TUJU – Sokerijuurikkaan optimaalisen tuholaistorjunnan ja varoitusjärjestelmien kehittäminen muuttuvassa ympäristössä

Hankkeen loppuraportti

1.3.2021–31.3.2024

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus (SjT)

Marja Palomäki, Susanna Muurinen, Jaakko Jussila, Arvo Ekman, Ruska Kaipainen, Tiina From, Sari Pulkkinen

Sisällys

1. HANKKEEN TAVOITTEET.....3

2. OSAPUOLET JA YHTEISTYÖ 3

3. TULOKSET

3.1 Menetelmät ja aineisto 5

3.2 Tulokset

3.2.1 Koe 1: Biologiset valmisteet.....10

3.2.2 Koe 2: Houkutuskasvikaistat.....12

3.2.3 Koe 3: Kukkakaistat.....17

3.2.4 Tuholaisten havainnointijärjestelmien kehittäminen.....20

3.3 Toteutusvaiheen arviointi.....21

3.4 Julkaisut.....22

4. TULOSTEN ARVIOINTI.....24

4.1 Tulosten käytännön soveltuvuuskelpoisuus..... 24

4.2 Tulosten tieteellinen merkitys.....27

5. TIIVISTELMÄ 27

6. TOIMINTASUOSITUKSET: LIITE JUURIKASSARKA EXTRA.....28

1. HANKKEEN TAVOITTEET

Hankkeen tavoitteena on laajemmin kehittää sokerijuurikkaalla esiintyvien tuholaisten tarkkailua ja havainnointia sekä monipuolistaa ja optimoida tuholaisten torjuntaa biologisten aineiden ja eri menetelmien ja avulla, sekä kehittää tuholaisten torjunnan varoitus- ja havainnointijärjestelmiä. Hankkeen tarkoituksena on kehittää työkaluja, joiden avulla viljelijän kokema havainnointitaakka helpottuu. Samalla viljelijää saa apua päätöksentekoon, kuten siihen, kannattaako torjuntaa tilanteessa tehdä ja mikä hetki on toimenpiteille oikea. Nämä toimet edistävät juurikkaan tuhohyönteisten torjunnan sopeuttamista muuttuvaan toimintaympäristöön. Uusien lajien levittäytymisen vuoksi tarvitaan hyönteislajiston tuntemusta. Uusien tuholaislajien esiintymiseen tulee varautua hyvissä ajoin ja ottaa käyttöön niiden seuraamiseen käytettäviä tarkkailumenetelmiä. Muutokset tuhohyönteisten esiintymisissä voivat olla keväällä nopeita ja varoistujärjestelmillä tietoa eri tuholaisten esiintymisen ajankohdasta voidaan antaa nopeasti tieto viljelijöille, onko tarvetta torjuntaan vai ei. Torjunnan onnistumisen kannalta on tärkeää, että tuholaisten esiintyminen havaitaan varhain ja viljelijät voivat ryhtyä tarvittaessa torjuntatoimenpiteisiin ajoissa. Tuholaisten seurantasovelluksen tarkoitus olla mukana viljelijän arjessa ja näin helpottaa viljelijän työmäärää keväisin, kun tarvittava tieto löytyy koottuna yhdestä paikasta ja kätevästi tavoitettavissa.

Hankkeen päätavoitteet ovat: 1) Hankkeen avulla luodaan toimiva valtakunnallinen tuhoeliöiden havainto- ja varoitusjärjestelmä, jonka avulla saadaan välitettyä tieto nopeasti eri tuholaisten esiintymisestä ja torjunta-ajankohdasta juurikkaan viljelijöille. 2) Hankkeessa saadun tutkimustiedon avulla houkutuskasvikaistojen kasvilajisto ja sijoittelu optimoidaan ja tuodaan osaksi viljelykäytäntöjä. 3) Parannetaan maatalousympäristön monimuotoisuutta ja pölyttäjien elinympäristöjä, kun houkutuskasvikäytännöt jalkautetaan hankkeen aikana osaksi viljelytoimenpiteitä. 4) Löydetään uusia menetelmiä ja valmisteita juurikkaan tuholaisten torjuntaan. 5) Viljelyn mielekkyys ja viljelyn talous paranee, juurikkaan viljely jatkuu Suomessa sekä maaseudun hyvinvointi lisääntyy. 6) Sokeriomavaraisuuden (tällä hetkellä noin 40 %) säilyttämien ja nostaminen ovat tärkeitä perusteita huoltovarmuuden ja työpaikkojen säilyttämiselle

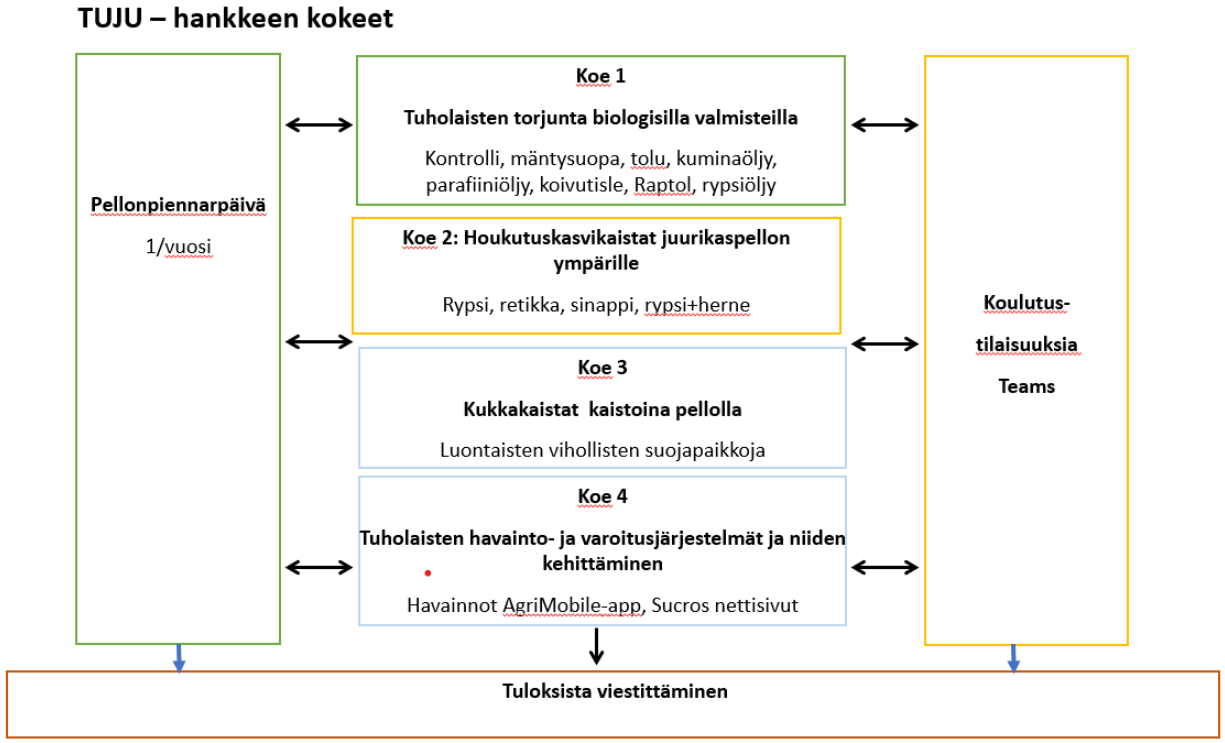
2. OSAPUOLET JA YHTEISTYÖ

Hankkeen yhteistyöosapuolet ovat Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus (SjT) ja Sucros Oy. Hankkeen osarahoittajina olivat SjT ja Sucros Oy. Hankkeen kokeet toteutettiin Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksessa ja Meltolan kartanon lohkoilla. Yhteistyötila Perttu Härmälä, Meltolan kartano, Meltolantie 32, 21510 Hevonpää. Muita yhteistyötahoja olivat Riistasiemen Oy ja Naturcom. Hankkeen kirjanpidosta vastasi Rantalainen Oy Salo.

3. TULOKSET

3.1 Menetelmät ja aineisto

TUJU-hankkeessa toteutettiin vuosina 2021–2023 neljä eri koetta (kuva 1).



Kuva 1. TUJU-hankkeessa toteutetut kokeet.

Hankkeen kokeet perustettiin joka vuosi eri lohkolle. Esikasvina oli kevät- tai syysvehnä. Lohkot kynnettiin edellisenä syksynä ja muokattiin kylvövuoden keväällä. Kukka- ja houkutuskasvien siemenseokset kylvettiin hajakylvönä vuonna 2021 ja 2022 laiteyhdistelmällä, jossa 2,5 metrisen haran päälle oli kiinnitetty piensiemenen kylvölaite. Herne ja härkäpapu kylvettiin erikseen Juko-kylvökoneella, jonka työleveys on 2,5 m ja riviväli oli 12,5 cm. Vuonna 2023 hankittiin Juko-kylvökoneeseen piensiemenlaatikko, jolla kukka- ja houkutuskaistojen siementen kylvettiin. Herne ja härkäpapu kylvettiin edelleen erikseen Juko-kylvökoneella.

Kuva 2. Houkutus- ja kukkakaistat kylvettiin v. 2021 ja 2022 haran päälle kiinnitetyllä piensiemenen-kylvölaitteella ja v. 2023 piensiemenlaatikolla.

Kukka- ja houkutuskaistojen leveys oli viisi metriä. Kukkakaistojen pituus oli 20 metriä ja houkutuskaistojen 32 metriä. Juurikaskaista kylvettiin kukkakaistojen väliin. Houkutuskaistat kylvettiin juurikaskaistan molemmin puolin. Kukkakaistat lannoitettiin käsin v. 2021 ja 2022 taimettumisen jälkeen (40 kg N/ha) ja v. 2023 lannoitus tehtiin kylvön yhteydessä. Houkutuskaistakokeessa v. 2021 herne ja härkäpapu saivat starttilannoituksen 30 kg N/ha. Vuonna 2023 kaikki houkutuskasvikaistat saivat kylvön yhteydessä 30 kg N/ha. Biologiset valmisteet -kokeessa juurikasruudut olivat 8 metriä pitkiä ja 3 m leveitä (8 riviä/ruutu) ja kerranteita oli neljä. Sokerijuurikas kylvettiin Monosem -yhdistelmäkylvökoneella. Siemenetäisyys oli 18 cm, riviväli 50 cm ja kylvösyvyys 2–3 cm. Siemenmäärä 100 000 siementä/ha. Lannoite sijoitettiin maahan kylvön yhteydessä. Lannoitusmäärä oli 135 kg N/ha. Yksivuotiset rikkakasvit torjuttiin juurikaskaistoista perinteisillä rikkakasvien torjunta-aineilla (tankkiseokset) kolme kertaa. Vuonna 2022 koealueella kasvoi runsaasti savikkaa. Se niitettiin kukka- ja houkutuskaistoista kasvuston yläpuolelta raivaussahalla.

Koe 1: Biologiset valmisteet

Kokeessa kontrollin (ei peittausta) lisäksi verranteena oli eri peittausvalmisteita (koejäsenet 2–4). Näistä siementen peittaukseen juurikkaalla on sallittu vain Force (maatuholaisia vastaan). Tolu jätettiin pois ensimmäisen vuoden jälkeen, koska se voi aiheuttaa vioituksia juurikkaan lehtiin. Koejäsenillä 5–18 juurikkaan siemenissä ei ollut tuholaispeittausta. Koemalli oli vuonna 2021 kaistakoe (ruudut peräkkäin). Koemalli oli vuonna 2022 ja 2023 täydellisesti satunnaistettu ruutukoe.

***Taulukko 4**. Biologiset valmisteet -kokeen koejäsenet vuosina 2021–2023. Koejäsen x=mukana kokeessa kyseisenä vuonna, - ei mukana kyseisenä vuonna.*

	Koejäsenet	v. 2021	v. 2022	v. 2023
1	Kontrolli	x	x	x
2	Force	10 g/SY	10 g/SY	10 g/SY
3	Buteo Start	–	20 g/SY	20 g/SY
4	Cruiser Gaucho	 60 g/SY	45 g/SY	– –
5	Tuholaisverkko	x	x	x
6	Kahvinporot	–	200 kg/ha	200 kg/ha
7	NemGuard, valkosipulirouhe	–	–	40 kg/ha
8	Karate Zeon + Silwet Gold	0,070+0,1 l/ha	0,070+0,1 l/ha	0,070+0,1 l/ha

9	Mavrik	–	0,2 l/ha	0,2 l/ha
10	Raptol	4,0 l/ha	4,0 l/ha	2,0 l/ha
11	Carbon Kick Booster	4,0 l/ha	4,0 l/ha	4,0 l/ha
12	Fibro-öljy	4,0 l/ha	4,0 l/ha	4,0 l/ha
13	Renol-öljy	4,0 l/ha	–	–
14	Kuminaöljy	4,0 l/ha	4,0 l/ha	4,0 l/ha
15	Renol + mäntysaippua	–	4,0+2,0 l/ha	4,0+2,0 l/ha
16	Koivutisle	2,0 l/ha	2,0 l/ha	2,0 l/ha
17	Mäntysaippua	4,0 l/ha	–	–
18	Tolu	4,0 l/ha	–	–

Koe 2: Houkutuskasvikaistat

Kokeessa kontrollin (ei peittausta) lisäksi oli verranteena eri peittausvalmisteita (koejäsenet 2–4). Näistä siementen peittaukseen juurikkaalla on sallittu vain Force (maatuholaisia vastaan). Peittausvalmiste Buteo Start on rekisteröintivaiheessa. Houkutuskasvikaistojen väliin kylvetyn juurikkaan siemen oli ilman tuholaispeittausta (koejäsenet 5–14). Ohra + juurikas -kaistassa juurikas kylvettiin Smart Iberia-lajikkeella, joka oli peitattu Force-insektisidillä. Koejäsen 15 kylvettiin Smart-lajikkeella, koska ohra torjuttiin Conviso One-herbisidillä normaalin rikkakasviruiskutuksen yhteydessä (Conviso One 2 x 0,5 + Tramat 0,3 + Sunoco 0,5 l/ha).

