

JUURIKASSARKA

2023

Extra

SjT

70 v



Sisältö:

Kukkakaistat lisäävät sokerijuurikaspellon monimuotoisuutta	4
Sokerijuurikkaan tuholaisten torjunta houkutuskasveilla	11
Sokerijuurikkaan tuholaisten torjunta biologisilla valmisteilla	18
Sokerijuurikkaan tuholaisten tarkkailu ja seuranta – AgriPortal mobile	25
Tulevaisuuden lannoitusratkaisut	27
Ruiskudronet peltoviljelyssä?	29
Sokerijuurikkaan hiilensidonta	30
Voiko sokerijuurikas lisätä maan hiilipitoisuutta?	33
Viljelykierron vaikutus maaperään 2015–2023	35
Sinapinviljelyn hyödyntäminen sokerijuurikkaan viljelykierrossa	41
Kumppanuuskasvit sokerijuurikkaan viljelyssä	43
Havaintoja Sjt:n koeruuduilta	46
Syysvehnän kylvä juurikaskasvustoon -kokeilu tuotti hyvän sadon	50
Peltorobotiikka on lähitulevaisuutta	52
FarmDroid FD20 -peltorobotti syysrapsin tarkkuuskylvössä	54

Julkaisija: Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus

ISSN-L 0789-2667

ISSN 0789-2667 (painettu)

ISSN 2242-4326 (verkkojulkaisu)

Taitto: PreCicero Margita Lindgren

Paino: Paino-Kaarina Oy

Tämän lehden toteuttajat: Marja Palomäki, Marte Röme-Lindroos, Tiina From, Arvo Ekman, Jaakko Jussila, Sami Talola, Ruska Kaipainen, Sari Pulkkinen, Susanna Muurinen

Lukijalle

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen (SjT) perustamisesta tulee kuluneeksi tänä vuonna 70 vuotta ja tämän kunniaksi julkaisemme Juurikassarka-lehdestä Extra numeron.

SjT:tä voisi kuvailla sanoilla kompakti, dynaaminen, luotettava ja mukautumiskykyinen. SjT:n perustehtäviä ovat sokerijuurikkaanviljelyn kehittämien maassamme ja sokerijuurikkaanviljelyn tutkimustulosten soveltaminen käytäntöön viljelijöiden taloudellisten toimintaedellytysten parantamiseksi. Näitä tavoitteita on viety eteenpäin niin muuttuvassa miljöössä kuin EU:n tuomissa uusissa haasteissakin yhdessä sokeriteollisuuden ja viljelijöiden kanssa. Viimeiset kymmenen vuotta SjT:n toiminta ei ole ollut pelkästään vauhdikasta vaan myös hyvin tehokasta ja tuloksellista.

Vuosina 2015 ja 2016 Tutkimuskeskus toteutti jälleen koko keskuksen muuton uuteen paikkaan. Toiminta siirrettiin Piikkiöstä Paimioon, Meltolan kartanoon. Nykyiset Tutkimuskeskukselle vuokratut toimitilat ovat mitä ihanteellisemmat pienelle tutkimusyhteisölle. Koetoimintaa pystyttiin toteuttamaan täydellä teholla jo muuttovuonna. Noina vuosina toteutettiin mm. viimeisiä pitkään jatkuneita kenttäkokeita Conviso-juurikkaan osalta. Lopulta vuonna 2019 KWS ja Bayer lanseerasivat Conviso-systeemin markkinoille. Uusi systemi toi tullessaan odotettuja hyötyjä, mutta myös monia haasteita ja niiden ratkaisemiseksi SjT:llä on jatkettu Convison koetoimintaa tänäkin vuonna. Conviso huumen yhteydessä seurattiin tarkasti EU:n päätöksentekoa kestävä kehityksen eteenpäin viemisessä. Vuonna 2019 EU:ssa julkaistiin ”Euroopan vihreän kehityksen -ohjelma” ja siihen liittyen ”Pellolta pöytään -strategia”.



Vielä 2019 ei Tutkimuskeskuksessa tiedetty/ymmärretty täysin noiden strategioiden tulevaa vaikutusta Tutkimuskeskuksen tuleviin vuosiin, vaan keskityttiin täydellä teholla maanparannusaineiden, kuten rakennekalkin ja kipsin vaikutuksiin sokerijuurikaspelloilla. Rakennekalkin osalta Sjt osallistui yhtenä toimijana 2019–2021 toteutettuun laajaan Ympäristöministeriön tilaamaan tutkimushankkeeseen. Vaikka hanke keskittyi pääasiassa vesistönäkökulmaan, tarjosi Sjt hankkeelle tietoa rakennekalkin sato- ja ravinnevaikutuksista.

Sokerijuurikkaan ravinneasiat ovat olleet vahvasti mukana Sjt:n tutkimustoiminnassa kautta toimintahistorian. Vuosina 2017–2018 tehtiin laajaa yhteistyötä Sucroksen ja Yaran kanssa selvitettyä sokerijuurikaslohkosten viljavuustilanteita ja kasvin ravitsemusta. Pitkään jatkuneita selvityksiä satoisempien sokerijuurikaslaajien typen, fosforin ja kaliumin tarpeesta laajennettiin myös rikkiin. Näiden tutkimusten pohjalta työtä jatketaan yhä typen osalta.

