästyi edellisen viikon sateiden takia.

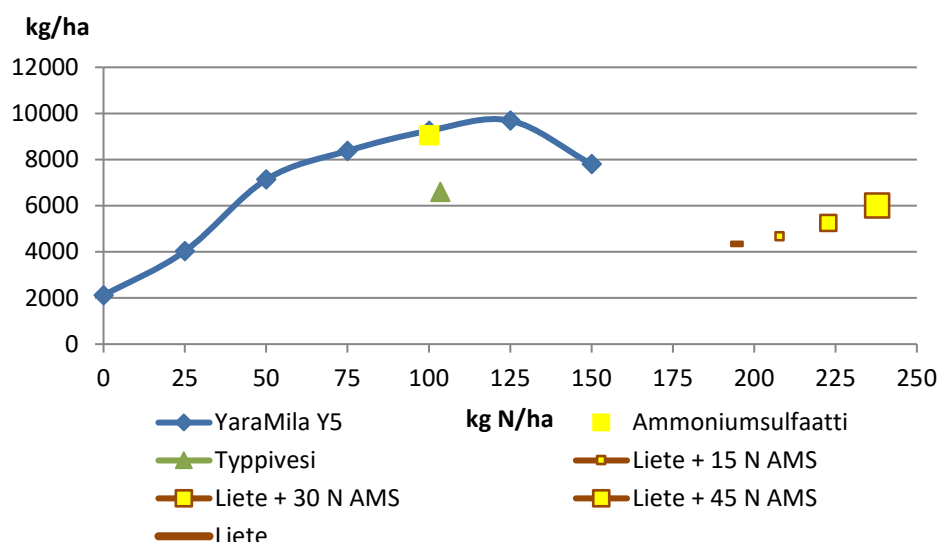
Lannoituskäsittelyt lannoitettiin mineraalilannoitteella 22. kesäkuuta. Typpitasot (0, 25, 50, 75, 100, 125 ja  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) lannoitettiin laatikkolevittimellä käyttäen lannoitteena YaraMila Y5 (NPKS 22-5-5-1,2) -lannoitetta. Perustyyppitasolla  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  sen mukana tuli fosforia  $22,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , kaliumia  $22,7 \text{ kg ha}^{-1}$  ja rikkiä  $5,5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Se sisältää 0,0015% seleeniä, joten sen annos oli  $6,82 \text{ g ha}^{-1}$  typpitasolla  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ . Kolmatta satoa varten ei lannoitettu erikseen, vaan tarkoituksena oli, että se kerää talteen toiselta sadolta käyttämättä jääneen typen. Siten typen annos perustyyppitasolla ( $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) oli yhteensä  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , fosforin yhteensä  $32,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , kaliumin  $82,7 \text{ kg ha}^{-1}$  ja rikin  $20,5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Suurin typpitaso, 150

kg N ha<sup>-1</sup>, vastasi ympäristökorvauksen (VN 2015) suurimpia sallittuja typpitasoja toiselle ja kolmannelle sadolle yhteensä.

Kokeessa demonstroitiin käytännössä usein toteutunutta tilannetta, jossa lietalannan sijoittaminen viivästyy joko työvoimaresurssin puutteen, urakoitsijan saapumisen viivästymisen tai sääolosuhteiden takia. Jälkikasvun käynnistämiseen haettiin ratkaisua heti 1. niiton jälkeen levitetystä kierrätys-AMS:ista ja typpivedestä (N-vesi). Nestemäistä AMS:ia levitettiin kasvinsuojeluruiskulla 0, 15, 30 ja 45 kg N ha<sup>-1</sup> vastaava määrä. N-vettä levitettiin letkulevityksenä 100 kg N ha<sup>-1</sup> vastaava määrä. Kiteinen AMS (100 kg N ha<sup>-1</sup>) levitettiin laatikkolevittimellä. Lannoitteesta tuli typen ohella 114,3 kg ha<sup>-1</sup> rikkiä mutta ei muita ravinteita. Lietelanta sijoitettiin noin 3 viikkoa starttilannoituksesta. 2. ja 3. sato niitettiin mutta 3. sadolle ei lannoitettu. Käytetty sijoituslaite on suunniteltu erityisesti suomalaisiin olosuhteisiin (Kapuinen 1996). Käytetty lietalantamäärä oli selvästi tarkoitettua suurempi laitteiston asetusvirheen takia. Lietelannassa tuli 384 kg ha<sup>-1</sup> kokonaistyppeä ja 193 kg ha<sup>-1</sup> liukoista typpeä. Saatuja satoja verrattiin laatikkolevittimelle ammoniumnitraatilla lannoitettujen N-tasojen avulla määritetyn tuotantofunktion mukaiseen satoon kunkin käsittelyn N-määrällä. 1. niitto oli 19.6. N-tasot, käsittely kiteisellä AMS:illa ja typpivedellä lannoitettiin 22.6. Liete sijoitettiin 13.–14.7.