Taulukko 2. *Houkutuskasvikaistojen koejäsenet vuosina 2021–2023. Koejäsen x=mukana kokeessa kyseisenä vuonna, - ei mukana kyseisenä vuonna.*

Koejäsenet	v. 2021	v. 2022	v. 2023
1. Kontrolli	x	x	x
2. Force	x	x	x
3. Gaucho+Force	-	x	-
4. Buteo Start	-	x	x
5. Rypsi	x	x	x
6. Rapsi	x	x	x
7. Sinappi	x	x	-
8. Öljyretikka	x	x	x
9. Pinaatti	-	x	x
10. Härkäpapu+rypsi	x	-	-
11. Herne + rypsi	x	-	x
12. Härkäpapu+hunajakukka	-	x	x
13. Härkäpapu+hunajakukka+ virna	-	x	x
14. Hunajakukka+tattari+virna	-	x	-
15. Ohra + juurikas	-	-	x

Taulukko 3. *Houkutuskasvien kylvömäärät v. 2021–2023. Koejäsen, jossa merkitty - ei ollut mukana kyseisenä vuonna.*

	v. 2021 kg/ha	v. 2022 Kg/ha	v. 2023 kg/ha
Rypsi ja rapsi	8	8	12
Sinappi	8	10	-

Retikka	8	10	12
Pinaatti	-	30	30
Ohra	-	-	100
Rypsi + härkäpapu	6 + 150	-	-
Rypsi+herne	6 + 150	-	12 + 150
Hunajakukka+härkäpapu	-	-	10 + 150
Hunajakukka+virna +härkäpapu	-	-	10 + 40 + 150
Hunajakukka+tattari+virna	-	-	10 + 30 + 40

Koe 3: Kukkakaistat

Kokeessa koejäsenet olivat vuonna 2021 Pölytys Diana, Mesi- ja Perhospelto Diana. MMP-kukkaniittyseos ja Niittykukkaseos 1 ja 2. Kukkaniittyseokset tehtiin sekoittamalla eri kukkalajien siemeniä pienistä annospusseista. Vuosina 2022 ja 2023 kokeeseen valittiin mukaan Koristekukka Diana, Hankkijan Koriste, Hankkijan Perhonen, ja lisäksi vuonna 2023 viljatattari. Monivuotinen kukkaseos oli Monimuotoisuus Niitty Diana.

Taulukko 1. *Kukkakaistakokeessa käytetyt siemenseokset vuosina 2021–2023.*

Pölytys Diana Malmgård Riistasiemen	Veriapila 20 %, hunajakukka 20 %, persianapila 20 %, rehuvirna 20 %, öljyretikka 20%
Mesi- ja Perhospelto Diana Malmgård Riistasiemen	Hunajakukka 16 %, rehuvirna 8 %, keltasinappi 18 %, auringonkukka 15 %, tattari 15 %, öljypellava 10 %, kevätrapsi 8 %, persianapila 10 %
Koristekukka Diana Malmgård Riistasiemen	Kehäkukka 10 %, ruiskaunokkiseos 12 %, kruunupäivänkakkaraseos 7 %, kesälemmikki 9 %, kesäharso 6 %, pellava 10 %, silkkimaloppi 10 %, oopiumunikko 4 %, pioniunikko 8 %, hunajakukka 8 %, kesämalvikki 16 %
MMP-Kukkaniittyseos Naturcom	ruiskaunokki 6 %, puna-ailakki 1 %, keltasauramo 1 %, siankärsämö 1 %, päivänkakkara 2 %, unikko 1 %, niittyhumala 1 %, hunajakukka 10 %, keltamaite 15 %, valkoapila 2 %, persianapila 15 %, niittynurmikka 15 %, jäykkänata 20 %, westerwoldinraiheinä 10 %
Hankkijan Koriste	Rohtopurasruoho 16 %, hunajakukka 16 %, ruiskaunokki 16 %, maloppi 15 %, pellava 13 %, tarhakehäkukka 11 %, päivänkakkara 10 %, kesämalvikki 3 %
Hankkijan Perhonen	Auringonkukka 15 %, persianapila 10 %, öljypellava 15 %, kevätrapsi 10 %
Niittykukkaseos	Hunajakukka, kehäkukka, ruiskaunokki, maloppi, harsokukka, kurkkuyrtti, unikko, silkkikukka
Viljatattari, Naturcom	
Monimuotoisuus Niitty Diana Malmgård Riistasiemen	Jäykkänata 63 %, kumina 15 %, sikuri 8 %, hunajakukka 10 %, päivänkakkara 2 %, ruiskaunokki 2 %.

Kuoppa-ansat kaivettiin maahan vuonna 2021 kukkakaistoihin kolme ansaa per kaista. Vuonna 2022 houkutuskasvikaistoihin ja v. 2023 sekä kukka- että houkutuskasvikaistoihin laitettiin kaksi ansaa per kaista. Kuoppa-ansat pyrittiin sijoittamaan paikkoihin missä kasvusto oli tasainen. Kuoppa-ansoilla havainnointiin maanpinnalla liikkuvia petoniveljalkaisia (mm. maakiitäjäiset, hämähäkit). Kuoppa-ansa oli läpinäkyvä muovinen juomalasi, joita laitettiin kaksi sisäkkäin. Uloin kaivettiin maahan. Päälle asetettiin sadekatos. Sisimpään muovilasiin kaadettiin kylläinen suolaliuos, joka toimi keruunesteenä. Kerätyt hyönteiset säilytettiin etanolissa jääkaapissa.

Pölyttäjien ja perhosten kukkakäynnit ja tuholaisten luontaiset vihollliset laskettiin siten, että havainnoitsija tarkkaili houkutuskasvikaistaa 2 m x 3 m kokoiselta alalta viiden minuutin ajan ja kirjasi eri pölyttäjälajien kukkakäynnit ja tuholaisten luontaisten vihollisten esiintyminen kirjaamalla ylös määrät.

Kirpan vioitukset arvosteltiin juurikkaan ollessa sirkkalehti - kolmikasvulehtiasteella (BBCH 10-13).

Vioitusten määrä taimissa arvosteltiin asteikolla 0–10, jossa

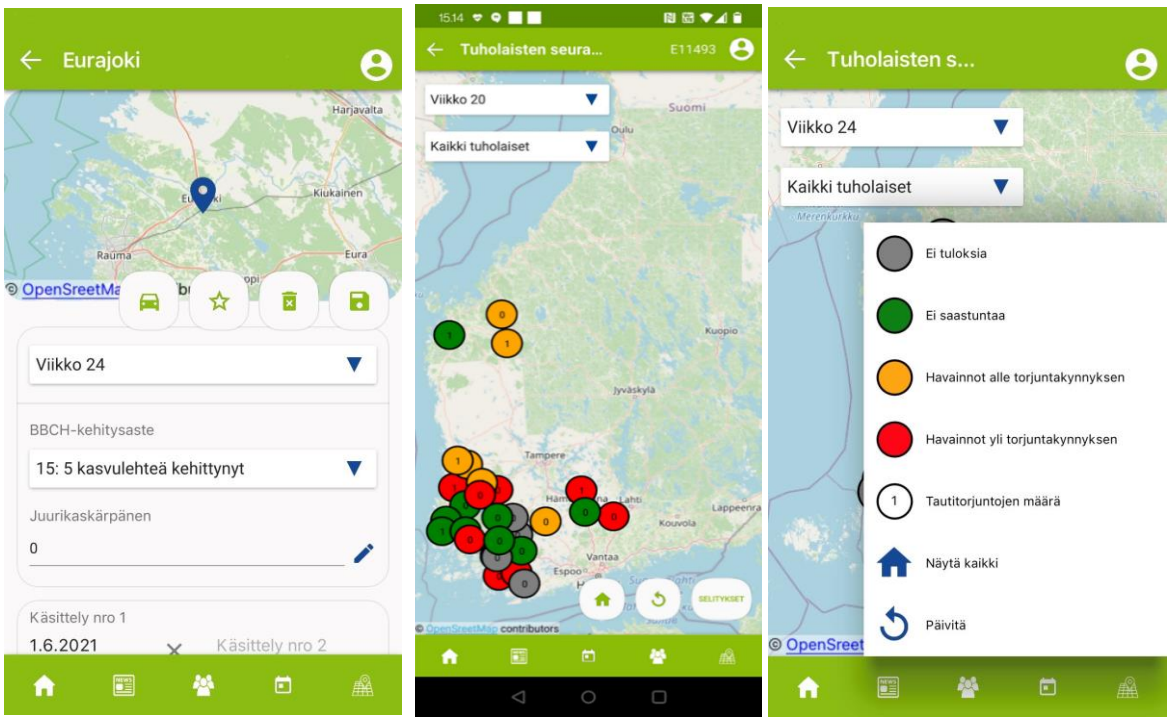
0 = ei minkäänlaisia vioituksia
1 = vain muutamia (1–2 kpl) kirpan syöntikoloja/taimi
2 = vähän (3–5 kpl) kirpan syöntikoloja/taimi
3 = jonkin verran (6–10 kpl) kirpan syöntikoloja/taimi
4 = useita (yli 10 kpl) kirpan syöntikoloja/taimi
5 = noin puolet lehtialasta kirpan vioittamaa (50 % taimen lehtialasta vioittunut)
6 = melkoisesti kirpan vioituksia (60 % taimen lehtialasta vioittunut)
7 = melko runsaasti kirpan vioituksia (70 % taimen lehtialasta vioittunut)
8 = runsaasti kirpan vioituksia (80 % taimen lehtialasta vioittunut)
9 = erittäin runsaasti kirpan vioituksia (90 % taimen lehtialasta vioittunut)
10 = lehdet täysin kirpan tuhoamat (100 % taimen lehtialasta vioittunut, sirkkalehdet puuttuvat)

Arvosteluasteikko ja arvosteluohjeet ovat SjT:n GEP-ohjeisto (Good Experimental Practice), joka on kasvinsuojelukokeiden laatusertifikaatti. Kirpan vioitusarvostelu tehtiin kahdeksanrivisen ruudun kahdesta riveistä 4 ja 5, kustakin 25 tainta. Jos taimet eivät riittäneet näissä riveissä, täydennettiin arvosteluun kasveja viereisistä riveistä. Luteen vioitukset (kasvupistevioitus) määritettiin juurikkaan ollessa BBCH 14-16. Kahdeksanrivisen ruudun riveistä 4 ja 5 arvostellaan kustakin 20 tainta per rivi (yhteensä 60 tainta/ruutu).

Tuholaisten tarkkailu toteutettiin Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen ja Sucroksen yhteistyössä. Vuonna 2021 tarkkailuun osallistui 12 juurikastilaa, vuonna 2022 mukana oli 26 ja vuonna 2023 yhteensä 28 ympäri sokerijuurikkaan viljelyaluetta (Uusimaa, Varsinais-Suomi, Satakunta, Häme ja Pohjanmaa). Vuonna 2021 havaintotiloille järjestettiin koulutus Teamissa, jossa käytiin läpi tuholaiset ja niiden havainnointiohjeet sekä havaintotulosten lähettäminen. Tuholaisia tuloa pellolle tarkkailtiin keltaisilla liima-ansojen ja myös sinisillä liima-ansoilla sekä vesiansojen avulla. Vesiansoista luovuttiin, koska niihin lensi perhosia, kimalaisia ja mehiläisiä. SjT:llä oli käytössä myös kolme peltoluteen purkkiferomoniansaa (Biotus Oy). Niitä testattiin joka vuosi, mutta ne eivät houkutelleet peltoluteita. Siniset liima-ansat jätettiin pois ensimmäisen vuoden jälkeen, koska ne houkuttelivat mehiläisiä. Ohjeet ja ansat postitettiin tarkkailutiloille ennen kasvukauden alkua. Ansojen avulla tarkkailtiin pääasiassa kirppojen saapumisajankohtaa ja runsautta yhdellä havaintopellolla (kuva

Kuva 3. Keltainen ja sininen liima-ansa sekä feromoniludeansa pellolla.

