

Soveltuuko kierrätyslannoite ammoniumsulfaatti tankkiseoksiin herbisidien kanssa?

Pentti Ruuttunen¹⁾, Petri Kapuinen²⁾

¹⁾*Luke Kasvinterveys, 31600 Jokioinen*

²⁾*Luke Biojalostusteknologiat ja tuotteet, 20520 Turku*

Luonnonvarakeskuksessa Jokioisissa tutkittiin vuonna 2017 kolmessa kenttäkokeessa nestemäisen ammoniumsulfaatin soveltuvuutta tankkiseoksiin viljoilla yleisesti käytettävien rikkakasvien torjunta-aineiden (herbisidien) kanssa. Nestemäisenä lannoitteena ammoniumsulfaatin voi levittää kasvinsuojeluruiskulla, ja rikkakasvien torjuntaan yhdistettynä lannoitus ei lisää ajokertoja. Lisäksi ammoniumsulfaatin on eräissä tutkimuksissa havaittu parantavan glyfosaatin tehoa. Kenttäkokeet liittyvät Nesteravinne-hankkeeseen (2017 – 2019), jossa tutkitaan erityisesti kierrätystypen käyttöä maataloudessa nestemäisinä lannoitevalmisteina. Keväällä 2017 tehtiin esitestit nestemäisen ammoniumsulfaatin (350 g kg⁻¹) teknisestä soveltuvuudesta tankkiseoksiin glyfosaattivalmiste Roundup Bion ja yhdeksän muun viljanviljelyssä yleisesti käytetyn herbisidivalmisteen sekä kahden kiinniteaineen kanssa. Roundup Bio, K-Trio-neste ja Ariane S soveltuivat sellaisenaan ammoniumsulfaattiliuoksen kanssa sekoitettaviksi ja kasvinsuojeluruiskulla levitettäväksi. Pienannosvalmisteet Tooler, Logran 20 WG, Express 50 SX ja Biathlon 4D soveltuivat myös, mutta ennen ammoniumsulfaattiliuokseen sekoittamista ne oli liuotettava pieneen määrään vettä. K-MCPA-neste, Primus ja Starane XL eivät lienneet ammoniumsulfaattiliuokseen, kuten eivät myöskään kiinnitteet Sito Plus ja Dash. Roundup Bio hyväksyttiin valmisteeksi glyfosaattikokeeseen. Kauralla ja ohralla tehtäville kenttäkokeille valittiin neljä herbisidivalmistetta: K-Trio-neste (diklorproppi-P + MCPA + mekopropi-P), Ariane S (MCPA + fluroksipyyri + klopuralidi), Tooler (tritosulfuroni) ja Logran 20 WG (triasulfuroni). Glyfosaattikoe perustettiin juolavehnäiselle pellolle, ja kokeessa testattiin normaalia pienempien Roundup Bio –annosten tehoa tankkiseoksissa ammoniumsulfaatin kanssa ennen kevätvehnän suorakylvöä. Ammoniumsulfaatin ja Roundup Bion normaalin käyttömäärän 3,0 l ha⁻¹ tankkiseos ilman kiinnitettä tehosi juolavehnään, voikukkaan ja pelto-orvokkiin yhtä hyvin kuin sama Roundup Bio –annos vesiliuoksessa Sito Plus –kiinnitteen kanssa. Pienin Roundup Bion käyttömäärä 1,0 l ha⁻¹ ammoniumsulfaatin kanssa ilman kiinnitettä tehosi rikkakasveihin lähes yhtä hyvin kuin normaaliannos 3,0 l ha⁻¹. Herbisidikokeissa kauralla ja ohralla esiintyi runsaasti kevätviljoille tyypillisiä siemenrikkakasveja. Ammoniumsulfaatti aiheutti polttovioitusta kauran ja ohran lehdissä tankkiseoksissa K-Trio-nesteen ja Ariane S:n kanssa. Mm. jauhosavikkaan ja peltoemäkkiin sulfonyyliurea-ainemateriaalien Tooler ja Logran 20 WG teho oli parempi vesiliuoksessa Sito Plus -kiinnitteen kanssa kuin ammoniumsulfaattiliuoksessa ilman kiinnitettä. Kenttäkokeiden satotulokset ja glyfosaattikokeen maanäytteistä tehtävien glyfosaattianalyysien tulokset puuttuvat tätä abstraktia kirjoitettaessa. Glyfosaattikokeen käsittelyjen jälkivaikutus juolavehnään havainnoidaan kesällä 2018.