Vuonna 2020 alkoivat sitten hahmottua EU:n kestävä kehityksen suunnitelmien vaikutukset myös Sjt:n tulevaisuuden tutkimuksissa toden teolla. Esitetyt haasteet olivat suuria ja niihin vastaaminen vaati uudenlaista ajattelua myös tutkimuksen toteutuksessa. Painopiste kasvin suojeleminen on siirrettävä enemmän integroituun kasvin suojelemaan pois päin pelkistä kemiallisista torjunnasta. Hiilensidontaa olisi tehostettava myös sokerijuurikaspelloilla ilmastotavoitteiden edistämiseksi. Ympäristön biodiversiteettiä olisi monipuolistettava ja sokerijuurikkaan viljelyä varjostanutta ”monokulttuuri” -pilveä olisi kirkastettava.

Vuonna 2021 Sjt:llä käynnistyi yhteensä kolme, ulkopuolista rahoitusta saanutta, hanketta, joiden avulla näihin edellä mainittuihin haasteisiin pyrittiin löytämään ratkaisuja. SORVI, Parhaat mahdolliset viljelykierrot -hanke jatkoi koulutushankkeiden sarjaa, jolla on voitu jakaa tietoa ja tutkimustuloksia niin Sjt:ltä kuin myös ulkomailta suoraan viljelijöille. Nämä koulutukset ovat olleet todella suosittuja ja tukeneet koti-

maista sokerijuurikkaan viljelyä mitä parhaimmalla tavalla. SORVI-hanketta rahoitti Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto. TUJU, Sokerijuurikkaan optimaalisen tuholaistorjunnan ja varoitussäätöjärjestelmien kehittäminen muuttuvassa ympäristössä-hanke sai rahoitusta Makeralta ja keskittyi tekemään ensiarvoisen tärkeää selvitystyötä sokerijuurikkaan biologisessa kasvinsuojelussa. Tällaista ei Suomessa ole sokerijuurikkaalla aiemmin tehty. HiMa, Sokerijuurikaslohkosten maksimaalisen hiilensidontan parantaminen oli puolestaan Nappaa Hiilestä Kiinni -rahoitusta saanut hanke. Sen puitteissa on selvitetty suomalaisen sokerijuurikkaan hiilensidontan tilannetta, haettu ratkaisuja sen parantamiseksi sekä kehitetty menetelmiä, joilla saataisiin maaperäystävällinen ja talviaikainen kasvipeitteisyys sokerijuurikaslohkostoille sadonkorjuun jälkeen.

Vaikka edessä olevat muutokset tuntuvat nyt hurjilta, haastavilta ja mahdottomilta saavuttaa, tuovat ne tullessaan myös nopeasti kehittyviä uudenlaisia apuvälineitä. Nämä haasteet tulevat varmasti nopeuttamaan kevyempien peltotyökalujen, kuten peltorobottien ja ruiskudroonien kehitystä, käyttöönottoa ja lainsäädännön muuttamista.

Tähän lehteen on koottu Tutkimuskeskuksella toteutettujen ja nyt päättyvien hankkeiden tuloksia. Mukaan on otettu myös peltorobottien käyttökokeita kasvukaudelta 2023 sekä pieni katsaus tulevaisuuden täsmäteknologiasta eli ruiskudroonista.

Kotimainen sokerijuurikkaan tutkimus ei olisi mitään ilman osaavaa, joustavaa ja innovatiivista henkilökuntaa. Suuri kiitos tämän lehden sisällöstä kuuluu Sjt:läisille, nykyisille ja viimeisen kymmenen vuoden aikana talossa vakituksina olleille: Marte Römer-Lindroos, Marja Palomäki, Hanne Riski, Markus Sjöholm, Jaakko Jusila, Arvo Ekman, Tiina From, Ruska Kaipainen, Sami Talola, Harri Louramo, Sakari Malmilehto, Lauri Parkkunen, Sari Pulkkinen sekä kaikille kesätyöntekijöille, jotka ovat olleet apunamme. Paimiossa, lokakuussa 2023.

—→ Susanna ←—





TUJU-hankkeen (2021–2024) tavoitteena on sokerijuurikkaan optimaalisen tuholaistorjunnan ja varoitusjärjestelmien kehittäminen muuttuvassa ympäristössä. Hankkeessa etsittiin vaihtoehtoisia ratkaisuja sokerijuurikkaan tuholaisten torjuntaan houkutuskasvi- ja kukkakaistoilla sekä biologisilla valmisteilla. Lisäksi hankkeessa kehitettiin juurikkaan tuholaisten tarkkailua ja tuholaisten varoitusjärjestelmiä. Hanke on Maatilatalouden kehittämisrahaston (Makera) rahoittama ja osarahoittajina ovat Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus (SjT) ja Sucros Oy. Hankkeen kokeet toteutettiin Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen koeruuduilla.