Nordzuckerin kehittämä AgriPortal-mobile on sokerijuurikkaan sopimusviljelijöille saatavilla oleva ilmainen sovellus. Sovellus pitää sisällään muun muassa Tuholaisten seuranta -työkalun ja ajankohtaiset kasvinsuojelutiedotteet. Tilat on merkitty karttaan paikkakuntatarkkuudella (kuva 4). Alueen viljelykonsulentti lisäsi viljelijöiden raportoimat havainnot kaikkien muiden viljelijöiden nähtäville. Viljelijät havainnoivat kirppojen ja luteiden vioituksia 20 kasvista ja ilmoittivat, montako prosenttia taimista oli vioittuneita sekä milloin olivat tehneet torjunnan. Havainnot päivitettiin kaksi kertaa viikossa. Eri värit paikkakuntapallossa kertovat jo tilanteen (kuva 4). Halutessaan vielä tarkemman tiedon, voi klikata palloa, voi avata kyseisen tarkkailukohdan tiedot. Värien ja merkkien selitykset viljelijä saa näkyviin oikeasta alareunasta löytyvästä valikosta. Päävastuu ohjelmasta oli konsulentti Marika Muntolalla. Lisäksi perustettiin WhatsApp-ryhmä, jossa kaikki havaintotilat olivat mukana.



Kuva 4. *Havaintojen tallennusnäkymä ja paikkakuntakohtaiset havainnot AgriPortal mobile – sovelluksessa. Värien ja merkkien selitykset viljelijä saa näkyviin oikeasta alareunasta löytyvästä valikosta*.

Tilastollinen analyysi

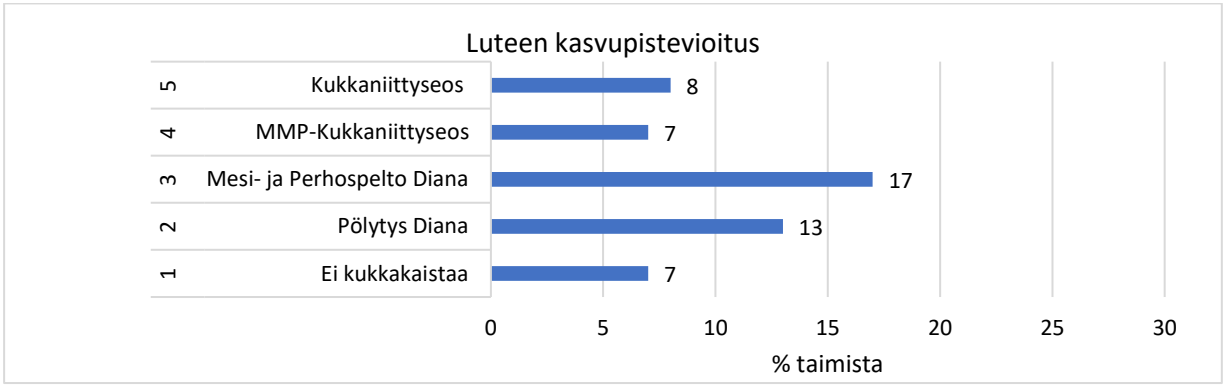
Kokeiden tulosten tilastollinen käsittely tehtiin ARM-tilasto-ohjelmalla, versio 2023.6 (GDM Solutions, Inc.). Testaukseen käytettiin Student-Newman-Keuls-testiä merkitsevyystasolla $p<0,05$.

3.2 TULOKSET

3.2.1 Kukkakaistakoe

Keväällä 2021 kukkakaistoissa esiintyi leppäkerttuja ja niiden toukkia erittäin runsaasti kukka- ja juurikaskasvustoissa sekä maassa kokeen ympärillä. Myös sylkikuoriaisia esiintyi juurikaskasvustoissa paljon.

Taimissa oli eniten luteiden kasvupistevioituksia Pölytys Diana ja Mesi- ja Perhospelto Diana kaistan viereisessä juurikaskaistassa (kuva 5). Kirppa-vioitusarvostelua ei kokeessa tehty.



Kuva 5. Luteen kasvupistevioittuneiden taimien osuus (%) 1.7.2021.

Biomassat määritettiin elokuun lopulla 2021. Pölytys Diana-kaistalla 1760 kg kuiva-ainetta/ha ja Mesi- ja Perhospelto Diana -kaistalla 1812 kg kuiva-ainetta/ha. Monivuotinen kukkakaistassa elokuun lopulla sikuri lehtien kuiva-ainemäärä oli 5200 kg/ha ja paalujuuren 4200 kg/ha.

Keväällä 2022 leppäkerttuja ja niiden toukkia havaittiin vain satunnaisia yksilöitä kukka ja juurikaskaistoissa. Mutta sitä vastoin niitä oli erittäin runsaasti heinäkuussa-elokuussa kukkakaistoissa ja juurikaskaistojen läheisyydessä maassa ja myös jossain määrin kasvustoissa.

Eniten kukkakaistoissa vuonna 2022 esiintyi tarhamehiläisiä (taulukko 5). Tulosta selittää se, että lohkon yläosa rajautui metsikköön, jossa oli useampi tarhamehiläispesä. Kimalaislajeista mantukimalaisia esiintyi eniten. Tarhamehiläisiä oli eniten Pölytys-Diana, Mesi- ja Perhospelto-Diana ja Koristekukka-Diana kaistoissa. Kukkakaistoissa vieraili nokkos- ja kaaliperhosia, mutta niiden määrä oli vähäinen. Laskentapäivä oli tuulinen ja sen vuoksi perhosten määrä jäi alhaiseksi. Luontaisia vihollisia, leppäkerttuja ja kukkakärpäsiä esiintyi myös melko vähän.

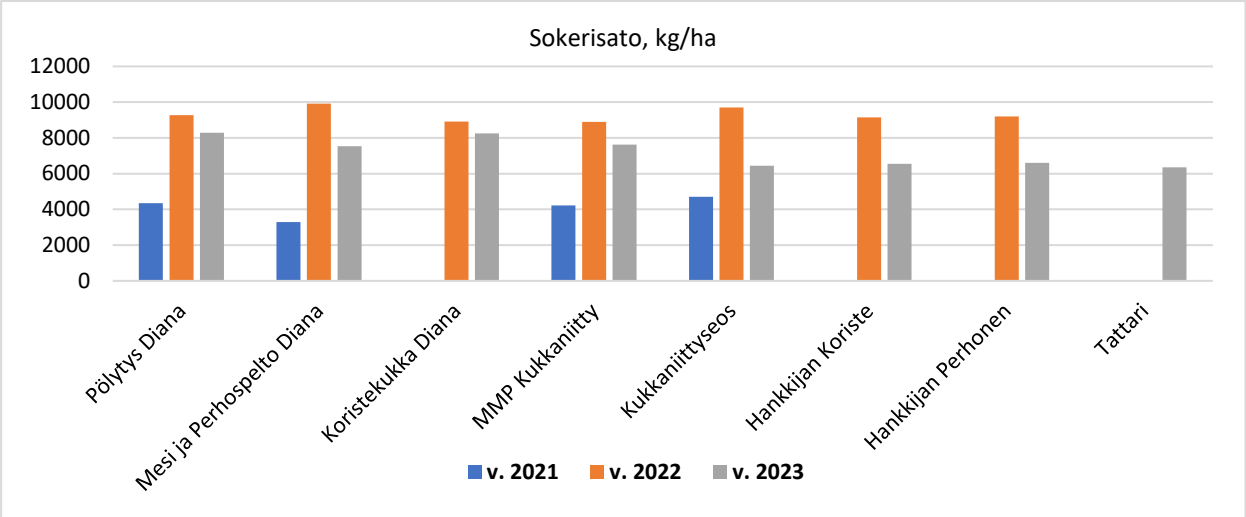
Taulukko 5. *Kukkakaistoista laskettiin pölyttäjä-, perhoslajit sekä luontaiset tuholaisten viholliset 20.7.2022.*

	Pölytys Diana	Mesi- ja perhospelto-Diana	Koristekukka Diana	Hankkijan Perhonen	Hankkijan Koriste	Kukka-niittyseos
Tarhamehiläinen	22	19	20	13	14	11
Mantukimalainen	2	2	4	3	4	3
Kontukimalainen	1	0	2	1	1	1
Peltokimalainen	0	1	1	2	1	1
Kaaliperhonen	1	0	1	0	0	0
Nokkosperhonen	0	2	0	1	0	0
Kukkakärpänen	1	3	0	1	1	1
Leppäkerttu	1	1	1	0	0	2

Juurikkaista ei tehty tuholaisten vioitusarvostelua keväällä 2022. Talvehtimispaikoille siirtyvät juurikaskirpat ja myös aaltojuovakirpat vioittivat koelohkon SjT:n muiden kokeiden juurikkaiden lehtiä poikkeuksellisen paljon. Sitä vastoin kirppojen tekemiä koloja ja reikiä oli huomattavasti vähemmän kukkakaistan juurikkaiden lehdissä.

Kirppojen runsas esiintyminen ja vioitusten määrä elokuussa 2022 ennusti hyvin seuraavan vuoden kirppapainetta, joka olikin tavanomaista huomattavasti korkeampi. Sen vuoksi myös juurikaskaistoista kukkakaistojen välissä tehtiin kirppavioitusten arvostelu 1.6.2023. Taimien kirppavioitus oli korkea kaikissa juurikaskaistoissa ja vaihteli 7 (=70 % lehtialasta vioittunut) ja 8 (=80 % lehtialasta vioittunut) välillä. Koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Sokerisadot olivat kukkakaistakokeen juurikaskaistoissa vuonna 2021 alhaisemmat verrattuna vuoteen 2022 ja 2023 (kuva 6). Alhaisempi sokerisato johtui osaltaan siitä, että juurikas taimettui epätasaisesti ja juurikasmäärät jäivät alhaisemmiksi. Koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sokerisadoissa vuosittain.

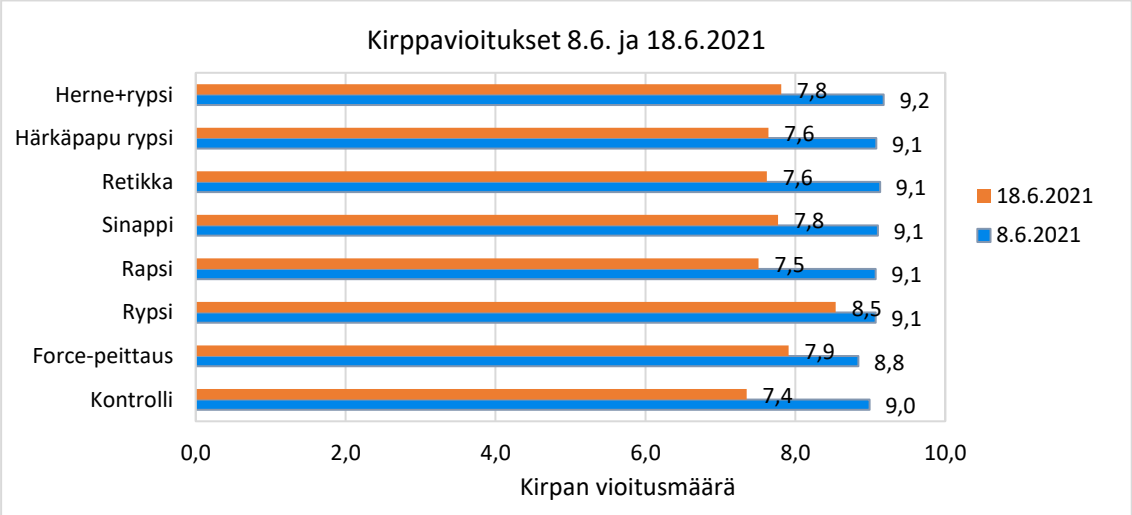


Kuva 6. Eri kukkakaistakokeen juurikaskaistojen sokerisadot vuosina 2021–2023.

3.2.2 Houkutuskasvikoe

Ensimmäisellä arvostelukerralla 8.6.2021 kirppavioitukset olivat koejäsenillä ≥ 9 (=90 % taimen lehtialasta vioittunut), paitsi Force-peittauksella 8,8 (kuva 7). Tulos osoittaa, että taimet olivat erittäin pahoin kirppojen vioittamia. Korkea vioitusten määrä myös osoittaa, että kirppapaine oli lohkolla erittäin korkea. Toisella arvostelukerralla 18.6.2021 kirppavioitusten määrä oli yhä korkea, keskimäärin 8 (=80 taimien lehtialasta vioittunut). Koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkittäviä eroja kirppojen vioitusarvoissa kummallakaan arvostelukerralla.

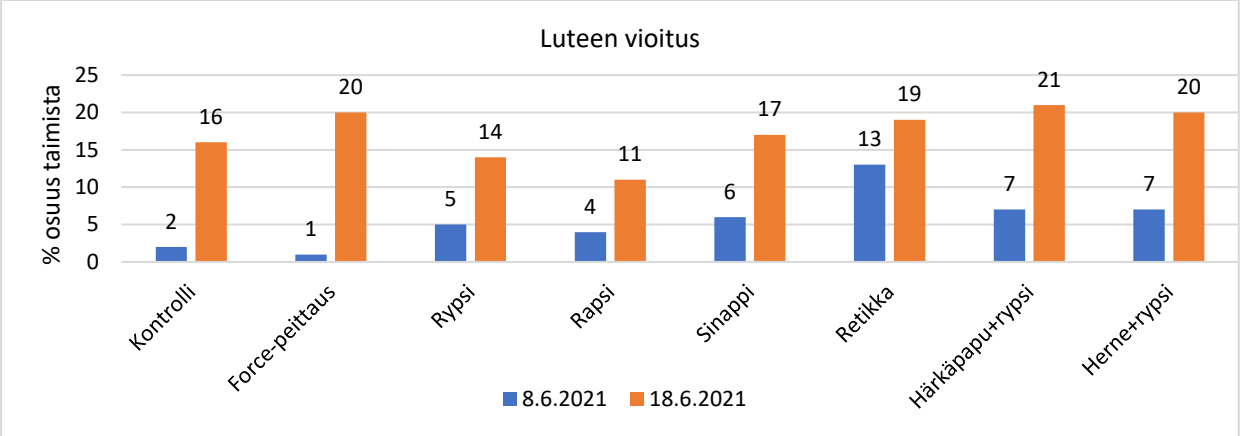
Keväällä 2021 juovakirpat söivät rypsi- ja rapsikaistojen kaikki taimet. Tyhjät kaistat äestettiin, jolla torjuttiin rikkakasvit. Muista ristikukkaisista kasveista kirppavioituksista selvisi kohtuullisesti retikka ja sinappi. Erityisesti kukkiva sinappikaista houkutteli runsaasti pölyttäjiä ja eri perhoslajeja, kuten mm. nokkosperhosia, kaaliperhosia, amiraaliperhosia ja joitakin sinisiipiä. Sylkikuoriaisia esiintyi juurikaskasvustoissa myös melko paljon ja jonkin verran leppäkerttuja, mutta ei niiden toukkia. Hyönteiskohtaista laskentaa ei vuonna 2021 kuitenkaan tehty.