Asiasanat: Ammoniumsulfaatti, herbisidit, tankkiseos, vilja

Johdanto

Glyfosaatti on eniten käytetty kasvinsuojeluaine maataloudessa. Vuonna 2014 sen myyntimäärä Suomessa oli 710 tonnia, joka vastaa 44 % kaikkien kasvinsuojeluaineiden myyntimäärästä. Glyfosaatti on aiheuttanut viime aikoina paljon keskustelua sen syöpävaaraepäilyjen vuoksi. EU- hyväksynnän umpeutuessa syksyllä 2017 glyfosaatin uudelleenhyväksyntä oli vakavasti vaakalaudalla. Lopulta EU:n muutoksenhakukomitea päätti 27.11.2017 jatkaa glyfosaatin hyväksyntää viideksi vuodeksi eli vuoden

2022 loppupuolelle saakka. Glyfosaatin apuaineista polyetoksyloitu talialkyyliamiini (POEA) todettiin kuitenkin terveydelle haitalliseksi, ja sitä sisältävien valmisteiden käyttö kiellettiin EU:n päätöksellä jo 1.8.2016.

Ammoniumsulfaatin käyttöä glyfosaatin vaikutuksen tehostamiseen tutkittiin 70 ja 80-luvuilla intensiivisesti, koska glyfosaatin hinta oli silloin huomattavasti nykyistä korkeampi (Suwunnamek ja Parker 1975, Turner ja Loader 1980, O’Sullivan 1981, Hallgren ja Nilsson 1989a, 1989b). Käyttömäärän pienentämisestä sen tehoa parantavilla aineilla oli merkittävää taloudellista hyötyä viljelijälle. Suomessa glyfosaatin käyttö keskittyy viljapelloille, joilla siitä käytetään 70% (Peltonen 2016). Nurmilla käytetään 12% ja öljy- ja palkokasveilla 8%. Muu käyttö on vähäistä. Pääkäyttö on syksyllä, 26 % (yleensä juolavehnan torjuntaan viljojen puinnin jälkeen). Suorakylvöön viittaava käyttö huhti – toukokuussa on 20%. Nykyisin ainekustannus esimerkiksi ennen suorakylvöä tehtävässä juolavehnan torjunnassa suosituilla varsin suurilla annoksilla on vain noin 15 - 20 €/ha⁻¹, jolloin annoksen vähentämisestä saatava taloudellinen hyöty säästyneenä ainekustannuksena jää pieneksi. Kasvustossa tehtävässä torjunnassa muilla aineilla ainekustannus on 30 – 75 €. Sen sijaan annoksen pienentämisellä voitaisiin vähentää haitallisten hajoamistuotteista aiheutuvaa kuormitusta vastaavasti. Hajoamistuotteista keskeisin on AMPA (Siimes 2016). Sen hajoamisnopeus on pienempi kuin glyfosaatin, joten sen pitoisuus maassa voi olla suurempi kuin glyfosaatin. Hajoamistuotteita voi olla maassa, siinä kasvaneissa kasveissa ja vedessä. Glyfosaatti ja sen hajoamistuotteet tarttuvat tehokkaasti maahan mutta ovat hyvin vesiliukoisia. Ne leviävät ympäristöön tehokkaimmin juuri veden mukana, mutta Suomessa havaitut suurimmatkin pitoisuudet pohjavesissä ovat olleet hyvin pienet suhteessa ehdotettuihin ympäristön laatuunormeihin.

Suorakylvössä juolavehnan torjuminen on kohtuullisen vaikeaa ilman kemiallista torjuntaa. Palaamisesta perinteiseen kylvötapaan lisäisi merkittävästi työnmenekkiä lisääntyneiden muokkaustoimien takia. Näin ollen siitä, että glyfosaatin käyttöä voitaisiin jatkaa vähentämällä hajoamistuotteiden kuormitusta, olisi merkittävää taloudellista hyötyä myös maataloudelle.