Ensimmäiseen niittoon mennessä tehoisaa lämpösummaa oli kertynyt 275 °C ja sadetta 89 mm. Toiselle sadolle lämpösummaa kertyi 547 °C ja sadetta 134 mm lisää. Kolmannelle sadolle lämpösummaa kertyi 242 °C ja sadetta 70 mm lisää.

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

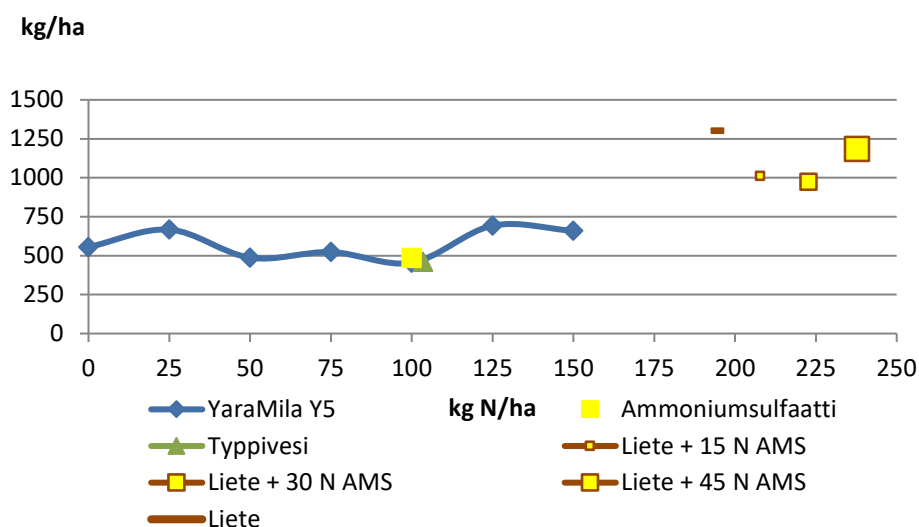


Kuva 1. Toisen niiton 15.8. kuiva-ainesato ajalta 19.6.–15.8.2017

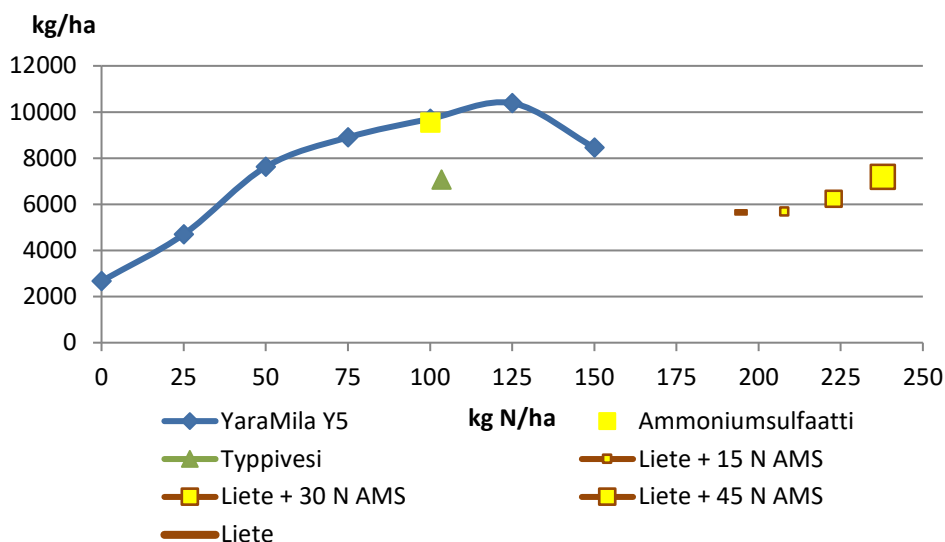
Vuonna 2017 nurmisato painottui Jokioisissa vahvasti toiseen niittoon. Yleensä ensimmäisen niiton sato on selvästi suurin. Nyt se oli vain 4000 kg ka ha<sup>-1</sup>. Sulavuuden ja valkuaispitoisuuden kehityksen perusteella oikea toisen niiton niittoaika olisi ollut elokuun alkupäivinä, mutta se toteutui kuitenkin vasta 15.8., mikä on yksi syy yhteissadon painottumiseen toiseen niittoon. Elokuun alussa sato olisi tosin ollut vain 16,5% pienempi kuin sen puolivälissä. Aikaisempi toinen niitto olisi todennäköisesti kasvattanut kolmannen niiton sadon osuutta yhteissadosta. Lisäksi se olisi parantanut typpiveden satotulosta toisessa niitossa. Suurin 2. niiton sato (9690 kg ha<sup>-1</sup>) saatiin typpitasolla 125 kg N ha<sup>-1</sup> (Kuva 1). Sitä suuremmilla typpimäärillä nurmi lakoontui, mikä laski satoa. Lannoitus AMS:illa lisäsi satoa typpimääräänsä vastaavasti lietalannan kanssa tai ilman. N-vedellä saatu sato vastasi noin 40 kg ha<sup>-1</sup> N-lannoitusta, mikä merkitsee, että typpeä