Kuva 7. Kirppavioitusten määrä juurikkaissa eri koejäsenillä. Arvostelu tehtiin 8.6. ja 18.6.2021.

Luteiden vioittamia taimia oli ensimmäisellä arvostelukerralla 8.6.2021 kontrolliin verrattuna eniten retikkakaistan juurikkaissa ja vähiten Force-peitatulla juurikkaalla (kuva 8). Toisella arvostelukerralla 18.6.2021 vähiten luteen vioittamia taimia oli rapsi- ja rypsikaistan juurikkaissa verrattuna kontrolliin ja muihin koejäseniin (kuva 8). Kuitenkaan koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja luteen vioittamien taimien %-osuudessa kummallakaan arvostelukerralla.

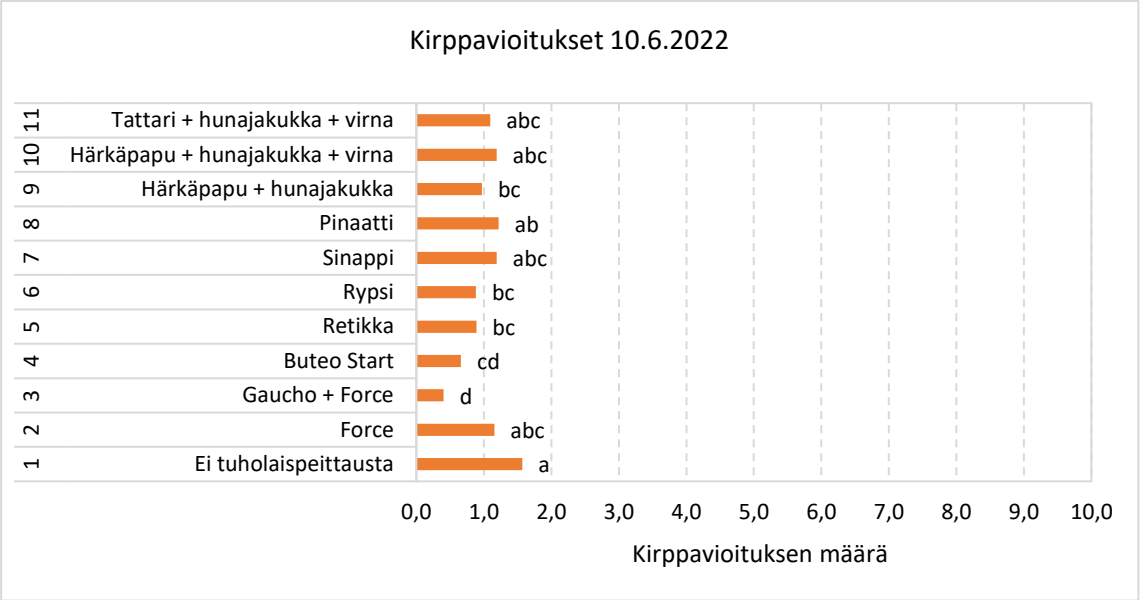
Juurikaskärpäsen toukan käytäviä ei sokerijuurikkaan lehdissä havaittu. Aikuisista gammayökkösistä ei tehty havaintoja eikä sen toukan aiheuttamia syöntivioituksia havaittu sokerijuurikkaissa eikä houkutuskasveissa.



Kuva 8. Luteiden vioitukset arvosteltiin 8.6.2021 ja 18.6.2021. Kuvassa esitetty luteiden vioittamien taimien prosentuaalinen osuus.

Kevään 2022 sää oli kuiva houkutuskasvien kylvöaikaan ja siemenet itivät huonosti kuivassa maassa. Lisäksi taimettuminen oli hidasta. Härkäpapu ja ristikukkaisten kasvien kasvustot jäivät harvoiksi. Pinaatti kasvoi aluksi hyvin, mutta kuoli kuivuuteen. Koealueella savikan siemenpankki oli iso ja savikka kasvoi kuivuudesta huolimatta hyvin houkutuskasvikastoissa. Savikkakasvusto niitettiin trimmerillä heinäkuun alussa houkutuskasvien yläpuolelta, joka hieman hillitsi savikan kasvua.

Kirppapaine oli koelohkolla alhainen keväällä 2022. Vähiten kirppavioituksia taimissa oli Gaucho+Force-peittauksella (0,4) ja Buteo Start -peittauksella (0,7) ja ero oli tilastollisesti merkitsevä verrattuna kontrolliin (kuva 9). Lisäksi retikka-, rypsi- ja härkäpapu+hunajakukkakaistan juurikkaissa oli tilastollisesti merkitsevästi alhaisempi vioitus verrattuna kontrollikaistaan.



Kuva 9. Kirppavioitusten määrä taimissa eri koejäsenillä. Arvostelu tehtiin 10.6.2022 neljästä kerranteesta, 50 kasvia per koejäsen. Jos kirjain pylvään päässä on sama, käsittelyjen välillä ei ole merkitsevää eroa. Jos kirjain on eri, näiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero (p<0,05).

Luteen kasvupistevioituksia oli taimissa vähän (lasketuista taimista keskimäärin 1,0 %). Luteen vioitus kohdistui enemmän taimivaiheessa lehtiin.

Juurikaskärpäsen toukan käytäviä ei sokerijuurikkaan lehdissä havaittu. Aikuisista gammayökkösistä ei tehty havaintoja eikä sen toukan aiheuttamia syöntivioituksia havaittu sokerijuurikkaissa eikä houkutuskasveissa.

Heinäkuussa ja elokuussa 2022 sää oli lämmin. Juurikaskirpan talvehtiva sukupolvi yllätti syöden runsaasti reikiä juurikkaan lehtiin. Myös aaltojuovakirpat rei'ittivät lehtiä. Kirppojen tekemiä koloja ja reikiä oli selvästi vähemmän houkutuskasvikokeen juurikkaiden lehdissä verrattuna lohkolla kasvaneisiin SjT:n muiden kokeiden juurikkaisiin.

Pölyttäjien ja tuholaisten luontaisten vihollisten määrät eri houkutuskasvikaistoissa laskettiin 20.7.2022 (taulukko 6). Sää oli lämmin ja aurinkoinen, mutta tuulinen, joka vaikutti jonkin verran pölyttäjien ja perhosten esiintymiseen kokeessa havainnointiaikaan. Houkutuskasveista eniten tarhamehiläisiä ja kimalaisia houkuttelivat seokset, joissa oli hunajakukkaa (taulukko 6). Leppäkerttuja havaittiin kaikissa houkutuskasvikaistoissa, joissa oli kukkivia kasveja. Perhosia vieraili kaistoissa selvästi vähemmän kuin edellisenä kesänä.

Taulukko 6. Pölyttäjien ja tuholaisten luontaisten vihollisten määrät eri houkutuskasvikaistoissa. Laskenta tehtiin 2022.

	Sinappi	Härkäpapu Hunajakukka	Härkäpapu-Hunajakukka-Virna	Härkäpapu-Hunajakukka-Tattari
Tarhamehiläinen	3	9	6	8
Mantukimalainen	0	4	4	5
Kontukimalainen	0	3	4	5
Peltokimalainen	0	1	2	3
Kukkakärpänen	4	0	1	2
Leppäkerttu	1	1	1	2
Kaaliperhonen	0	0	1	0
Nokkosperhonen	1	0	1	0
Yhteensä	9	18	20	25

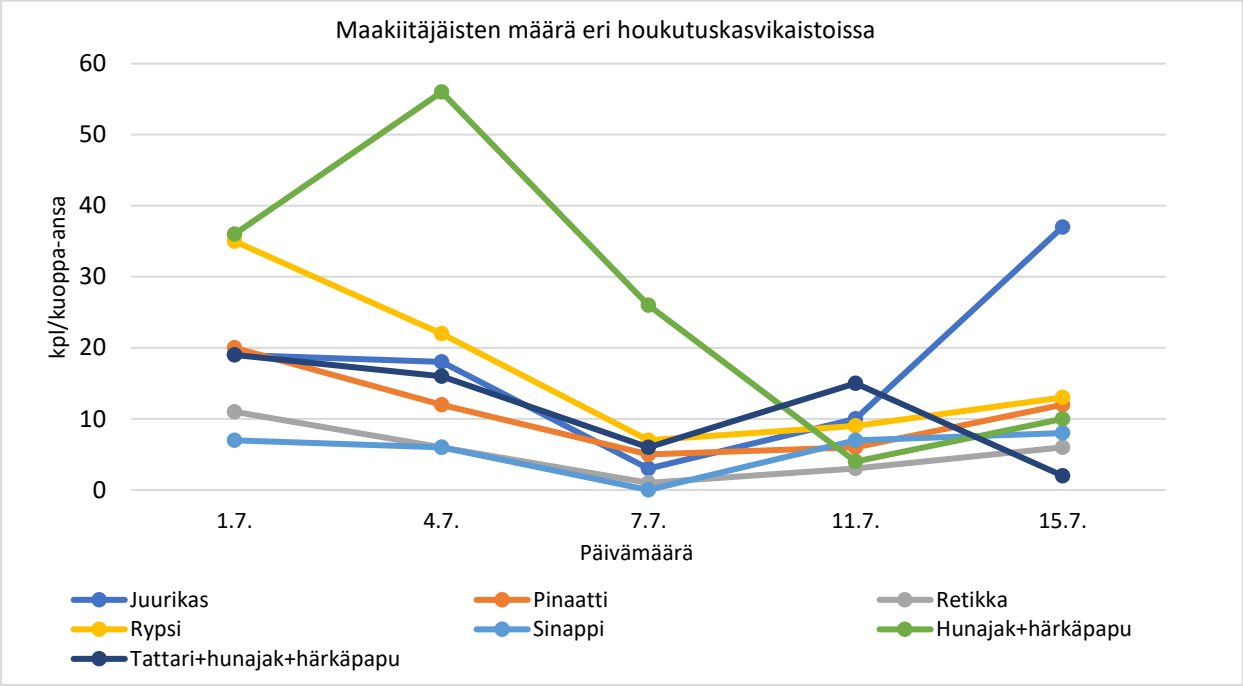
Laskentapäivän 18.7.2023 sää oli lämmin ja aurinkoinen, mutta tuulinen, jolla on vaikutusta pölyttäjien ja perhosten esiintymiseen kukissa. Pölyttäjiä ja perhosia houkuttelevia kasveja oli vain kahdessa kaistassa, hunajakukka+härkäpapu ja hunajakukka+härkäpapu+virna. Molempien kaistojen kasvit houkuttelivat runsain määrin tarhamehiläisiä, mantukimalaisia sekä jonkin verran muita kimalaislajeja (taulukko 7). Perhosia ja eri lajeja sekä leppäkerttuja ja niiden toukkia esiintyi jostain syystä koko kasvukaudella 2023 vähän.

Taulukko 7. Pölyttäjien ja tuholaisten luontaisten vihollisten määrät eri houkutuskasvikaistoissa. Laskenta tehtiin 18.7.2023.