Ammoniumsulfaattia voitaisiin luontevasti käyttää myöhemminkin kasvukauden aikana eri kasvinsuojelutoimenpiteiden yhteydessä lisälannoitukseen. Kun lisälannoitus voidaan yhdistää johonkin kasvinsuojelutoimenpiteeseen, siitä ei aiheudu ylimääräistä työkustannusta. Osa tyyppilannoituksesta voidaan jättää keväällä antamatta ja sen taso voidaan säätää kohdalleen kasvin tarpeen mukaan kasvukauden mukaisesti. Tässä tutkimushankkeessa päätettiin tutkia ensin, soveltuisiko ammoniumsulfaatti tankkiseoksiin viljoilla yleisesti käytettyjen rikkakasvien torjunta-aineiden eli herbisidien kanssa. Esimerkiksi Yhdysvalloissa on käytetty ammoniumsulfaattia kiinnitteen korvikkeena erityisesti herbisidien kanssa, jotka ovat ns. heikkoja happoja (Pratt ym. 2003, Wosnica ym. 2003). Yleensä tarkoituksena on ollut kuitenkin herbisidin tehon parantaminen, ja ammoniumsulfaatin pitoisuus tankkiseoksissa on ollut melko pieni. Tässä hankkeessa on kuitenkin tarkoitus selvittää voitaisiinko lisälannoitteena käytettävää mahdollisimman väkevää ammoniumsulfaattiliuosta levittää herbisidien kanssa tankkiseoksena siten, että herbisidien teho säilyy normaalina eikä viljelykasveille aiheudu vioituksia.

Materiaalit ja menetelmät

Tankkiseos-esitestit

Keväällä 2017 tehtiin esitestit nestemäisen ammoniumsulfaatin teknisestä soveltuvuudesta tankkiseoksiin glyfosaattivalmiste Roundup Bion ja yhdeksän muun viljanviljelyssä yleisesti käytetyn herbisidivalmisteen sekä kahden kiinniteaineen kanssa.

1. Esitettiin valittiin yleinen glyfosaattivalmiste Roundup Bio ja yhdeksän muuta yleisintä (herbisidivalmisteiden myyntitilaston 2015 mukaan) herbisidivalmistetta Tooler, K-MPCA-neste, K-Trio-neste, Logran 20 WG, Express 50 SX, Ariane S, Oxitril, Primus ja Starane XL
2. Valmistettiin kiteisestä ammoniumsulfaattista 35 paino-% vesiliuos
3. Kunkin herbisidivalmisteen ja ammoniumsulfaatin (AMS) tankkiseosten toimivuus testattiin seuraavasti
4. Herbisidivalmiste sekoitettiin ämpärissä 1 litraan 35 % AMS –liuosta (20 °C neste)
5. Sekoitussuhde: Herbisidin normaali käyttömäärä + AMS -liuoksen käyttömäärä 200 l ha⁻¹
6. Tutkittiin silmämääräisesti liukeneeko sekoitusämpärissä
7. Lisättiin mahdollinen kiinnite ja tehtiin uudet havainnot sekoittumisesta
8. Kaadettiin siivilällä varustetun suppilon läpi koeruuturuiskun tankkiin, tutkittiin jääkö siivilään jotain
9. Ruiskutettiin koeruuturuiskun läpi (Hardi 4110-12 –viuhkasuuttimet, 2.0 bar paine, ulkoilma 7 °C) ja kerättiin joka suuttimen tuotto ämpäreihin
10. Punnittiin ruiskutteen määrä ämpäreissä
11. Tutkittiin ja pestiin suuttimet ja suutinten suodattimet
12. Testattiin seuraava valmiste samalla tavoin
13. Tehtiin uusintatesti ns. pienannosaineiden liukenevuudesta siten, että valmiste liuotettiin ensin pieneen määrään vettä ja sitten vasta AMS -liuokseen
14. Valittiin kenttäkokeisiin sellaisia valmisteita, jotka liukenivat hyvin AMS -liuokseen (joko suoraan tai sen jälkeen kun ne oli liuotettu pieneen määrään vettä) ja jotka läpäisivät ruiskun siten, että suutinten tuotto oli tasainen eikä suutinten suodattimiin jäänyt epäpuhtautta