hävisi tai jäi hyödyntämättä noin 60 kg ha<sup>-1</sup>. Käytetty letkulevitystekniikka johti suuriin typen tappioihin, koska typpivedessä typpi on ammoniakkina ja pH korkea. Lietelantaa saaneiden ruutujen sadot olivat varsin vaatimattomat suhteessa heti niiton jälkeen tehtyyn mineraalilannoitukseen. Toinen niitto viivästyi elokuun alun sateiden takia, mikä vähensi myöhäisen lietalannan sijoituksen

vaikutuksia toisen niiton sadossa. Osa syy siihen oli se, että lannan sijoitus viivästyi teknisten syiden takia jopa enemmän kuin alun perin oli tarkoitus levitystä viivästyttää. Starttilannoitus käynnistää nurmen jälkikasvun nopeasti. Suurin lietalannan sijoituksen viivästyminen johtaa tallaustappioiden kasvuun starttilannoitetulla nurmella, koska pitkä kasvusto kärsii tallauksesta lyhyttä kasvustoa enemmän. Tässä kokeessa lietalannan sijoitus oli 24–25 päivää ensimmäisestä niitosta ja 21–22 päivää startti ja typpitasojen lannoituksesta. Noin kaksi viikkoa ensimmäisestä niitosta lienee pisin aika lietteen levitykseen ensimmäisestä niitosta, vaikka starttilannoitusta käytettäisiinkin, koska kasvuston tallausvauriot lisääntyvät. Eroa korosti se, että yhteissadossa toinen niitto oli tässä kokeessa poikkeuksellisen hallitseva.

AMS oli sadon määrän kannalta yhtä hyvä kuin tavanomainen ammoniumnitraatti. Pelkän ammoniumsulfaatin käyttö johtaa kuitenkin todennäköisesti nurmisatoon, jossa seleenipitoisuus on alhainen.