	Hunajakukka+härkäpapu	Hunajakukka+härkäpapu + virna
Tarhamehiläinen	27	25
Mantukimalainen	31	15
Kontukimalainen	9	6
Kivikkokimalainen	2	1
Kartanokimalainen	1	0
Pensaskimalainen	0	1
Kukkakärpänen	10	7
Ampiainen	0	2
Kaaliperhonen	0	2
Yhteensä	80	59

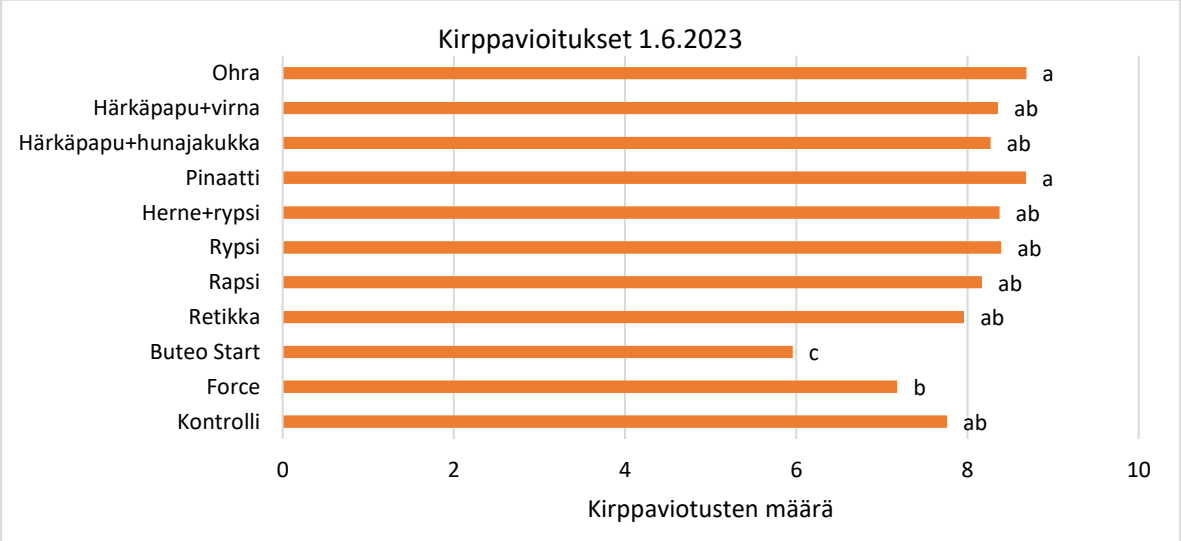
Maakiitäjäisten määrät kuoppapyydyksissä eri ajankohtina on esitetty kuvassa 10. Rypsi- ja hunajakukka+härkäpapukaistoissa oli 1.7.2022 eniten maakiitäjäisiä (36 kpl). Hunajakukka-härkäpapukaistassa 4.7. ja 7.7.2022 oli eniten maakiitäjäisiä verrattuna muihin kaistoihin. Myös muissa houkutuskasvikaistoissa määrät alenivat 1.7. - 7.7.2022 välillä, ja nousivat jonkin verran seuraavina ajankohtina (11.7. ja 15.7.), paitsi tattari+hunajakukka+härkäpapukaistassa, jossa määrä jäi muita kaistoja

alhaisemmaksi. Eniten maakiitäjäisten määrä oli juurikaskaistassa viimeisenä laskenta-ajankohtana 15.7. juurikaskasvuston piettävyyden lisääntyessä.



Kuva 10. Maakiitäjäisten määrä eri houkutuskasvikaistoissa 2022. Kuoppa-ansat tyhjennettiin 1.7., 4.7, 7.7, 11.7 ja 15.7.2023. Tulos on kahden kuoppa-ansan keskiarvo.

Vuonna 2023 kirppapaine oli äärimmäisen korkea. Tämä näkyi myös houkutuskasvikokeen tuloksissa, jossa kirppavioitukset olivat keskimäärin yli 8 (kuva 11). Vähiten kirppavioituksia oli juurikkaan taimissa Buteo Start-peittauksella (5,96), joka erosi tilastollisesti merkitsevästi kontrollista ja muista koejäsenistä. Force-peittauksella kirppavioituksia oli tilastollisesti merkittävästi vähemmän kuin pinaattikaistan juurikkaissa sekä ohra+sokerijuurikaskaistan juurikkaissa (kuva 11).



Kuva 11. Kirppavioitusten määrä juurikkaan taimissa eri koejäsenillä. Arvostelu tehtiin 1.6.2023 neljästä kerranteesta, 50 kasvia per koejäsen. Jos kirjain pylvään päässä on sama, käsittelyjen välillä ei ole merkitsevää eroa. Jos kirjain on eri, näiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero (p<0,05)

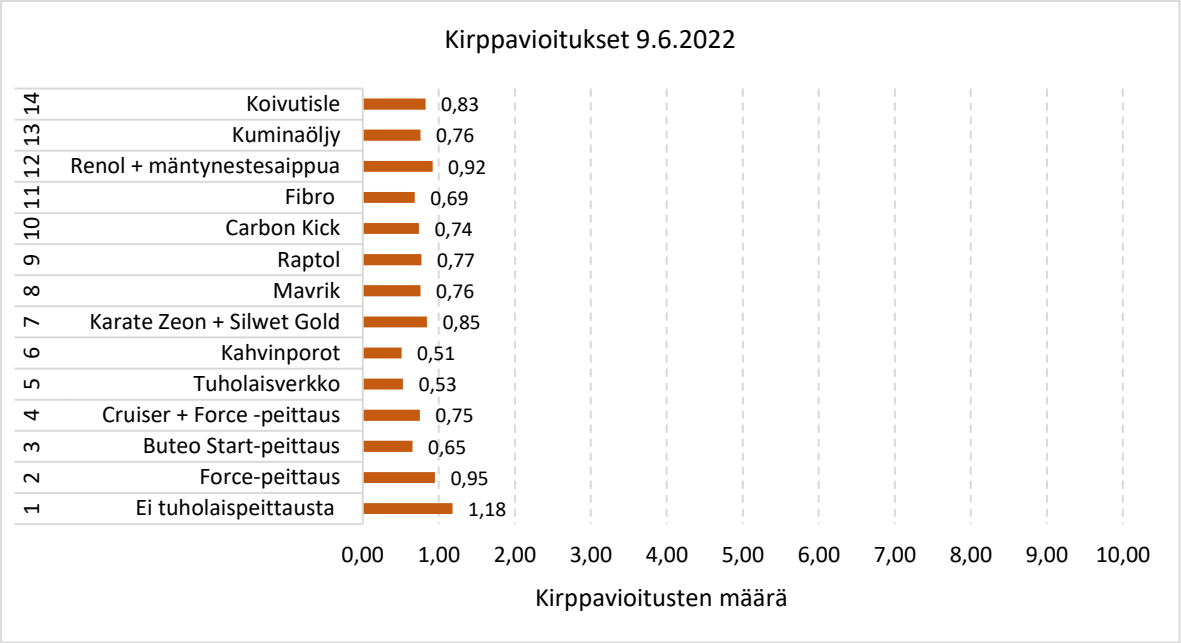
3.2.3 Biologiset valmisteet

Vuonna 2021 kevät oli melko lämmin ja olosuhteet suotuisat juurikaskirpoille ja peltoluteille ja niitä esiintyi pellolla runsaasti. Juurikaskirppojen kohdalla torjuntakynnys ylittyi. Kylvön jälkeen sateet kuorettivat maanpinnan, jonka takia sokerijuurikkaan taimettuminen pellolla oli epätasaista ja hidasta. Kuorettuma rikottiin kuorettumanrikkojalla rivien päältä.

Kirppavioitusten määrä oli tilastollisesti merkitsevästi alhaisempi Gaucho-peittauksella, tuholaisverkolla ja Karate Zeon-ruiskutuksella verrattuna kontrolliin ja muihin koejäseniin (kuva 12). Muut koejäsenet eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi kontrollista.

Kuva 12. Kirppavioitusten määrä juurikkaan taimissa eri koejäsenillä. Arvostelu tehtiin 23.6.2021 neljästä kerranteesta, 50 kasvia per koejäsen. Jos kirjain pylvään päässä on sama, käsittelyjen välillä ei ole merkitsevää eroa. Jos kirjain on eri, näiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero (p<0,05).

Kirppavioitusten määrä oli alhainen vuonna 2022 eikä koejäsenten välillä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja kirppavioitusten määrässä (kuva 13). Peltoluteen vioittamien kasvien määrä jäi alhaiseksi. Keskimäärin luteen kasvupistevioittamia kasveja oli kaikista arvostelluista kasveista vain noin 1 %. Sitä vastoin peltoluteen aiheuttamia lehtivioituksia oli taimissa runsaasti (tuloksia ei esitetty). Juurikaskärpäsen tai gammayökkösen toukan tekemiä syöntikäytäviä ei sokerijuurikkaan lehdissä havaittu.

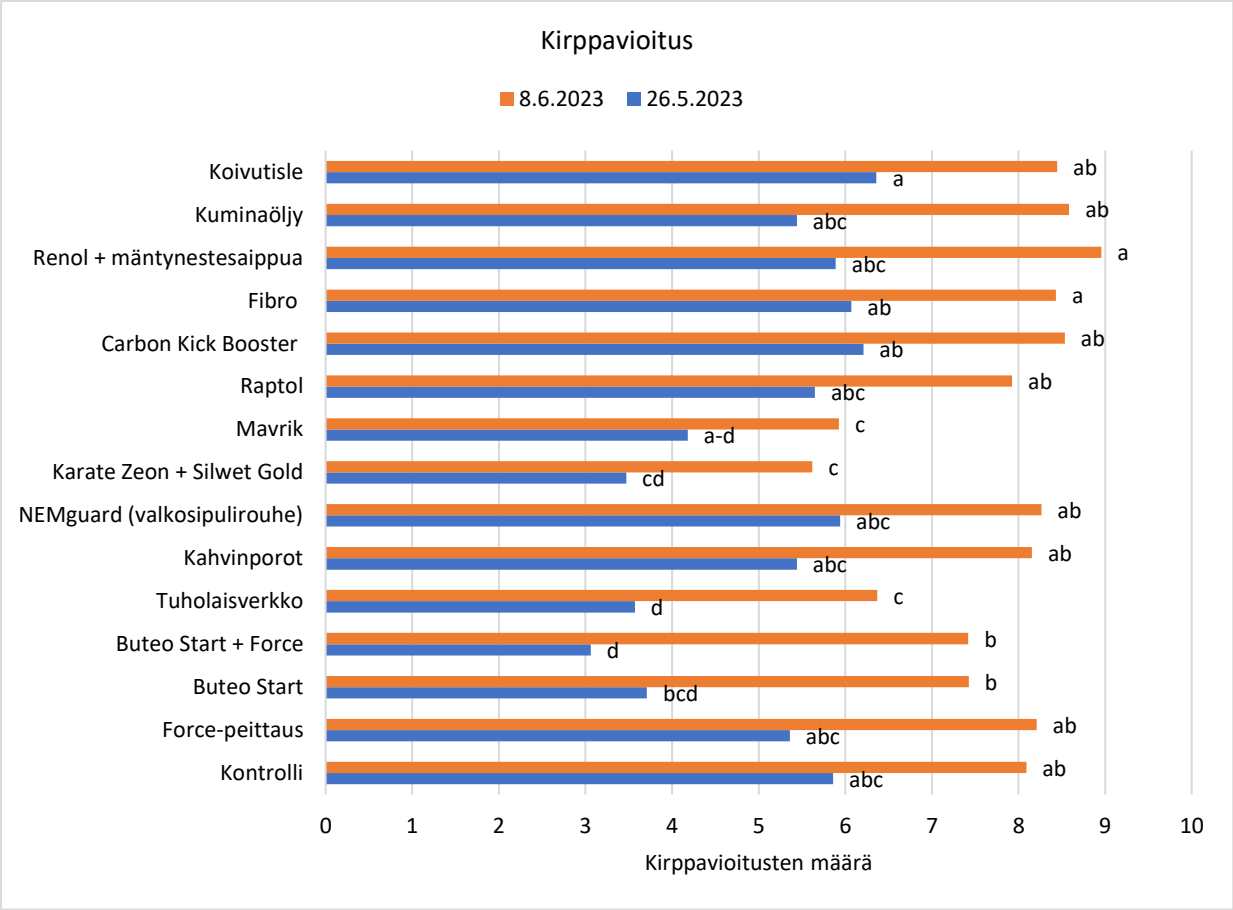


Kuva 13. Kirppavioisten määrä taimissa eri koejäsenillä. Arvostelu tehtiin 9.6.2022 neljästä kerranteesta, 50 kasvia/koejäsen.

Vuonna 2023 kirppapaine juurikkaalla oli poikkeuksellisen korkea. Kirppoja esiintyi poikkeuksellisen paljon juurikkaan taimivaiheessa vuonna 2023, ja torjuntakynnys ylittyi. Kirppavioitusten määrä koejäsenissä arvosteltiin kaksi kertaa 26.5.2023 ja 8.6.2023.

Ensimmäisessä arvostelussa 26.5.2023 kirppavioitusten määrä oli keskimäärin lähes 6 (arvo 6= melkoisesti kirpan vioituksia, 60 % taimen lehtialasta vioittunut). Kokeessa testatuista käsittelyistä Buteo Start+Force-peittauksella ja tuholaisverkolla oli vähiten kirppavioituksia, ja ne erosivat tilastollisesti merkitsevästi muista koejäsenistä, paitsi Buteo Start-peittauksesta, Karate Zeonista ja Mavrikista (kuva 14).