Kenttäkokeet

Toteutettiin kolme kenttäkoetta Jokioisissa kasvukaudella 2017. Kenttäkokeet tehtiin GEP-laatuajärjestelmän mukaisesti kasvinsuojeluainekokeiden EPP0 PP1 -standardeja (<https://pp1.eppo.int/>) noudattaen. Kenttäkokeissa oli neljä kerrannetta ja koemalli satunnaistettujen lohkojen muotoinen. Koeruutujen koko oli 3 m x 8 m, puitavat nettoruudut 2 m x 6.8 m. Glyfosaattikokeen paikaksi oli valittu erittäin juolavehnäinen peltolohko Jokioisten Minkiössä, joka oli tarkoituksella jätetty ruiskuttamatta glyfosaatilla ja kyntämättä edellissyksynä. Kaksi muuta koetta toteutettiin edellissyksynä kynnytyillä ja ennen kylvöä äkeellä kylvömuokatuilla lohkoilla, joille taimettui runsaasti eri siemenrikkakasvilajeja ennen ruistutusta.

Koe numero H-17-045-34 Glyfosaattikoe suorakylvetyllä Wanamo -keväthehnällä

- Juolavehnäinen lohko, ruiskutus juuri ennen kylvöä
- Tutkimuskysymykset: 1) Voidaanko Roundup Bio –glyfosaattivalmisteen käyttömäärää pienentää rikkakasvitehon kärsimättä lisäämällä tankkiseokseen AMS:ia? 2) Miten käsittelyt vaikuttavat maan ja vehnäsadon glyfosaattipitoisuuteen?
- Koejäsenet:

1. Käsittelemätön
2. 35 % AMS 200 l ha⁻¹
3. 35 % AMS 57 l ha⁻¹
4. Roundup Bio 3.0 l ha⁻¹ + Sito Plus 0.5 l ha⁻¹
5. 35 % AMS 57 l ha⁻¹ + Roundup Bio 3.0 l ha⁻¹
6. 35 % AMS 57 l ha⁻¹ + Roundup Bio 2.0 l ha⁻¹
7. 35 % AMS 57 l ha⁻¹ + Roundup Bio 1.0 l ha⁻¹

8. 35 % AMS 200 l ha⁻¹ + Roundup Bio 1.0 l ha⁻¹

Kaikissa ruiskutettavissa koejäsenissä (2-8) ruiskutteen määrä oli 200 l ha⁻¹. Kun nestemäisen AMSin määrä on 200 l ha⁻¹, ruiskutteeseen ei sen lisäksi käytetty vettä. Kun AMSia käytettiin 57 l ha⁻¹, ruiskutteeseen lisättiin vettä 143 l ha⁻¹ (nestemäärä yhteensä 200 l ha⁻¹).

Havainnot:

Visuaaliset tehokkuushavainnot tehtiin juolavehnään, pelto-orvokkiin ja voikukkaan kahdesti kasvukauden aikana

- Viljasato puitiin 23.10.2017 koeruutupuimurilla, lajiteltiin, punnittiin, näytteiden kosteus ja hehtolitrapaino määritettiin => laskettiin kosteusvakioidut ruutusadot
- Säilytettiin ruutusatonäytteet mahdollisia laatuanalyysyjä varten

Jäämäanalyysit:

- Glyfosaatin taustajäämät maasta otettiin 5.5.2017 ennen ruiskutusta kerranteittain 0 – 2,5 cm ja 2,5 – 25 cm syvyyksistä. Taustajäämät analysoitiin touko-kesäkuussa 2017
- Heti puinnin jälkeen 25.10.2017 otettiin maanäytteet koejäsenistä 1,4, 5 ja 8 ruuduittain 0 – 2,5 cm ja 2,5 – 25 cm syvyyksistä. Näytteet homogenisoitiin ja pakastettiin 31.10.2017, ja glyfosaattijäämät analysoitiin tammikuussa 2018.
- Osanäytteet vehnän jyivistä otettiin lajitelluista näytteistä koejäsenistä 1,4, 5 ja 8 ruuduittain, pakastettiin marraskuussa 2017 ja niistä analysoitiin glyfosaattijäämät tammikuussa 2018