Sokerijuurikkaan tuholaisten torjunta on haasteellista, sillä torjuntaan sallittujen tehoaineiden määrä EU:ssa vähenee jatkuvasti. Siementen peittauksessa ei ole tällä hetkellä käytettävissä tehokasta torjunta-ainetta. Ruiskutukset pyretroidivalmisteilla ovat ainoa keino torjua tuholaisten vioituksia. Tämä lisää resistenssin kehittymisen riskiä tuholaipopulaatioissa. Samanaikaisesti myös tarve/paine kehittää vähemmän torjunta-aineista riippuvaa tuotantoa on kasvanut.

Kukkakaistat lisäävät sokerijuurikaspellon monimuotoisuutta

Laajat monokulttuuripellot tarjoavat niukalti suojapaikkoja ja ravintoa pölyttäjille, tuholaisten luontaisille vihollisille ja linnuille. Peltojen laidoille kylvetyt kukkakaistat tarjoavat elinympäristön, ruokaa, lisääntymis- ja suojapaikkoja tuholaisten luontaisille vihollisille sekä muille hyötyhyönteisille ja edistävät niiden populaatioiden kasvua. Lisääntymistä varten pölyttäjät tarvitsevat ravintoa myös jälkeläisilleen. Erityisesti kukkakaistojen on havaittu lisäävän pitkällä aikavälillä pölyttäjälajeja intensiivisesti viljellyillä viljelyalueilla (Buhk ym. 2018). Myös pikkulinnut löytävät

kukkakaistasta suojaa ja ravintoa. Kukkakaistojen kylväminen sokerijuurikaspelloille ja niiden ympäristöön on yksi luonnon monimuotoisuuden edistämistoimista (Uyttenbroeck ym. 2015). Ulkomaisessa tutkimuksessa yksivuotisilla kukkakaistoilla on todettu olevan hyvä tehokkuus tuholaisten torjunnassa. Niiden havaittiin alentavan viljakirppojen tasoa taloudellisen torjuntakynnyksen alapuolelle (Tachumi ym. 2015). Kukkakaistoista hyötyvät myös muut viljelykasvit. Pölyttäjien runsastuminen ja hyvinvointi lisää mm. hyönteisten pölyttämistä tarvitsevien kasvien satoa (Rundlöf ym. 2018).



Harsokorento ja sen toukka saalistavat enimmäkseen kirvoja ja muita pieniä hyönteisiä. Juurikas- kirpan toukan luontaisia vihollisia ovat mm. harsokorenon toukat. Aikuiset sylkikuoriaiset syövät pääasiassa mettä ja siitepölyä, mutta ne voivat syödä jossain määrin myös kirvoja ja muita pienempiä hyönteisiä. Leppäkerttu ja kukkakärpänen ja niiden toukat saalistavat pääasiassa kirvoja. Leppäkerttu voi syödä jopa 50 kirvaa päivässä. Maassa liikkuvat maakiitäjaiset, petokovakuoriaiset ja hämähäkit ovat yleispetoja. Maakiitäjaiset syövät hyönteisiä. Niiden toukat pyydystävät vahvoilla leuoillaan pieniä hyönteisiä.

Kokeen toteutus

Kukkakaistakokeen tarkoituksena oli tutkia mitä pölyttäjälajeja ja tuholaisten luonnollisia vihollisia esiintyy kukka- ja juurikaskasvustoissa ja maan pinnalla, sekä vähentävätkö kukkakaistat tuholaisten vioituksia juurikkaan taimissa.

Kokeeseen valittiin erilaisia kukkakasviseoksia (taulukko 1). Kaikissa seoksissa oli monipuolisesti eri aikaan kukkivia lajeja. Eniten kukkivia lajeja sisälsi Koristekukka Diana ja Niittykukkaseos (taulukko 1). Tattari oli mukana, koska se on hyvä mesikasvi. Monimuotoisuus Niitty Dia-

na -siemenseoksella kylvettiin kaksivuotinen kukkakaista.

Koe perustettiin vuosittain siten, että yksivuotiset kukkakaistat kylvettiin 5 metrin levyisinä kaistoina, joiden väliin kylvettiin juurikaskaista. Kaistojen pituus oli 20 metriä. Lisäksi vuonna 2023 kukkakaistat kylvettiin peräkkäin juurikaspellon laitaan. Kukkaseokset kylvettiin vuosina 2021–2022 haran päälle sijoitetulla keskipakolevittimellä. Vuonna 2023 kylvö tapahtui juko-kylvölannoittimen erillisellä piensiemenaatikolla, jolloin siemenet itivät paremmin, sillä ne tulivat tasasyvytyteen (2 cm). Kukkaseosten kylvömäärät vaihtelivat 8–20 kg/ha välillä. Tattarin kylvömäärä oli 40 kg/ha. Juurikas- ja kukkakaistojen keskimääräinen kylvöpäivä oli 17. toukokuuta.