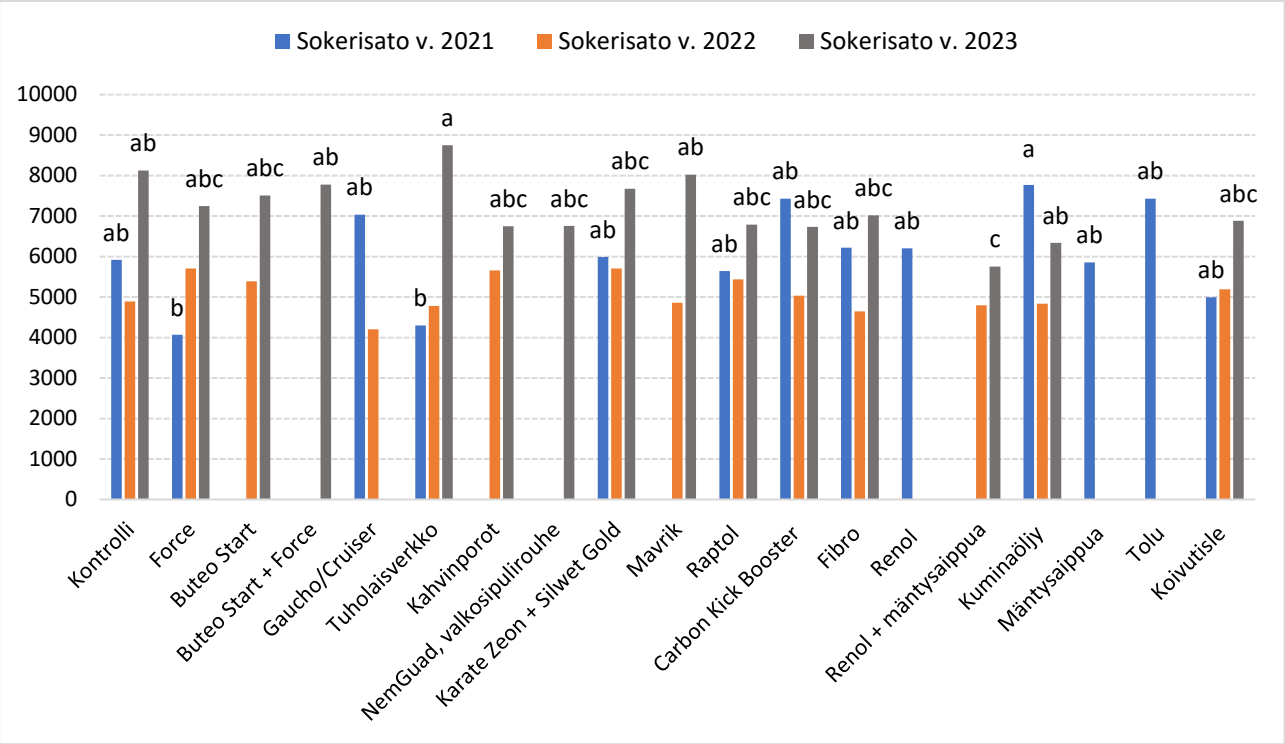
Toisella arvostelukerralla 8.6.2023 kirppavioitusten määrä taimissa oli lisääntynyt ja oli erittäin korkea, keskimäärin 8 (arvo 8= runsaasti kirpan vioituksia, 80 % taimen lehtialasta vioittunut). Paras torjuntateho oli tuholaisverkolla sekä Karate Zeon- ja Mavrik-ruiskutuksella, ja ne erosivat tilastollisesti merkitsevästi kontrollista ja muista koejäsenistä (kuva 14). Muut koejäsenet eivät eronneet kontrollista.



Kuva 14. Kirppavioitusten määrä juurikkaan taimissa eri koejäsenillä. Kirppavioitusarvostelu tehtiin 8.6.2023 ja 26.6.2022, 50 kasvia/koejäsen. Jos kirjain pylvään päässä on sama, käsittelyjen välillä ei ole merkitsevää eroa. Jos kirjain on eri, näiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero (p<0,05).

Sokerisadot vuosina 2021–2023

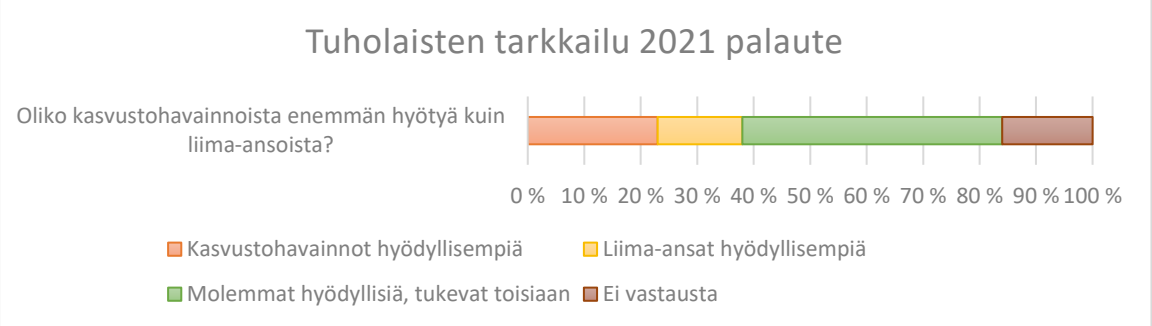
Kuvassa 15 on nähtävissä, että biologiset valmisteet -kokeen sokerisadoissa oli vaihtelua vuosien välillä ja vuonna 2023 sokerisadot olivat korkeimmat verrattuna vuoteen 2021 ja 2022 (kuva 15). Vuonna 2021 Force-peittauksella ja tuholaisverkolla saatiin tilastollisesti merkitsevästi alhaisempi sokerisato kuin kuminaöljyllä käsitellyltä ruudulta (kuva 15). Tulokseen vaikutti mahdollisesti enemmän olosuhteet kuin käsittely vuonna 2021, jolloin taimettuminen oli epätasaista ja kasvustoissa oli aukkoja maanpinnan kuorettumisen takia. Lisäksi kerranteiden välillä oli eroja. Vuonna 2022 koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sokerisadoissa (kuva 15). Kumpanakaan vuonna eri käsittelyillä ei ollut selvää vaikutusta sokerisatoon eikä sokerisato korreloinut kirppavioitusten määrän kanssa. Vuonna 2023 korkein sokerisato oli tuholaisverkolla ja se erosi merkitsevästi Renol+mäntysaippuasta, joka erosi merkitsevästi myös kontrollista ja Buteo Start+Force-peittaksesta (kuva 15).

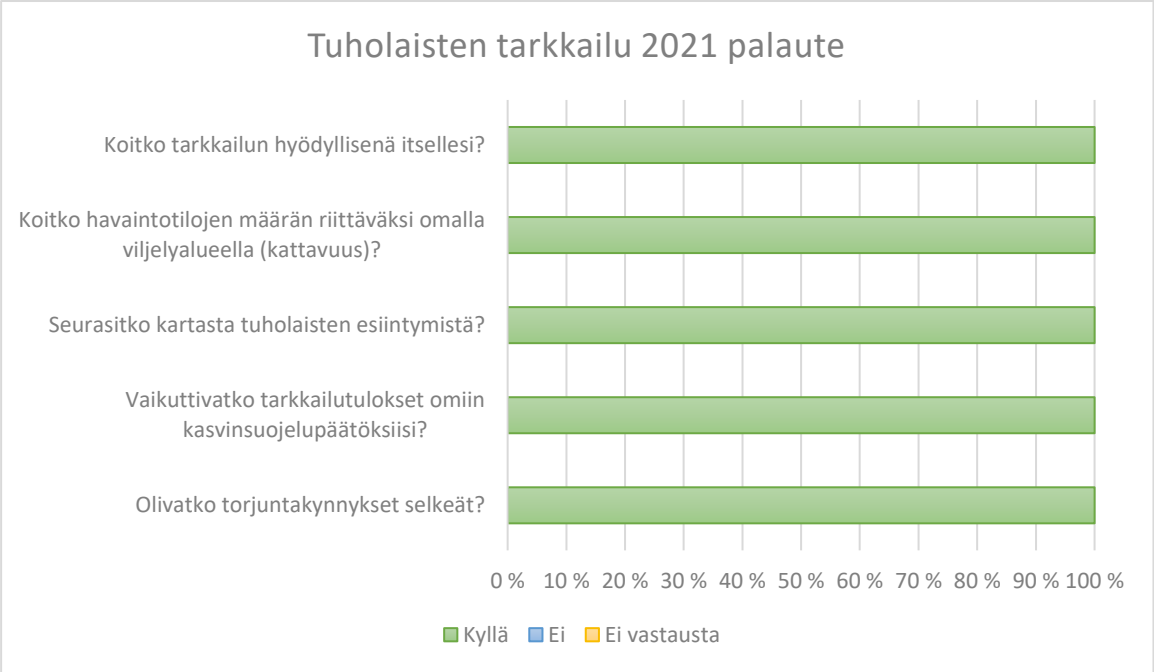


Kuva 15. Biologiset valmisteet -kokeissa vuosina 2021-2023 sokerisadot (kg/ha) eri koejäsenillä. Kirjainmerkinnät yhden koevuoden sisällä kertovat merkitsevän eron. Jos kirjain pylvään yläpuolella on sama, käsittelyjen välillä ei ole merkitsevää eroa. Jos kirjain on eri, näiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero (p<0,05).

3.2.4 Tuholaisten havainnointijärjestelmien kehittäminen

Tarkkailutiloille tehtiin vuonna 2021 palautekysely, jossa kysyttiin havaintojen ja tarkkailun tekemisestä ja itse tarkkailun hyödyllisyydestä (kuvat alla). Vastausten perusteella sekä kasvustohavainnot että liima-ansat tukivat tosiaan. Tarkkailusta oli kaikkien mielestä hyötyä itselle ja muille alueen juurikkaanviljelijöille.





3.3. Toteutusvaiheen arviointi

Jokaisena koevuotena kevään sademäärät olivat alhaisia keväällä ja alkukesällä, erityisesti näistä 2023 oli muita koevuosia kuivempi. Koska kasvukaudet olivat kuivia ja lämpimiä, se vaikutti oleellisesti kirppojen ja luteiden esiintymiseen. Kevään ja alkukesän kuivuus hidasti siementen itämistä ja taimettumista.

Hankkeen kokeet toteutettiin lähes alkuperäisten tutkimussuunnitelmien mukaisesti. Poikkeuksena suunnitelmista oli toinen kukkakaistakokeista vuonna 2023, jossa kukkakaistat kylvettiin peräkkäin juurikaslohkon reunaan. Näin tehtiin, koska käytännössä kukkakaista kylvetään lohkon reunaan. Koejäsenet pysyivät samoina pieniä muutoksia lukuun ottamatta.

Rypsi ja rapsi houkuttelivat joka vuosi eniten juovakirppoja. Vuonna 2023 houkutuskasvikokeen ristikukkaisten kasvien kylvösiemenmääriä nostettiin, jotta kirpat eivät tuhoaisi kasvustoja kokonaan, mutta sillä ei ollut toivottua vaikutusta. Kaikkina koevuosina houkutuskasveista rypsin ja rapsin taimet syötiin kokonaan. Vuonna 2021 retikan ja sinapin taimet olivat pahasti syötyjä, niiden lehdissä oli paljon reikiä, mutta osa taimista jäi henkiin. Muina vuosina kirpat tuhosivat myös niiden kaistoista kaikki kasvit.

Kukka- ja houkutuskaistojen kylvö olisi voitu tehdä aikaisemmin, mutta ne määräytyvät käytännössä sääolosuhteiden ja muiden kokeiden kylvösuunnitelmien mukaisesti.

Muutos kukka- ja houkutuskasvikokeiden kylvöön tuli vuonna 2023, kun Juko-kylvölannoittimeen hankittiin piensiemenlaatikko. Sillä siemenseosten siemenet menivät tasasyvyyteen kosteaan maahan. Siementen itäminen oli tasaisempi ja kasvustot tasaisempia.

Hankkeessa jokaista osakoetta perustettiin yksi per vuosi. Resurssit riittivät yhden kokeen perustamiseen ja kaistakokeet toteutettiin ilman aitoja toistoja. Hankkeen kokeiden koepaikka oli joka vuosi Meltolan kartanon eri lohkoilla. Ne perustetiin vuosittain samalle lohkolle kuin SjT:n muut juurikaskokeet. Monivuotinen kukkakaista perustettiin pellon laitaan vuonna 2021, mutta jääkansi tuhosi kasvuston täysin.

Seuraavana vuonna monivuotinen kaista perustettiin samaan kohtaan, mutta siemenet itivät huonosti kovassa ja kuivassa maassa, minkä vuoksi rikkakasvit valtasivat koealueen. Alue muokattiin syksyllä ja keväällä 2023 kaista kylvettiin jälleen ja syksyllä kaistassa oli hyvä kasvusto.

Pölyttäjien, päiväperhosten ja tuholaisten luontaisten vihollisten määrien laskenta olisi pitänyt tehdä useammin kesä-heinäkuussa. Kimalaislajien tunnistaminen oli melko haasteellista, koska ne lensivät nopeasti kukasta toiseen. Tarvittaessa kimalainen olisi pitänyt ottaa haavilla kiinni tunnistusta varten.

TUJU-hankeen kokeissa löydettiin myös harvinaisempia tuholaislajeja, jotka tosin eivät olleet sokerijuurikkaan tuholaisia. Vuonna 2021 havaittiin houkutuskasvikaistan härkäpavun siemenissä härkäpapupiilokas (*Bruchus rufimanus*). Vuosina 2022 ja 2023 kukkakaistoilla havaittiin yksittäisiä pyjamaluteita (*Graphosoma lineatum*).

Lohko, jossa yksivuotiset kukka- ja houkutuskasvikaistat sijaitsivat, kynnettiin syksyllä**.** Siemenistä ei havaittu itävän jääntikasviyksilöitä seuraavana kylvettävän viljelykasvin joukkoon, joka oli kevätvehnä.

3.4 Julkaisut

Hankkeesta viestiminen sidosryhmille (mm. viljelijät, jalostava teollisuus, sidosryhmät)

- 14.6.2021 Sucroksen viljelyneuvojille ja muulle agripuolen työntekijöille esiteltiin TUJU-hanketta ja siihen liittyviä kokeita Paimiossa. Esittelijänä toimi SjT:n tutkija Marja Palomäki.