Koe numero H-17-046-34: Herbisidikoe Venla –kauralla ja

Koe numero H-17-047-34: Herbisidikoe Vipekka –ohralla

Molemmilla kokeilla oli samat koesuunnitelmat eli

- Kylvä 13.5.2017 (molemmat kokeet), ruiskutus normaaliin rikkakasvien torjunnan aikaan (19.6.2017 kaura ja 14.6.2017 ohra)
- Neljä yleisesti käytettyä herbisidiä: 2 herbisidiä vaikutustaparyhmästä ALS -estäjät ja 2 herbisidiä vaikutustaparyhmästä synteettiset auksiinit
- ruiskutenesteinä puhdas vesi tai 35 % AMS -liuos
- Koejäsenet:

1. Käsittelemätön

2. 35 % AMS 200 l ha⁻¹

3. K-Trio 1.5 l ha⁻¹ (pienin normaaliannos) (+ 200 l ha⁻¹ vettä)

4. 35 % AMS 200 l ha⁻¹ + K-Trio 1.5 l ha⁻¹

5. Ariane S 1.75 l ha⁻¹ (pienin normaaliannos) (+ 200 l ha⁻¹ vettä)

6. 35 % AMS 200 l ha⁻¹ + Ariane S 1.75 l ha⁻¹

7. Tooler 50 g ha⁻¹ (normaaliannos) (+ 200 l ha⁻¹ vettä) + Sito Plus 0.2 l ha⁻¹

8. 35 % AMS 200 l ha⁻¹ + Tooler 50 g ha⁻¹

9. Logran 20 WG 20 g ha⁻¹ (normaaliannos) (+ 200 l ha⁻¹ vettä) + Sito Plus 0.2 l ha⁻¹

10. 35 % AMS 200 l ha⁻¹ + Logran 20 WG 20 g ha⁻¹

Havainnot:

- Visuaaliset tehokkuushavainnot eri rikkakasvilajeihin kahdesti kasvukauden aikana
- Visuaaliset voitushavainnot viljelykasveissa kahdesti kasvukauden aikana
- Ohra puitiin 7.9.2017 ja kaura 29.9.2017 koeruutupuimurilla, joka punnitsi ruutusadon ja määrittä sen kosteuden puinnin yhteydessä => laskettiin kosteusvakioidut ruutusadot
- Otettiin ja säilytettiin ruutusatonäytteet mahdollisia laatuanalyysyjä varten

Tulokset

Esitetit

Roundup Bio, K-Trio -neste ja Ariane S soveltuivat sellaisenaan AMS -liuoksen kanssa sekoitettaviksi ja kasvinsuojeluruiskulla levitettäviksi. Pienannosvalmisteet Tooler, Logran 20 WG, Express 50 SX ja Biathlon 4D soveltuivat myös, mutta ennen AMS -liuokseen sekoittamista ne oli liuotettava pieneen määrään vettä. K-MCPA -neste muodosti AMS -liuoksessa suolamaista sakkaa ja Primus ja Starane XL muodostivat liuokseen klimppejä. Kiinnitteet Sito Plus ja Dash jäivät rasvapalloiksi AMS -liuoksen pinnalle, jolloin ne eivät toimi ruiskutteessa kiinnitteinä tarkoitetulla tavalla. Kenttäkokeisiin valittiin herbisidivalmisteet Roundup Bio, K-Trio -neste, Ariane S, Tooler ja Logran 20 WG. Kiinnitteet Sito Plus ja Dash jätettiin pois AMS:in ja herbisidien tankkiseoksista.

Kenttäkokeet

Glyfosaattikoe suorakylvetyllä vehnällä

5.5.2017 ennen kokeen ruiskutusta otetuista maanäytteistä löytyi analyyseissä aivan vähäisiä taustajäämiä, pääasiassa AMPA:a mutta myös glyfosaattia, sekä 0 – 2,5 cm pintakerroksesta että 2,5-25 cm kerroksesta. Koetta ruiskutettaessa 16.5.2017 juolavehnä oli jo hyvässä kasvussa 2-3 lehtiasteella, peittäen 21 – 25 % maan pinnasta. Juuri ennen Wanamo -vehnän kylvöä 26.5.2017 tehdyissä ensimmäisissä tehokkuushavainnoissa glyfosaattikäsittelyjen teho juolavehnään ja harvalukuisina esiintyneisiin voikukkaan ja pelto-orkkiin näkyvät jo selvästi. Toisissa tehokkuushavainnoissa 14.6.2017 glyfosaatin täysi teho oli tullut esiin ja esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1. Glyfosaatti + AMS, suorakylvetty Wanamo -kevätnä, Jokioinen. Visuaalisesti havainnoitu teho rikkakasveihin 29 vrk ruiskutuksesta ja vehnäsato 23.10.2017