Kaksivuotinen kukkakaista kylvettiin vuonna 2021. Kaistan pituus oli 30 metriä ja leveys 5 metriä. Kylvömäärä oli 15 kg/ha. Kesällä kukkivat ruiskaunokki ja hunajakukka. Syksyllä kaistassa kasvoi hyvä sikuri- ja kuminakasvusto, jonka jääpeite kuitenkin tuhosi talven aikana. Kaista kylvettiin uudestaan samaan paikkaan vuonna 2022. Kevät oli kuiva ja siemenet itivät huonosti, kasvusto oli harva ja rikkakasvit kasvoivat läpi

Taulukko 1. Kukkakaistakokeen siemenseokset ja niiden lajikoostumus.

	Sisältää
Pölytys Diana Malmgård Riistasien	Veriapila 20 %, hunajakukka 20 %, persianapila 20 %, rehuvirna 20 %, öljyretikka 20 %
Mesi- ja Perhospelto Malmgård Riistasien	Hunajakukka 16 %, rehuvirna 8 %, keltasinappi 18 %, auringonkukka 15 %, tattari 15 %, öljypellava 10 %, kevättrapsi 8 %, persianapila 10 %
Koristekukka Diana, Malmgård Riistasien	Kehäkukka 10 %, ruiskaunokkiseos 12 %, kruunupäivänkakkarakaseos 7 %, kesälemmikki 9 %, kesäharso 6 %, pellava 10 %, silkkimaloppi 10 %, oopiumunikko 4 %, pioniuunikko 8 %, hunajakukka 8 %, kesämalvikki 16 %
MMP-Kukkaniittyseos Naturcom	ruiskaunokki 6 %, puna-ailakki 1 %, keltasauramo 1 %, siiankärsä 1 %, päivänkakkara 2 %, unikko 1 %, niittyhumala 1 %, hunajakukka 10 %, keltamaite 15 %, valkoapila 2 %, persianapila 15 %, niittynurmikka 15 %, jäykkänata 20 %, westerwoldin raiheinä 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 %, kevättrapsi 10 %
Niittykukkaseos	Hunajakukka, kehäkukka, ruiskaunokki, maloppi, harsokukka, kurkkuyrtti, unikko, silkkikukka
Viljatattari, Naturcom	
Monimuotoisuus Niitty Diana Malmgård Riistasien	Jäykkänata 63 %, kumina 15 %, sikuri 8 %, hunajakukka 10 %, päivänkakkara 2 %, ruiskaunokki 2 %



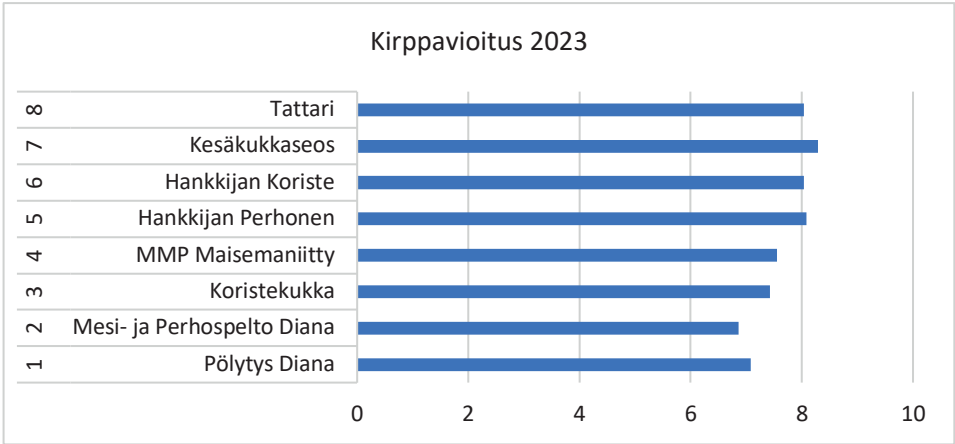
(valvatti, peltosaunio). Vuonna 2023 kylvettiin vielä samaan paikkaan uudelleen ja kasvusto kasvoi hyvin koko kesän ja syksyn.

Juurikaskaistoilla kasvanut juurikas lannoitettiin normaalisti 140 kg N/ha. Juurikkaan siemenissä ei ollut tuholaisteita. Kukkakaistojen lannoitus tehtiin taimettumisen jälkeen, jolloin kais-toihin levitettiin lannoite käsin (40 kg N/ha).