Kuva 2. Kolmannen niiton 19.–20.9. kuiva-ainesato



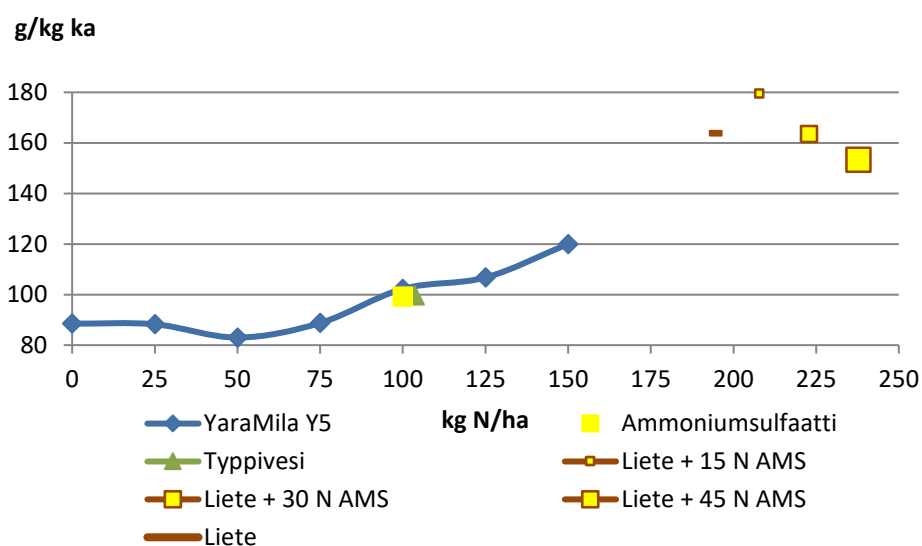
Kuva 3. Toisen ja kolmannen niiton yhteinen kuiva-ainesato

Kolmannen niiton sato oli pieni (Kuva 2). Erilaisilla 1. niiton jälkeen annetun mineraalilannoitteen typpitasoilla ei ollut selkeää vaikutusta nurmisatoon, vaikka silmämääräisesti suurimmat vaikuttivat vähemmän kuin pienemmät typpitasot. 1. niiton jälkeen annettu kiteinen ammoniumsulfaatti ja typpivesi vaikuttivat kolmannen niiton satoon samalla tavalla kuin vastaava määrä rakeista ammoniumnitraattilannoitetta. 1. niiton jälkeen annetun mineraalilannoitteen typestä ei ollut mitään jäljellä 2. niiton

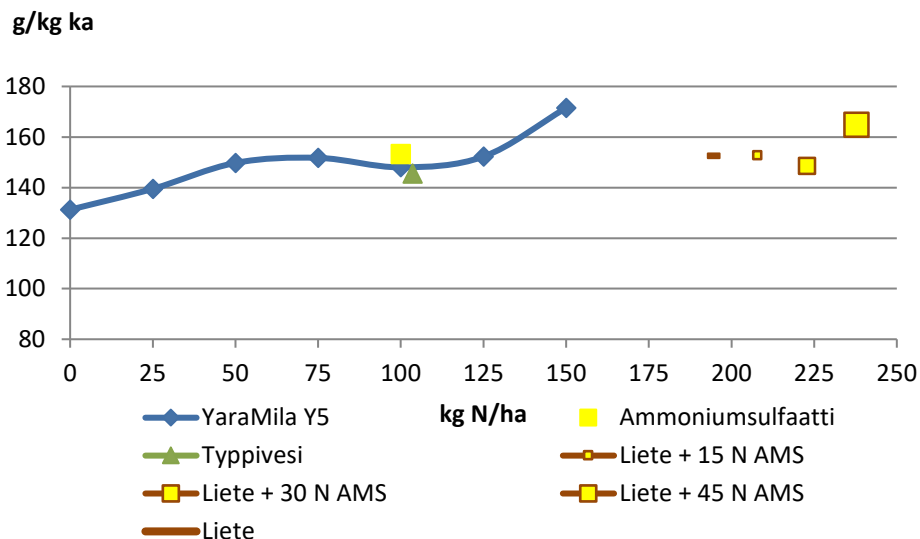
jälkeen, koska nollaruutu tuotti käytännössä saman sadon kuin suurin typpitasokin. Sen sijaan lietalantakäsittelyiden 3. sadot olivat suurempia, noin kaksinkertaiset, kuin pelkkää mineraalilannoitetta saaneiden, mikä oli oletuskin. Se ei kuitenkaan pystynyt oleellisesti parantamaan lietalantakäsittelyiden yhteissatoa suhteessa mineraalilannoitteilla lannoitettujen käsittelyiden satoon, vaikka lietalannan mukana tuli hyvin paljon liukoista typpeä. Koska lietalanta ei mahtunut sijoitusvakoon, liukoisen typen tappiot ammoniakkinä olivat todennäköisesti huomattavat. Lietalannalla saadut mineraalilannoitteella saatuja suurempia sadot perustunevat pikemminkin sijoituksen jälkeiseen lannan typen mineralisaatioon kuin sijoituksen yhteydessä tulleeseen liukoiseen typeen. Havaintoa tukee sekin, että AMS-starttilannoitus ei vaikuttanut enää 3. niiton satoon selkeällä tavalla.