Koej. nro	Koejäsen	Julavehnä	Pelto-orkki	Voikukka	Kevätvehnä-
		teho %	teho %	teho %	sato kg/ha
		14.6.2017	14.6.2017	14.6.2017	23.10.2017
1	Käsittlemätön	0 b	0 c	0 b	150 c
2	AMS 57 l/ha	0 b	0 c	0 b	205 c
3	AMS 200 l/ha	0 b	0 c	0 b	205 c
4	Roundup Bio 3 l/ha + Sito Plus 0.5 l/ha	98 a	99 a	98 a	2196 a
5	Roundup Bio 1 l/ha + AMS 57 l/ha	90 a	90 b	95 a	1890 ab
6	Roundup Bio 1 l/ha + AMS 200 l/ha	89 a	90 b	94 a	1453 b
7	Roundup Bio 2 l/ha + AMS 200 l/ha	96 a	99 a	97 a	2077 a
8	Roundup Bio 3 l/ha + AMS 200 l/ha	98 a	99 a	98 a	1968 a

Ruiskutteen kokonaismäärä aina 200 l/ha

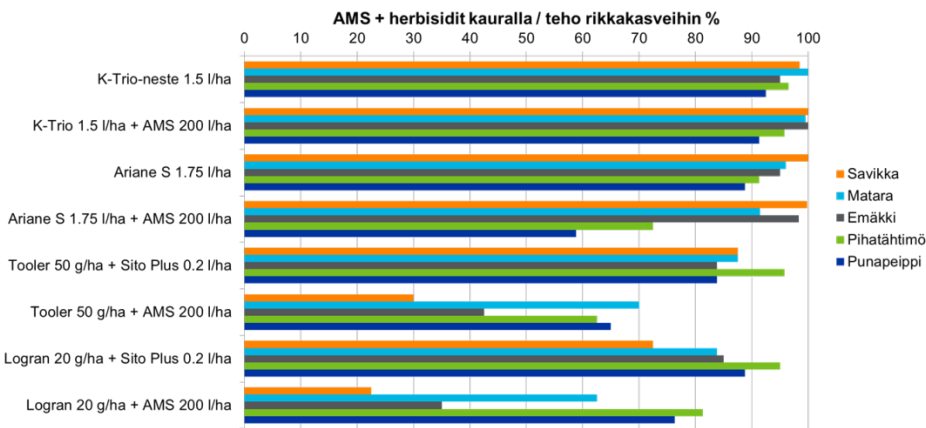
Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa tilastollisesti (P=0.05, Tukey HSD)

Roundup Bion normaali käyttömäärä 3 l/ha torjui kaikki rikkakasvit lähes täydellisesti (98 – 99% teho) riippumatta siitä, ruiskutettiin se normaalisti vesiliuoksessa tai ammoniumsulfaattiliuoksessa. 1 l/ha Roundup Bio -annoksella ammoniumsulfaatin kanssa saatiin myös melko hyvä teho kaikkiin