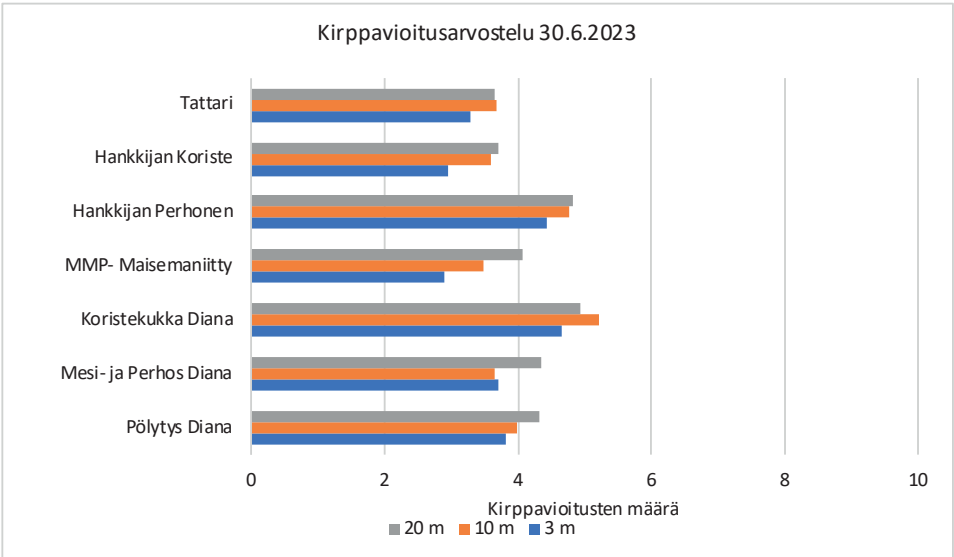
Vioitusarvostelussa arvosteltiin kirpan syönti-kolojen ja -reikien määrä juurikkaan taimissa arvosteluasteikolla 0–10: = ei vioitusta, 10 = kasvi täysin tuhoutunut. Ludevioituksessa arvosteltiin lehti- ja kasvupistevioitus. Vierekkäin kylve-

tyiltä juurikaskaistoilta arvosteltiin 50 tainta per kaista kolmesta kerranteesta. Peräkkäin kylve-tyssä kukkakaistakokeessa arvosteltiin kirppo- jen vioitus pellon juurikkaan taimista 3, 10 ja 20 metrin etäisyydeltä kukkakaistoista.

Pölyttäjähönteisten ja tuholaisten luontaisten vihollisten määrät kukkakasvustoista laskettiin kolmesta kohtaa kukkakaistaa 12.7.2022. Petoni- veljalkaisten, kuten maakiitäjien ja hämähäkkien määriä kaistoissa määritettiin maahan kaivetuil- la kuoppa-ansoilla. Kaksi ansaa per kaista laitetiin maahan 15.7. ja ne otettiin pois 28.7.2023. Ne tyhjennettiin kaksi kertaa viikossa.



Kuva 1. Kirppojen vioitusmäärä juurikkaan taimissa eri kukkakaistojen vieressä 1.6.2023. Arvostelu tehtiin 50 taimesta/kaista.



Kuva 2. Kirppojen vioitus juurikkaan taimissa 3, 10 ja 20 m etäisyydellä kukkakaistoista. Arvostelu tehtiin 30.6.2023.



Tuholaisten voitukset

Juurikaskasvustoista arvosteltiin kirppojen ja luteiden voitusten määrää. Koelohkoilla vuonna 2021 ja vuonna 2023 kirppa- ja ludepaine oli korkea, sitä vastoin vuonna 2022 melko alhainen. Kuvan 1. tuloksista voidaan nähdä, että kirpan voitusten määrä oli korkea, keskimäärin 8 (=runsaasti kirpan voituksia, 80 % taimen lehtialasta voittunut) ja että kukkakaistat juurikaistojen vieressä eivät vähentäneet kirppojen voituksia sokerijuurikkaan taimissa. Lohkolla, jossa kukkakaistat kylvettiin peräkkäin, kirppapaine oli huomattavasti alhaisempi, keskimäärin 4 (kuva 2) johtuen eri kylvöajankohdasta. Lähempänä kukkakaistoja kirpat voittivat juurikkaan taimia hieman vähemmän.

Kukkakaistat houkuttelevat monia hyönteislajeja

Kukkakaistan kasveissa havaittiin tuholaisten luontaisia vihollisia, leppäpirkkoja sekä niiden toukkia ja kukkakärpäsiä. Harsokorentoja ei havaittu. Lisäksi kukat houkuttelivat kimalaisia (kontu-, kivikko- ja mustakimalainen) sekä mehiläisiä. Pölytys Diana, Mesi- ja Perhospelto ja Koristekukka Diana -kaistoissa vieraili eniten mehiläisiä ja kimalaisia (taulukko 2). Kaistoissa vieraili myös päiväperhosia. Vuonna 2023 kukkakaistoissa oli enemmän pölyttäjiä kuin vuonna 2022 (taulukko 3). Leppäkerttuja tai niiden toukkia ei ollut missään kukkakaistassa. Kesällä 2021 kukkakaistoista ei laskettu hyönteislajeja, mutta havaintojen perusteella silloin oli enemmän perhoslajeja, kuten sitruuna- ja nokkosper-

Taulukko 2. Pölyttäjähönteisten ja tuholaisten luontaisten vihollisten määrät kukkakaistoissa 12.7.2022.