Toisen ja 3. niiton yhteissato määräytyi tässä kokeessa 2. niiton sadon perusteella lietalantakäsittelyitä lukuun ottamatta, joiden yhteissatoa suhteessa muihin nosti 3. niitto (Kuva 3). Vuoden 2017 olosuhteissa 2. niiton sato oli hallitseva, mikä korosti lietalantakäsittelyiden huonoa satotasoa. Normaalina kasvu niiden sato olisi suhteellisesti parempi. Koe jatkuu vielä vuosina 2018 ja 2019.

Toisen niiton sadon valkuaispitoisuus (Kuva 4) oli erityisesti pienillä typpitasoilla hyvin alhainen, noin  $90 \text{ g kg}^{-1}$ . Se kasvoi typpitasosta  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  suurimmalle typpitasolle  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  pitoisuuteen  $120 \text{ g kg}^{-1}$ . Pelkällä AMS-kiteellä ja typpivedellä saavutettiin typpitasoa vastaava valkuaispitoisuus, vaikka typpivedellä kuiva-ainesato jäi pieneksi oletettavasti suurten typen tappioiden takia. Lietalantakäsittelyissä valkuaispitoisuus oli selvästi suurempi kuin pelkällä mineraalilannoitteella lannoitetuissa. Starttilannoitus kohotti kuiva-ainesatoa ja pikemminkin laski kuin nosti valkuaispitoisuutta.



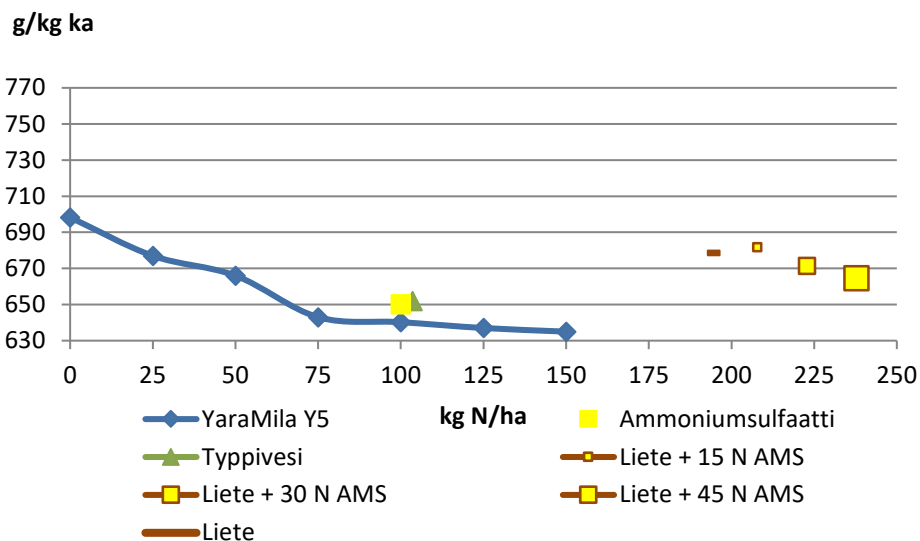
Kuva 4. Toisen niiton sadon valkuaispitoisuus