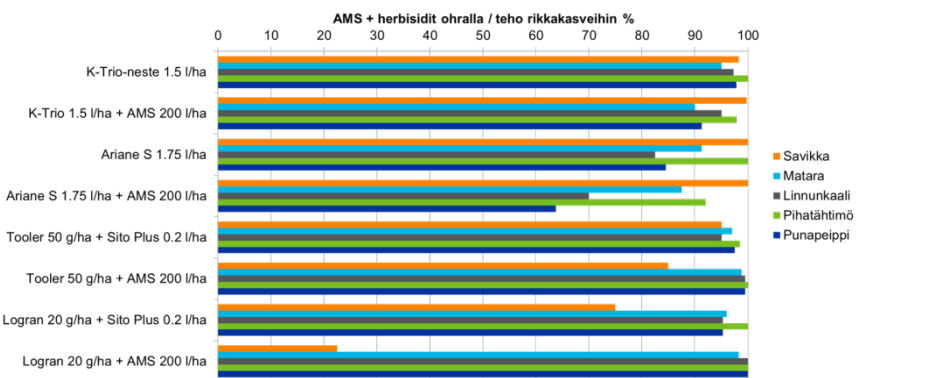
rikkakasveihin (89 – 95%). Tiheä juolavehnä tukahdutti vehnän täysin koejäsenissä ilman glyfosaattia. Vehnäsato jäi heikoksi glyfosaattiruuduissakin (Taulukko 1), mikä johtunee harvahkosta vehnästä ja mahdollisesti juolavehnan juurakoiden allelopaattisista ja mekaanisista vaikutuksista. Maan tai vehnäsadon glyfosaatti- ja AMPA –jäämätulokset eivät ole vielä valmistuneet tätä kirjoitettaessa.

Herbisidikokeet kauralla ja ohralla

Herbisidikokeissa kauralla ja ohralla esiintyi runsaasti kevätiljoille tyypillisiä siemenrikkakasveja. Ammoniumsulfaatti aiheutti polttovioitusta kauran ja ohran lehdissä tankkiseoksissa K-Trio-nesteen ja Ariane S:n kanssa. Tehokkuushavainnot noin 1 kk ruiskutuksesta kuvaavat käsittelyjen tehoa luotettavimmin (kuvat 1 ja 2). Mm. jauhosavikkaan ja peltoemäkkiin sulfonyyliurea valmisteiden Tooler ja Logran 20 WG teho oli parempi vesiliuoksessa Sito Plus -kiinnitteen kanssa kuin ammoniumsulfaattiliuoksessa ilman kiinnitettä. Myös Ariane S vaikutti tehoavan hiukan paremmin rikkakasveihin vesiliuoksessa kuin AMS –liuoksessa. K-Trio –neste tehosi rikkakasveihin yhtä hyvin AMS –liuoksessa kuin vesiliuoksessa.

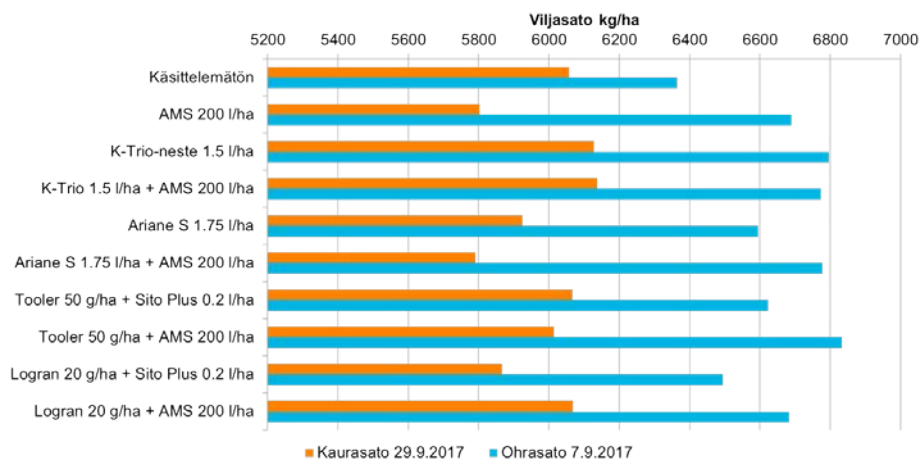


Kuva 1. AMS + herbisidit kauralla, Jokioinen. Käsittelyjen visuaalisesti havainnoitu teho rikkakasveihin 18.7.2017 (29 vrk ruiskutuksesta)



Kuva 2. AMS + herbisidit ohralla, Jokioinen. Käsittelyjen visuaalisesti havainnoitu teho rikkakasveihin 14.7.2017 (30 vrk ruiskutuksesta)