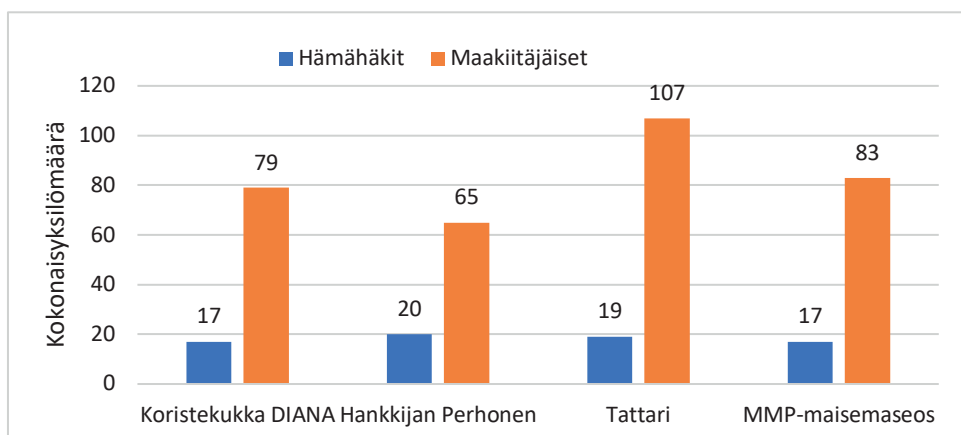
	Pölytys Diana	Mesi- ja Perhos- Diana	Koristekukka Diana	Hankkijan Perhonen	Hankkijan koriste	Seoskukka- niitty
Tarhamehiläinen	22	19	20	13	14	11
Mantukimalainen	2	2	4	3	4	3
Kontukimalainen	1	0	2	1	1	1
Peltokimalainen	0	1	1	2	1	1
Kukkakärpänen	1	3	0	1	1	1
Leppäkerttu	1	1	1	0	0	2
Kaaliperhonen	1	0	1	0	0	0
Nokkosperhonen	0	2	0	1	0	0
Yhteensä	28	28	29	21	21	19

Taulukko 3. Pölyttäjähönteisten ja tuholaisten luontaisten vihollisten määrät kukkakaistoissa 18.7.2023

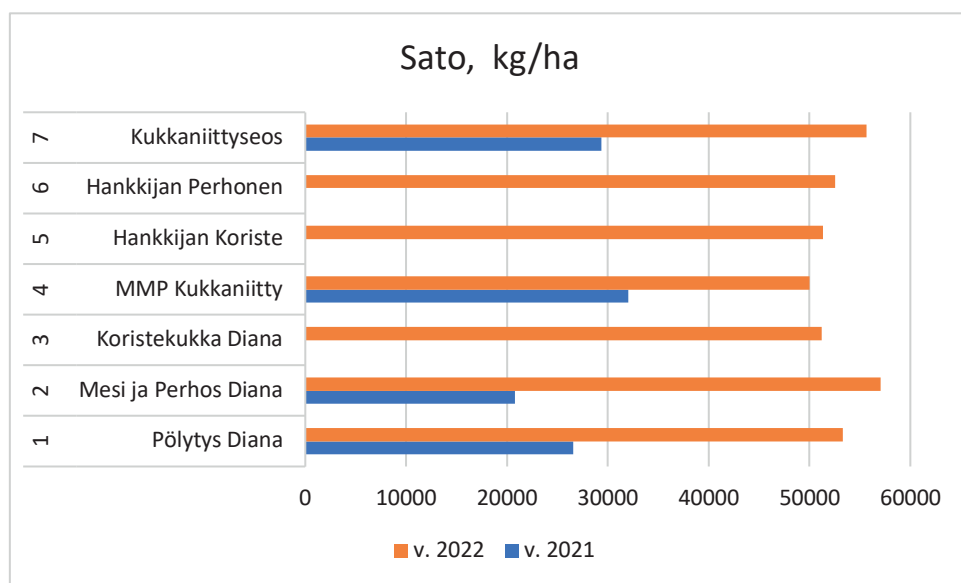
	Pölytys Diana	Mesi- ja Perhos- Diana	Koriste- kukka Diana	MMP Maisema- niitty	Hankkijan Perhonen	Hankkijan Koriste	Kukka- niitty	Tattari
Tarhamehiläinen	9	5	5	21	14	18	10	2
Mantukimalainen	27	9	22	31	16	14	12	20
Kontukimalainen	4	2	4	9	6	14	5	5
Kivikkokimalainen	5	3	9	11	3	4	1	1
Pensaskimalainen	1	0	3	0	0	0	0	0
Kartanokimalainen	2	4	2	5	0	5	1	1
Kukkakärpänen	11	4	9	11	16	10	5	10
Ampiaisen	0	0	0	0	0	0	2	1
Kaaliperhonen	5	2	0	2	5	0	2	1
Yhteensä	64	29	54	90	60	65	38	41







Kuva 2. Maakiitäjäisten ja hämähäkkien määrä kuoppa-ansoissa eri kukkakaistoissa v. 2023. Kaksi kuoppa-ansaa/kaista. Tulokset ovat koko keräysajan kokonaismäärä.