  2.3.2022 Sucroksen viljelyneuvojille ja muulle agrisektorin työntekijöille esiteltiin TUJU-hankkeen kokeiden tuloksia. Esittelijänä toimi SjT:n tutkija Marja Palomäki.
- 7.7.2022 Sucroksen viljelyneuvojille ja muulle agripuolen työntekijöille esiteltiin TUJU-hankkeen peltokokeita ja tuloksia. Esittelijänä toimi SjT:n tutkija Marja Palomäki.
- 2.2.2023 Sokerijuurikastoimijoiden yhteistyöelimen kokous Huittinen. Toimielin koostuu juurikkaanviljelijöistä. SjT:n tutkija Marja Palomäki TUJU-hankkeen suunnitelmia kasvukaudelle.
- 19.6.2023 Sucroksen viljelyneuvojille ja muulle agripuolen työntekijöille esiteltiin TUJU-hankkeen kokeiden tuloksia. Esittelijänä toimi SjT:n tutkija Marja Palomäki
- 28.3., 1.2. ja 2.2. 2023 Sucroksen viljelypäivät. Viljelijöille ja sidosryhmille esiteltiin TUJU-hankkeen tuloksia. Esittelijänä toimi SjT:n tutkija Marja Palomäki

Ulkomaiset sidosryhmät

- 21–23.6.2022 78th IIRB Congress (International Institute for Beet Research), Mons, Belgia. TUJU-hankkeen tuloksia esiteltiin kahdella posterilla kansainvälisen sokerijuurikastutkijoiden yhteisölle. Esittelijänä toimi SjT:n tutkija Marja Palomäki.

- 31.1–1.2.2023. ICM-meeting, Berliini. SjT:n tutkija Marja Palomäki piti esitelmän TUJU-hankkeen tuloksista muille NordZuckerin toimialueen tutkimusorganisaatioille (Saksa, Ruotsi, Tanska, Puola, Liettua).

Pellonpiennartapahtumat, joissa TUJU-hanke on ollut mukana

- 29.6.2021 HiMa- ja TUJU-hankkeen yhteinen pellonpiennarpäivä, Meltolassa Paimiossa. Aiheena Kukka- ja houkutuskaistat. SjT:n tutkija Marja Palomäki esitteli TUJUn koekaistoja pellolla viljelijöille ja muille paikalle tulleille kiinnostuneille kuulijoille. Sucroksen konsulentti Marika Muntola esitteli tuholaisten tarkkailua ja Tuholaisten seurantasovellusta.
- 17.6. 2022. SORVI-pellonpiennarpäivä Meltola. SjT:n tutkija Marja Palomäki esitteli TUJU hankkeen koekaistoja pellolla viljelijöille ja muille paikalle tulleille kiinnostuneille kuulijoille. Videotallenne katsottavissa täällä https://www.youtube.com/watch?v=gRetaf7IvQM ja täällä https://www.youtube.com/watch?v=21q0B605SI0
- 14.6.2023. SjT:n 70-vuotista tutkimustyötä juhlistava peltopäivä Paimiossa. Esillä oli laajasti TUJU-hankkeen peltokokeet ja tulokset. SjT:n tutkija Marja Palomäki esitteli TUJU hankkeen kokeiden koetuloksia ja koekaistoja ja -ruutuja pellolla viljelijöille ja muille paikalle tulleille kiinnostuneille kuulijoille. Vieraita paikalla oli yhteensä 300. Videotallenne katsottavissa täällä: https://youtu.be/cbT_D5NXkn0

Lehtikirjoitukset, joissa esitelty TUJU-hanketta

- 16.7.2021. Jumppanen, A. Agrimedia. Kukkakaistoilla tuholaiset pois juurikkaan kimpusta? https://www.agrimedia.fi/juurikkaan-tuholaisvioitukset-pienemmiksi-kukkakaistojen-ja-houkutuskasvien-avulla/.

Lehtikirjoitukset, joissa tutkija Palomäki on esitellyt TUJU-hanketta ja kokeiden tuloksia

- TUJU-hanke käynnistyy. TUJU- ja HiMa-hankkeiden pellonpiennarpäivä Meltolassa. Juurikassarka 2/2021: 20–23.
- TUJU-hankkeen koetuloksia kasvukausi 2022. Juurikassarka 3/2022:35–36.
- TUJU-hanke kehittää sokerijuurikkaan tuholaistorjuntaa ja -tarkkailua. Kasvinsuojelulehti Vol 54 Nro 3 2021: 9–10.
- Houkutuskasvikaistat tuholaisten torjunnassa. Juurikasarka 3/2022: 37–40.
- Kukkakaistat monipuolistavat pellon hyönteislajistoa. Juurikassarka 1/2023:25–27.
- Kukkakaistat lisäävät sokerijuurikaspellon monimuotoisuutta. Juurikassarka Ekstra 2023: 4–10.

- Sokerijuurikkaan tuholaisten torjunta houkutuskasveilla. Juurikassarka Ekstra 2023: 11–17.
- Sokerijuurikkaan tuholaisten torjunta biologisilla valmisteilla. Juurikassarka Ekstra 2023: 18–24.
- Sokerijuurikkaan tuholaisten tarkkailu ja seuranta-AgriPortal-mobile. Juurikassarka Ekstra 2023: 25–26.

Hankkeesta viestiminen sidosryhmille (mm. viljelijät, tutkijat, kasvinjalostajat, opettajat, jalostava teollisuus):

- 14.-15.6.2022 Maataloustieteen päivät, Viikki, Helsinki. TUJU-hankkeen tuloksia esiteltiin kahdella posterilla eri sidosryhmien edustajille. Esittelijänä toimi SjT:n tutkija Marja Palomäki.
- 10.-11.1.2024. Maataloustieteenpäivät. Uusia vaihtoehtoja sokerijuurikkaan tuholaisten torjuntaan. Marja Palomäen suullinen esitys TUJU-hankkeen tuloksista.

Koulutustilaisuuksia, joissa TUJU-hanke mukana:

- 11.2.2022 SORVI-hankkeen webinaari-koulutustilaisuus. Päivän teemana oli sokerijuurikkaan kasvinsuojelu. Tutkija Marja Palomäki piti esityksen TUJU-hankkeen tuloksista 2021. Kuulijoina tilaisuudessa oli sokerijuurikkaan viljelijöitä.

4. TULOSTEN ARVIOINTI

4.1 Tulosten käytännön soveltuvuus

Kokeiden tulosten perusteella **biologisilla valmisteilla** oli vaikutusta juurikaskirppoihin, mutta vain kirppapaineen ollessa alhainen. Peltoluteisiin ei valmisteilla ollut merkittävää tehoa. Valmisteiden teho perustui niiden karkotusvaikutukseen, kuten kahvinporot. Kirpoilla ja luteilla on kitiinikuori, jonka läpi mm. öljyt, tisleet ja mäntysaippua eivät imeydy. Esim. mäntysuopaliuos tukahduttaa pehmeiden hyönteisten, mm. kirvojen ilmaputkijärjestelmän. Jos kirppapaine on erittäin korkea, on ensimmäinen tuholaisruiskutus suoritettava heti kun taimet ovat tulleet esille maasta. Biologisilla valmisteilla ruiskutuksia olisi pitänyt tehdä useammin, mikä olisi saattanut parantaa jonkin verran niiden tehoa. Tulosten perusteella kahvinporoja ja valkosipulirouhetta ei kannata levittää liian aikaisin ennen juurikkaan taimettumista, mikä heikentää niiden karkotusvaikutusta. Niille oikea levitysajankohta on juuri ennen juurikkaan taimettumista. Kokeessa testatut ruiskutettavat biologiset valmisteet, kuten öljyt, koivutisle, tolu ja mäntysaippua eivät aiheuttanut käytetyillä käyttömäärillä vioituksia sokerijuurikkaan taimiin.

Kokeessa tuholaisverkko osoittautui tehokkaimmaksi vaihtoehdoksi juurikkaan tuholaisten torjunnassa. Sen alla juurikas myös kasvoi paremmin, koska verkon alla on suotuisampi mikroilmasto. Tulosten perusteella tuholaisverkko suojasi taimia juurikkaan tuholaisilta ja sitä voidaan suositella juurikkaan tuholaisten torjuntaan. Verkko on levitettävä ennen juurikkaan taimettumista, jotta tuholaiset eivät ehdi vioittaa taimia. Käytännössä sen levittämiseen ja pois keräämiseen isoille aloille tarvitaan aputyövoimaa. Hankintakustannus on myös korkea, vaikkakin sen käyttöikä on jopa 10 vuotta. Rikkakasviruiskutuksen ajaksi verkkoa ei tarvitse ottaa pois, ruiskutusvesi menee sen läpi.

Kokeessa testatut kahvinporot, öljyt, koivutisle, tolu eikä mäntysaippua ole rekisteröity käytettäväksi kasvinsuojeluaineena. Kaikki tehoaineet pitää aina ensin hyväksyä EU:ssa ennen kuin kyseistä tehoainetta sisältävälle valmisteelle voi vyöhykkeellä hakea lupaa. Kun valmisteen käyttötarkoitus on kasvinsuojelu (esim. tuholaisten torjunta), valmisteen käyttöön tarvitaan aina käyttölupa. Käyttötarkoitus siis ratkaisee luvan tarpeen, ei esim. se, onko tehoaine kemiallinen tai biologinen ja kuinka suuria ovat tehoaineen käytöstä aiheutuvat riskit. Mäntysaippua ei ole hyväksytty kasvinsuojeluaine. Tukes kielsi vuonna 2023 mäntysaippuan käytön kasvinsuojelussa, koska sen riskeistä ja tehosta ei ole riittävää tutkimustietoa.

Hankkeen tulosten perusteella **houkutuskasveista** mikään ei varsinaisesti houkutellut juurikaskirppaa- eikä peltoludetta. Vain vuonna 2021 retikka-, rypsi- ja härkäpapu-hunajakukkaseoskaistoilla juurikkaan taimissa oli merkittävästi vähemmän kirppavioitusta kontrolliin verrattuna. Vaikka pinaatti kuuluu samaan heimoon kuin sokerijuurikas, sekään ei houkutellut juurikaskirppoja. Rypsi ja rapsi olivat selkeästi juovakirppojen ravintokasveja, sillä ne söivät taimet sitä mukaa kun ne taimettuivat. Tulosten perusteella kokeen houkutuskasvikaistoilla ei ollut houkutusvaikutusta eikä käytännön kannalta merkitystä suoraan juurikkaan tuholaisiin eivätkä ne vähentäneet juurikaskirppa- ja ludevioituksia sokerijuurikkaan taimissa. Koevuosina 2021–2023 juurikaskärpäsen eikä gammayökkösen toukkaa esiintynyt koealueella, joten niiden osalta ei saatu vioitustuloksia. Kuitenkaan tulosten perusteella juurikkaan tuholaisten torjuntamahdollisuuksia houkutuskasvien avulla ei kannata täysin tyrmätä. Houkutuskasvin voisi sijoittaa erillisenä kaistana juurikaspellon reunalle/reunoille, joista kirpat voisi torjua ruiskuttamalla. Ohran tai vehnän kylvöllä saatava tuholaisvioituksia suojaava hyöty saattaisi olla merkittävästi isompi, varsinkin kun ohra/vehnä kasvusto on tiheä ja se kylvettäisiin ennen juurikasta joko sekaan tai riviväliin. Kokeessa ei testattu tuholaisia mahdollisesti karkottavia kasvilajeja, jotka kasvaisivat juurikkaan seassa. Käytännössä houkutuskasvit ja niiden seokset monipuolistivat viljely-ympäristöä, ja niillä oli vaikutusta pölyttäjähyönteisten kantoihin samoin kuin kukkakaistoilla. Houkutuskasvikokeessa havaittuja positiivia vaikutuksia olivat, että sokerijuurikaskasvustoissa havaittiin tuholaisten luontaisia vihollisia. kuten mm. sylkikuoriaisia, leppäkerttuja ja niiden toukkia sekä maassa maakiitäjäisiä.

Hankkeen tulosten perusteella **kukkakaistoilla** ja eri kukkasiemenseoksilla ei ollut suoraa vaikutusta juurikkaan tuholaisten torjunnassa. Niiden merkitys kylvövuonna tuholaisvioitusten vähentämisessä jäi puuttumaan. Yksivuotiset kukkalajit taimettuvat hitaasti ja hitaammin kuin juurikas. Sen vuoksi ne olisi kylvettävä aikaisin, jotta ne ehtisivät kasvaa ja houkutella tuholaisten luontaisia vihollisia. Hankkeen monivuotinen kukkaista, jossa kasvoi sikuria ja kuminaa tuhoutui talven 2021–22 aikana ja seuraavana vuonna kuivuus heikensi siementen itämistä. Näin ollen monivuotisen kukkakaistan osalta tulokset saatiin vain vuodelta 2023, eikä niiden perusteella voida tehdä päätelmiä. Monivuotiset kukkakaistat voivat toimia hyötyhyönteisten talvehtimispaikkoina ja lisäksi mm. kumina ja sikuri lähtevät kasvamaan heti maan lämmettyä keväällä, joten niillä voisi olla enemmän vaikutusta juurikkaan tuholaisiin kuin yksivuotisilla kukkakaistoilla.