Kesän aikana havainnoitiin myös käsittelyjen aiheuttamat vioitukset viljelykasveissa. K-Trio –neste ja Ariane S aiheuttivat tankkiseoksessa AMS:in kanssa sekä kauralla että ohralla selvää kloroosia ja nekroosia, mutta oireet menivät ohi melko nopeasti. Venla -kaura puitiin 29.9.2017, Vipekka -ohra 7.9.2017, molemmat poikkeuksellisen myöhään viileän ja sateisen kasvukauden vuoksi. Kesällä havaitut lehtivioitukset K-Trio + AMS - ja Ariane S + AMS – käsittelyissä eivät alentaneet kummankaan viljan satoa. Satoerot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 3. Kaura- ja ohrasadon määrä kg ha⁻¹

Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Glyfosaattikokeessa oli valtavasti juolavehnää, minkä vuoksi glyfosaatilla käsittelemättömistä ruuduista ei saatu käytännössä lainkaan vehnäsatoa. Myös pienillä 1 l ha⁻¹ Roundup Bio –käyttömäärillä AMS:in kanssa saatiin melko hyvät rikkakasvitehot, mutta AMS:in mahdollinen glyfosaatin tehoa parantava vaikutus jäi osoittamatta, koska koesuunnitelmasta puuttui Roundup Bion pieni annos vesiliuoksessa. Tulevien kasvukausien kenttäkokeisiin tulisi lisätä ko. koejäsen, ja koe voitaisiin toteuttaa pellolla, jonka juolavehnäsaastunta on hieman kohtuullisempi. Herbisidikokeet kauralla ja ohralla olivat koesuunnitelmaltaan ja koepaikoiltaan onnistuneita. Todennäköisesti kiinnitteen puuttuminen AMS –käsittelyissä heikensi Toolerin ja Logranin tehoa varsinkin savikkaan ja emäkkiin. Näidenkin kokeiden toistaminen vähintään yhtenä kasvukautena on kuitenkin tarpeen, ennen kuin pitemmälle meneviä johtopäätöksiä voidaan tehdä. AMS:in lannoitusvaikutus jäi kaikissa kokeissa vähäiseksi, mutta sitä voidaan tarkastella varsinkin tulevien kokeiden jälkeen toisenlaisin tilastollisin menetelmin tehokkaammin.

Kirjallisuusluettelo

Hallgren, E. & Nilsson, J. 1989a. Bekämpning av kvickrot (*Elymys repens*) med Roundup (Glyfosat) och tillsatsmedel. Resultat från ett växthusförsök och ett fältförsök. Sveriges lantbruksuniversitet. 30:e svenska växtsyddskonferensen, Uppsala 1-2 februari 1989, *Ogräs och ogräsbekämpning. Vol 1. Rapporter. Uppsala. s. 248–255.*

Hallgren, E. & Nilsson, J. 1989b. Inverkan av Roundup (Glyfosat) med och utan tillstasmedel på ef-fecten mot kvickrot (*Elymys repens*) vid olika temperature. Ett klimatkammarförsök. Resultat från ett växthusförsök och ett fältförsök. Sveriges lantbruksuniversitet. 30:e svenska växtsyddskonferensen, Uppsala 1-2 februari 1989, *Ogräs och ogräsbekämpning. Vol 1. Rapporter. Uppsala. s. 257–265.*

O’Sullivan, P.A., O’Donovani, J.T. & Hamman, W.M. 1981. Influence of non-ionic surfactants, ammonium sulphate, water quality and spray volume on the phytotoxicity of glufosate. *Canadian Journal of Plant Science* 61: 39–400.

Siimes, K. 2016. Glyfosaatin hajoaminen suomalaisessa peltomaassa. Glyfosaatin ympäristökuormituksen vähentäminen (GlyFos II) –hankkeen aloitusseminaari, Ruissalo, Turku 1. syyskuuta 2016.

<https://www.luke.fi/projektit/glyfos-ii>

Suwunnamek, U. & Parker, C. 1975. Control of *Cyperus rotundus* with glyphosate: the influence of ammonium sulphate and other additives. *Weed Research* 15: 13–19.

Turner, D.J. & Loader, M.P.C. 1980. Effect of ammonium sulphate and other additives upon the phyto-toxicity of glyphosate to *Agropyron repens* (L.) Beauv. *Weed Research* 20: 139–146.