Kuva 3. Sokerijuurikkaan sadot vuosina 2021 ja 2022.

hosia sekä sinisiipiä. Myös kukkakärpäsiä, leppäpirkkoja ja sylkikuoriaisia havaittiin vuonna 2021 enemmän kuin seuraavina vuosina.

Sokerijuurikkasvustoissa ja maan pinnalla havaittiin runsaasti sylkikuoriaisia ja leppäpirkkoja sekä niiden toukkia.

Maata pitkin liikkuvista petoniveljalkaisista maakiitäjäisiä esiintyi kukkakaistoissa eniten (kuva 2). Erityisesti tattarikaistalla maakiitäjäiset olivat huomattavasti aktiivisempia kuin muilla kukkaseoskaistoilla. Hämähäkkien aktiivisuus oli melko sama kukkakaistasta riippumatta (kuva 2).

Kukkakaistat tuottavat myös biomassaa

Pölytys Diana-, Mesi- ja Perhospelto-, MMP-kukkaniitty- ja Monivuotoisuus Niitty Diana -kaistoista otettiin kasvustonäytteet biomassamääritystä varten vuoden 2021 elokuussa. Kuiva-ainetta kertyi kaistoista keskimäärin 1700–1800 kg/ha. Elokussa erityisesti apilat olivat hyvässä kasvussa. Kaksivuotisessa kukkakaistassa sikurinlehtien kuiva-ainemäärä oli 5000 kg/ha ja paalujuurten 4000 kg/ha. Sikuri on monivuotinen kasvi ja se kukkii kylvöä seuraavana vuonna.



Sokerijuurikkaan sato

Vuosien 2021 ja 2022 välillä sokerijuurikkaan sadoissa oli tilastollisesti merkitsevä ero (kuva 1). Pienempi sato vuonna 2021 selittyy sillä, että kevät oli erittäin kuiva ja kasvustot jäivät aukkoisiksi. Sadoissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa koejäsenten välillä vuonna 2022. Soke-ripitoisuus oli keskimäärin 16 % vuonna 2021 ja vuonna 2022 se oli 17,5 %.

Yhteenveto

Vuosien 2021–2023 kokeiden tulosten perusteella kukkakaistat sokerijuurikkaan vieressä eivät vähentäneet kirppojen eivätkä luteiden vioituksia sokerijuurikkaan taimissa. Kukkakaistoilla saatiin myös positiivisia tuloksia, sillä ne lisäsivät pellon kasvi- ja hyönteislajiston monimuotoisuutta. Kaikki kokeessa testatut kukkaseokset olivat hyviä mesikasviseoksia. Ne houkuttelivat tuholaisten luontaisia vihollisia, pölyttäjiä ja perhosia tarjoamalla niille ravintoa ja suojapaikkoja. Erityisesti kimalaisia ja tarhamehiläisiä houkuttelivat eniten kukkakaistat, joissa kasvoi runsaasti eri aikaan kukkivia lajeja.

Kukkakasvit taimettuvat hitaasti ja sen vuoksi ne tulisi kylvää aikaisin keväällä, jotta ne ehtisivät taimettua ja houkuttelisivat sokerijuurikkaan tuholaisten luontaisia vihollisia jo ennen juurikkaan taimettumista. Perustamiseen kannattaa kiinnittää huomioita, jotta taimettuminen olisi tasaista. Harvassa kasvustossa rikkakasveille jää tilaa kasvaa. Esim. savikka kannattaa niittää kukkakasvuston tasalta, ettei se lisää pellon siemenpankkia. Monivuotiset kukkakasviseokset kukkivat vasta toisena vuotena. Monivuotisessa seoksessa on yleensä myös yksivuotisia kasveja, kuten mm. hunajakukkaa ja ruiskaukkia, jotta saadaan jo ensimmäisenä vuonna vahva kasvusto ja kukkia pölyttäjille. Odotamme mielenkiinnolla, miten sikuri ja kumina lähtevät kasvamaan ja kukkimaan ensi vuonna. Hankkeen kaksivuotisen kukkakaistan haasteet olivat talvehtimisessä sekä kuivassa keväessä.

Kukkakaistoihin on saatavissa erilaisia kukkasiemensekoituksia. Kukkaseoksia on tullut markkinoille usealta eri toimijalta. Ennen ostoa kannattaa varmistaa, että ne eivät sisällä lajeja, joista voi tulla rikkakasviongelma. Siemenseoksessa tulee olla eri aikaan ja kukinnoiltaan erilaisia lajeja, jolloin ravintoa riittää koko kesän ajan ja pitkälle syksyyn.