Kuva 5. Kolmannen niiton sadon valkuaispitoisuus

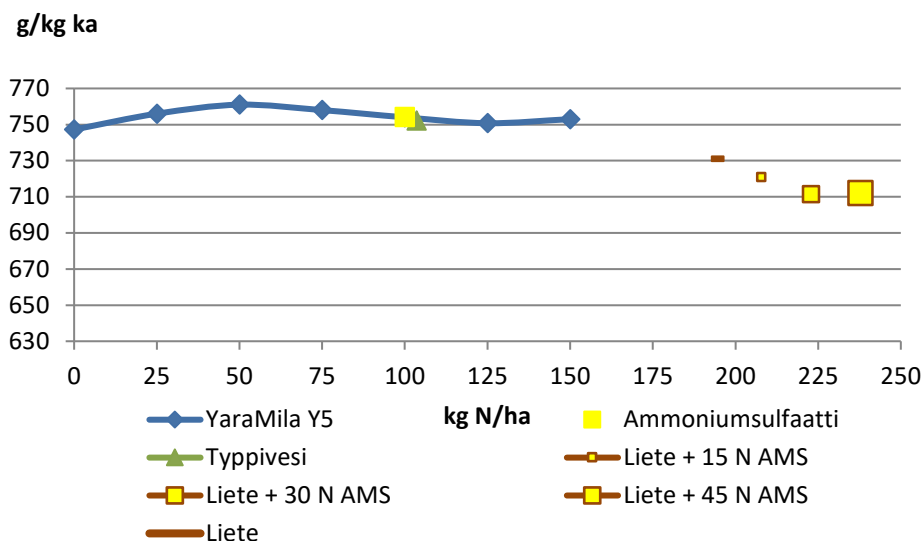
Kolmannen niiton sadon valkuaispitoisuus (Kuva 5) kasvoi typpitason myötä. Kuiva-ainesadossa ei vastaavaa kehitystä ollut nähtävissä. Pelkän AMS-kiteen tai typpiveden käyttö johti typpitason mukaiseen valkuaispitoisuuteen. Sen sijaan vaikka lietelannan sijoittaminen nosti kolmannen niiton kuiva-ainesadon, sen mukana tullut suuri typpimäärä ei näkynyt valkuaispitoisuudessa.

Toisen niiton sadon sulavuus aleni typpitason kasvaessa (Kuva 6). Pelkän AMS-kiteen tai typpiveden käyttö hieman paransi sulavuutta ammoniumnitraatilla samalla typpimäärällä saadun sadon sulavuuteen verrattuna. Lietelantakoejäsenten sadon sulavuus on hieman korkeampi kuin 75 kg ha<sup>-1</sup> tai enemmän mineraalitypeä saaneiden koejäsenten sulavuus.



Kuva 6. Toisen niiton sadon sulavuus

Kolmannen sadon sulavuus (Kuva 7) oli korkea—yli 740 g kg ka<sup>-1</sup> - kaikilla koejäsenillä. Typpilannoituksen määrällä, pelkän AMS-kiteen tai typpiveden käytöllä ei ollut vaikutusta sulavuuteen, mutta lietelannan sijoittaminen laski sitä.