Kukkakaistakokeiden tulosten perusteella kukkakaistat toimivat pääasiassa pölyttäjien ja perhosten sekä tuholaisten luontaisten vihollisten sekä muille peltoluonnon hyötyhyönteisille elinympäristöinä, sillä ne tarjoavat ravintoa ja suoja- ja lisääntymispaikkoja. Eri kukkakasvien runsaudesta hyötyivät monet hyönteislajit, kuten pölyttäjät, perhoset ja maassa liikkuvat kovakuoriaiset. Kukkakaistoihin kannattaa valita seoksia tai sekoittaa itse siemenseos, joissa on eri ajankohtina ja pitkään kukkivia lajeja, jolloin

kukinta jatkuu loppukesään asti. Kokeessa tällaisia seoksia olivat Koristekukka Diana ja kukkaniittyseos. Ensimmäisinä kukkivat mm. sinappi, rapsi, ruiskaunokki ja hunajakukka. Kesällä vuorossa olivat kesäkukat, kuten maloppi, kehäkukka ja tattari, apilat ja auringonkukka.

Hankkeen aikana on havaittu, että useat viljelijät ovat kylväneet kukkakaistoja juurikaslohkon laitaan ja lohkon ympärille. Kukkakaistoilla oli positiivisia vaikutuksia maatalousympäristöön. Sen lisäksi, että ne monipuolistivat maaseudun elinympäristöjä, ne lisäävät positiivista mielikuvaa siitä, että juurikkaanviljelyssä pölyttäjien elinolojen edistäminen ja hyvinvointi huomioidaan. Edellä mainittujen positiivisten vaikutusten lisäksi, kukkakaistojen perustaminen tien lähelle tarjosi koko kesäksi silmäniloa ohikulkijoille. Kasvustosta sai myös kerättyä pitkin kesää leikkokukkakimppuja.

Tavoitteena oli kehittää sokerijuurikkaan **tuholaisten havainto- ja varoitusjärjestelmiä**, joiden avulla tieto eri tuholaisten esiintymisestä ja torjunta-ajankohdasta saadaan välitettyä juurikkaan sopimusviljelijöille. Tulosten ja viljelijäpalautteen perusteella tuholaisvioitustilanne eri sokerijuurikkaan viljelyalueilla saatiin hyvin kartoitettua. Tarkkailutilat lähettivät tuholaisten tarkkailutulokset konsulenteille kaksi kertaa viikossa, joten tuholaisten, lähinnä kirpan ja luteiden vioitustasohavainnot päivitettiin viikoittain Tuholaisten tarkkailusovellukseen. Hankkeessa saatiin koottua keskeisimpien tarkkailumenetelmien ohjeet ja kynnysarvot mobiilisti luettavaan muotoon. Tieto eri tuholaisten vioitustilanteesta näkyy viljelijän puhelimen AgriPortal mobile – sovelluksessa. Tuholaispaine ja niiden aiheuttamat vahingot vaihtelevat voimakkaasti vuosittain ja alueellisesti. Tämä korostui vuonna 2023, jolloin kirppapaine oli tavanomaista korkeampi ja kirppapopulaatio oli suuri.

Viljelijäpalautekyselyn (v. 2021) perusteella tarkkailutilojen viljelijöiden mielestä tuholaisten tarkkailu on hyödyllistä ja samalla kaikkien myös muiden lohkojen tuholaistilannetta ja tuholaisvioituksia tulee tarkemmin tarkkailtua. Tuholaisten tarkkailun tulokset sovelluksessa auttoivat viljelijöitä seuraamaan alueensa tuholaistilannetta ja ruiskutuspäätöksen teossa. Saadun palautteen perusteella sokerijuurikkaan sopimusviljelijät käyttivät Tuholaistarkkailu -sovellusta tuholaistilanteen havainnoimiseen ja hyödynsivät kartan tietoja ruiskutuspäätöksen teossa, joten se toimi sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tarkkailutilojen kesken perustettu WhatsApp-ryhmä toimi keskustelufoorumina, jossa tietoja, kuvia ja kasvinsuojelukysymyksiä jaettiin aktiivisesti koko kasvukauden ajan.

Tulevaisuudessa ei-kemiallisten torjuntamenetelmien, kuten kukkakaistojen, houkutuskasvien ja biologisten valmisteiden sekä tuholaisverkkojen merkitys saattaa sokerijuurikkaan tuholaisten torjuntakeinoina korostua, ilmaston lämpenemisen myötä ja torjunta-ainevalmisteiden määrän vähetessä. Lisäksi suppealla torjunta-ainevalikoimalla ei saada vaihtelua eri tehoryhmien välillä ja resistenssiriski kasvaa. Tuholaisten torjunnasta on tulossa entistä haasteellisempaa, koska EU tulee todennäköisesti kieltämään vähitellen insektisidien käytön pölyttäjien suojelemiseksi.

Hankkeen päätavoitteiden saavuttaminen

Hankkeessa saatiin luotua ja kehitettyä toimiva valtakunnallinen sokerijuurikkaan tuhohyönteisten havainto- ja varoitusjärjestelmä, jossa hyödynnettiin olemassa olevaa Tuholaisten seuranta -työkalua AgriPortal Mobile -sovelluksessa. Sen kautta saatiin välitettyä tieto nopeasti eri tuholaisten esiintymisestä ja torjunta-ajankohdasta juurikkaan viljelijöille. Tarkkailutilojen tuholaishavaintojen tekeminen ja lähettäminen onnistui hyvin ja konsulentit saivat havainnot eri puolilta viljelyaluetta viikoittain.

Hankkeessa houkutuskasvi- ja kukkakaistojen kasvilajistolla saatiin lisättyä maatalousympäristön monimuotoisuutta ja parannettua pölyttäjien ja tuholoisten luontaisten vihollisten elinympäristöjä. Houkutuskasvikokeissa ei löydetty varsinaisesti sokerijuurikkaan tuholaisia, pääasiassa juurikaskirppaa houkuttelevia kasveja, Sen vuoksi hankkeessa ei pystytty jalkauttamaan houkutuskasvikaistoja osaksi viljelytoimenpiteitä ja viljelykäytäntöjä. Sitä vastoin jotkin juurikkaan viljelijät kylvivät kukkakaistoja juurikaslohkon päisteeseen tai lohkon ympärille.

Hankkeessa testatuilla ruiskutettavilla biologisilla valmisteilla ei saavutettu hankkeen päätavoitetta, joka oli että hankkeessa löydetään uusia valmisteita juurikkaan tuholaisten torjuntaan. Niillä ei saatu riittävää torjuntatehoa juurikkaalla esiintyviin tuholaisiin. Sitä vastoin menetelmien kohdalla päätavoite toteutui. Tuholaisverkon levittämisellä juurikaskaistoihin saatiin paras teho juurikaskirpan ja luteen vioituksia vastaan.

4.2 Tulosten tieteellinen merkitys

Tutkimuksesta ei tehty opinnäytetöitä. Hankkeen tuloksista ei julkaistu tieteellisissä julkaisuissa.

5. Tiivistelmä

Sokerijuurikkaan optimaalisen tuholaistorjunnan ja varoitusjärjestelmien kehittäminen muuttuvassa ympäristössä -hankkeen (TUJU) toteutti Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus (SjT) yhteistyössä Meltolan kartanon kanssa. Muita yhteistyötahoja hankkeessa olivat Sucros Oy, Riistasiemen Oy ja Naturcom. Hankkeen vastuullisena johtajana toimi MMT Marja Palomäki. Ilmaston lämpenemisen myötä ja torjunta-ainevalmisteiden määrän vähetessä tarvitaan vaihtoehtoisia torjuntakeinoja sokerijuurikkaan tuholaisten torjuntaan. Tulevaisuudessa ei-kemiallisten menetelmien, kuten kukka- ja houkutuskasvikaistojen ja biologisten valmisteiden merkitys saattaa tuholaisten torjuntakeinoina korostua. TUJU-hankkeen päätavoitteena on edistää, monipuolistaa ja optimoida tuholaisten torjuntaa biologisten valmisteiden ja eri menetelmien avulla sekä kehittää sokerijuurikkaalla esiintyvien tuholaisten tarkkailua ja havainnointia ja samalla kehittää tuholaisten torjunnan varoitus- ja havainnointijärjestelmiä. Hankkeen kolmessa eri kokeissa selvitettiin kukka- ja houkutuskasvikaistojen sekä biologisten valmisteiden tehokkuutta sokerijuurikkaan tuholaisten, lähinnä juurikaskirpan ja peltoluteen torjunnassa. Näistä juurikaskirppa on merkittävin sokerijuurikkaan tuhohyönteinen Suomessa. Hankkeen tulosten perusteella ei vielä pystytty osoittamaan, että kukka- tai houkutuskasvikaistoilla olisi torjuntavaikutuksia sokerijuurikkaan tuholaisiin. Houkutuskasvilajeista ja -seoksista mikään ei varsinaisesti houkutellut juurikaskirppaa- eikä peltoludetta. Monivuotisilla kukkakaistoilla voisi olla enemmän vaikutusta juurikkaan tuholaisten torjunnassa. Varsinkin kukkakaistat ja myös houkutuskasviseokset lisäsivät peltoympäristön monimuotoisuutta ja tarjosivat ravintoa ja elinympäristöjä pölyttäjille sekä tuholaisten luonnollisille vihollisille. Biologisilla valmisteilla on mahdollista alentaa kirppavioitusten määrää, kirppapaineen ollessa alhainen. Kahvinporojen ja valkosipulirouheen teho perustu niiden karkotusvaikutukseen. Kokeessa ruiskutteena käytetyt öljyt, mäntysaippua, tolu eikä koivutisle tehonneet juurikaskirppaan eikä peltoluteeseen, koska ne eivät imeydy ko. tuholaisten kovan kitiinikuoren läpi. Tuholaisia karkottavien valmisteiden levitys, kuten kahvinporot ja valkosipulirouhe levitysmäärän ja -ajankohdan optimointi vaatisi lisätutkimusta. Kokeessa tuholaisverkko osoittautui parhaaksi vaihtoehdoksi juurikkaan tuholaisten torjunnassa, ja sen alla suojassa taimet kasvoivat nopeammin. Kuitenkin isoilla juurikaslohkoilla tuholaisverkon käyttö on käytännössä haasteellista. Sen käyttö kirpan ja luteen torjunnassa voisi olla kuitenkin mahdollista. Verkon levittämiseen

ja poisottamiseen tarvitaan työvoimaa ja sen hankintahinta on korkea. Verkko on kestävä, sen käyttöikä on sitä vastoin pitkä, noin 10 vuotta. Vihannestilat ovat ottaneet tuholaisverkot laajemmin käyttöön vuodesta 2019 alkaen mm. porkkanakempin torjunnassa.

Hankkeen torjuntamenetelmien eteenpäinvieminen vaatii kuitenkin lisää panostusta ja myös pitkäaikaisempaa tutkimustyötä. Hankkeen kokeiden tuloksilla on merkitystä, sillä osittain näitä tuloksia voidaan hyödyntää integroidussa kasvinsuojelussa ja monipuolistamaan sokerijuurikkaan viljelyn monimuotoisuutta. Hankkeessa saatiin merkittävää tutkimustietoa sokerijuurikkaan tuholaisten torjunnasta eri menetelmillä. Hanke on herättänyt kiinnostusta sokerijuurikkaan viljelijöiden keskuudessa. He ovat kylväneet kukkakaistoja juurikaspeltojen laitaan ja lohkojen ympärille. Tuholaisten havainto- ja varoitusjärjestelmän toimivuutta ja kattavuutta kehitettiin. Tuholaisten havainto- ja varoitusjärjestelmät ovat tärkeä apu viljelijöille, sille niiden kautta tieto eri tuholaisten esiintymisestä ja torjunta-ajankohdasta saadaan nopeasti juurikkaan viljelijöiden käyttöön. Nämä toimet edistävät juurikkaan tuhohyönteisten torjunnan sopeuttamista muuttuvaan toimintaympäristöön. Hankkeessa saatiin koottua keskeisimpien tarkkailumenetelmien ohjeet ja kynnysarvot mobiilisti luettavaan muotoon. Tuholaistarkkailusovellusta ja sen tietoja sokerijuurikkaan viljelijät hyödynsivät ruiskutuspäätöksen teossa, joten se toimi sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Hankkeen kokeiden tuloksista on kirjoitettu kattavasti Juurikassarka-lehdessä. Hankkeesta kirjoitettiin säännöllisesti yleistajuisia artikkeleita Juurikassarka-lehteen, joka ilmestyy kolme kertaa vuodessa ja postitetaan kaikille suomalaisille sokerijuurikkaanviljelijöille ja tutkimuslaitoksille. Hankkeen tulosten tiedotuksen kannalta erittäin tärkeitä olivat myös pellonpiennarpäivät, joita järjestettiin yhteistyössä muiden hankkeiden ja toimijoiden kanssa. Lisäksi TUJU-hankkeen tuloksia esiteltiin muissakin SjT:n ja Sucroksen organisoimissa tapahtumissa. Lisäksi hankkeen tuloksia esiteltiin kotimaisissa seminaareissa ja kansainvälisessä kongressissa sekä netissä julkaistavassa Agrimedia.fi.

6. Toimintasuositukset: LIITE Juurikassarka Ekstra - 2023

https://www.sjt.fi/?page_id=887