Kuva 7. Toisen niiton sadon sulavuus

## Johtopäätökset

Ensimmäisen niiton jälkeisellä 45 kg N ha<sup>-1</sup> starttityppilannoituksella pystyttiin lisäämään toisen niiton satoa myöhästyneen lietelannan sijoituksen jälkeen 1246 kg ka ha<sup>-1</sup> eli 27%. Siitä huolimatta sato (6 000 kg ka ha<sup>-1</sup>) jäi varsin vaatimattomaksi suhteessa pelkällä ammoniumnitraattilannoitteella (150 kg N ha<sup>-1</sup>) heti ensimmäisen niiton jälkeen lannoitetusta kasvustosta saatuun satoon. Ensimmäisen niiton jälkeistä starttityppilannoitusta ei ole tarkoituksenmukaista tehdä pelkällä nestemäisellä ammoniumsulfaattilla, koska tällöin rikkiannos nousee tarpeettoman suureksi. Se osuus seoksessa, joka voisi sisältää myös esimerkiksi urea-ammoniumnitraattia, voisi vastata tarvittavaa rikkiannosta. Tällöin sitä levitettäisiin noin 200 l ha<sup>-1</sup> vastaten typpiannosta noin 15 kg ha<sup>-1</sup>. Tälläkin käyttömäärällä biolaitosten tällä hetkellä tuottama nestemäinen ammoniumsulfaatti tulisi varsin tehokkaasti hyödynnettyä. Periaatteessa voitaisiin käyttää myös kiteistä ammoniumsulfaattia, mutta sen järkevä käyttömäärä olisi alle 100 kg ha<sup>-1</sup>, jonka levittäminen keskipakoislevittimellä olisi varsin haasteellista varsinkin, jos sitä ei ole lajiteltu tasarakaiseksi. Laatikkolevittimen käyttäminen on mahdollista kentäkokeessa, mutta ei käytännön toiminnassa pienen työlevyden takia. Lietelantakäsittelyiden kaksi kertaa suurempi kolmannen niiton sato hieman kavensi satoeroa, mutta ei kovin paljon, koska tässä kokeessa kolmannen niiton sato oli vaatimaton kaikilla koejäsenillä. Ensimmäisen niiton jälkeen tehdyn lietelannan sijoituksen tuottama sato jäi varsin pieneksi vuoden 2017 kaltaisissa olosuhteissa, joissa kasvukauden lämpösumma jäi pieneksi.

Starttilannoitus ammoniumsulfaattilla ensimmäisen niiton jälkeen ei näyttäisi ainakaan nostavan toisen ja kolmannen sadon valkuaispitoisuutta tai sulavuutta, mutta lietelannankäyttö sinällään näyttäisi olevan omiaan nostamaan toisen sadon valkuaispitoisuutta ja sulavuutta mutta laskemaan kolmannen sadon valkuaispitoisuutta ja sulavuutta. Sadon määrän ja tutkittujen laatuominaisuuksien puolesta kiteinen AMS vaikuttaisi sopivan vaikka ainoaksi lannoitteeksi ensimmäisen niiton jälkeen.

## Kirjallisuus

**Kapainen, P. 1996.** Lannan levitys kasvustoon. Osa 1: Lietelannan sijoitus-laitteen rakenteelliset vaatimukset suomalaisissa olosuhteissa. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Maatalousteknologian tutkimuslaitos. *Vakolan tutkimusselostus* 72: 1–43. 1 liite.

**Kapainen, P., Perälä, P. & Regina, K. 2007.** Digested slurry as a fertilizer for biogas ley. In: NJF Seminar 405: Production and Utilization of Corps for Energy, Vilnius, Lithuania, 25-26 September 2007. *NJF Report* 3: 60–65.

**Kapainen, P., Perälä, P. & Regina, K. 2008.** Määtäyksen vaikutus naudan lietelannan lannoitusominaisuuksiin nurmella. Teoksessa: Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008 [esitelmät ja posterit] / Toim. Anneli Hopponen. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 7 s.

**Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, T. 2019.** Lypsylehmän ruokinta. *Tieto tuottamaan* 133: 1–140. ISBN 978-951-808-208-1.

**Mattila, P. K. & Joki-Tokola, E. 2003.** Effect of treatment and application technique of cattle slurry on its utilization by ley: I. Slurry properties and ammonia volatilization. *Nutrient cycling in agroecosystems* 65: 221–230

**MMM 2011.** Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24: 1–6. 4 liitettä. Annettu Helsingissä 1. syyskuuta 2011

**Tontti, T., Kapuinen, P., Ojajärvi, J., Joki-Tokola, E., Laurila, M., Ikäläinen, T., Kekkonen, J. & Veijalainen, A.-M. 2015.** Orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointi, levittäminen ja annostelu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46: 1–79. Viitattu 22.1.2018. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/518969>.

**VN 2014.** Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta. Annettu Helsingissä 18. joulukuuta 2014. Viitattu 22.1.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/2014125022>.

**VN 2015.** Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta 235. Annettu Helsingissä 19. maaliskuuta 2015. Viitattu: 22.1.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150235>.

**Viljavuuspalvelu 2012.** Lantatilasto vuosilta 2006–2009. Viljavuuspalvelun tuottamia tilastoja. Viitattu 22.1.2018. <http://viljavuuspalvelu.fi/fi/tilastot>.