Parantamalla maatalousympäristön monimuotoisuutta kylvämällä kukkakaistoja pelloille, parannetaan pölyttäjien ja tuholaisten luontaisen vihollisten elinympäristöä ja samalla niiden lisääntymismahdollisuuksia. Positiiviset vaikutukset hyötyhyönteisten määriin voivat näkyä vasta useamman vuoden kuluttua. On ollut hienoa myös havaita, että hankkeen aikana viljelijät ovat innostuneet kylvämään kukkakaistoja juurikaspeltojen laitaan. Nämä kukkakaistat ovat tehneet maisemasta värikkäämmän. Vaikka kukkivat kaistat tuovat paljon silmäniloa ohikulkijoille, kannattaisi myös kokeilla leveämpiä kukkakaistoja lohkon keskelle tai metsien reunan ja kauemmaksi vilkkaiden teiden varsilta.

Kukkivien kaistojen perustamisvaiheessa kannattaa perehtyä ekojärjestelmätuen tukiohjeisiin. ([https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ekojarjestelmatuki/tukiehdot-ekojarjestelmatuki-2023/#id-polyttajahyonteis--ja-maisemakasvien-tukiehdo](https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ekojarjestelmatuki/tukiehdot-ekojarjestelmatuki/tukiehdot-ekojarjestelmatuki-2023/#id-polyttajahyonteis--ja-maisemakasvien-tukiehdo).)

Kirjallisuus

- Buhk, C., Oppermann, R., Schanowski, A., Bleil, R., Lüdemann, J. & Maus, C. 2018. Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecology*: 1-13.
- Uyttenbroeck, R., Hatt, S., Piqueray, J., Paul, A., Bodson, B., Francis, F. & Monty A. 2015. Creating perennial flower strips: Think functional! *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 6: 95–101.
- Tchumi, M., Albrecht, M., Entling M. H., & Jacot, K. 2015. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proceedings of the Royal Society B*. 282: 1–8.
- Rundlöf, M., Lundin, O. & Bommarco, R. 2018. Annual flower strips support pollinators and potentially enhance red clover seed yield. *Ecology and Evolution* 8: 7974–7985.



Sokerijuurikkaan tuholaisten torjunta houkutuskasveilla

TUJU-hankkeen houkutuskasvikokeen tavoitteena oli löytää sekä testata kasveja, jotka houkuttelisivat sokerijuurikkaan tuholaisia, pääasiassa juurikaskirppaa ja peltoludetta sekä gammayökköstä. Ajatuksena oli, että juurikkaan tuholaiset jäisivät ruokailemaan houkutuskasveihin ja siten niiden määrä ja vioritukset vähensivät juurikkaan taimissa. Samoin kuin kukkakaistat, houkutuskasvikaistat houkuttelevat hyötyhyönteisiä pellolle tarjoamalla ravintoa, lisääntymis- ja suojapaikkoja tuholaiden luontaisille vihollisille sekä pölyttäjiille. Houkutuskasvikaistat sokerijuurikkaselloilla ja niiden ympäristössä ovat yksi pellon monimuotoisuuden edistämistoimista. Kukkivat elinympäristöt lisäävät pellon hyötyhyönteis- ja pölyttäjäpopulaatioita. Jönsson ym. (2015) mukaan kukkakaistat eivät vain houkuttele pölyttäjiä paikallisesti, vaan ne voivat lisäksi lisätä pölyttäjien määrää erityisesti laajoilla viljelyalueilla.

Kokeen toteutus

Kokeessa olivat verranteina kontrolli (ei peittäusta) sekä siemenpeittäus Force (v. 2021–2023), Gaucho (v. 2022) ja Buteo Start (v. 2023) -valmistilla ilman houkutuskasvia.

Houkutuskasvit kylvettiin Juko-kylvölannoittimella kaistoina juurikaskaistan molemmin puolin. Kaistojen leveys oli 5 m ja pituus 30 m. Houkutuskasveina testattiin rypsiä, rapsia, retikkaa, sinappia, pinaattia sekä seoksia herne+rypsi, rypsi+härkäpapu, härkäpapu+hunajakukka, härkäpapu+hunajakukka+virna ja härkäpapu+hunajakukka+tattari. Rypsin, rapsin ja sinapin kylvömäärät olivat 8 kg/ha (2021–2022) ja 12 kg/ha vuonna 2023. Pinaattia kylvettiin 30 kg/ha. Rypsin kylvömäärä oli 6 kg/ha herneen ja härkäpavun kanssa. Härkäpavun ja herneen kylvömäärä oli 150 kg/ha. Seoksissa hunajakukkaa oli 10 kg/ha, virnaa 40 kg/ha ja tattaria 30

Taulukko 1. Houkutuskasvikokeen koejäsenet v. 2021–2023.

Juurikaskaistat	Houkutuskasvikaistat
1. Ei tuholaispeittäusta, kontrolli	ei
2. Force	ei
3. Gaucho-Force	ei
4. Buteo Start	ei
4. Ei tuholaispeittäusta	Retikka
5. Ei tuholaispeittäusta	Rapsi
6. Ei tuholaispeittäusta	Rypsi
7. Ei tuholaispeittäusta	Sinappi
8. Ei tuholaispeittäusta	Pinaatti
9. Ei tuholaispeittäusta	Härkäpapu + hunajakukka
10. Ei tuholaispeittäusta	Härkäpapu + hunajakukka + rehuvirna
11. Ei tuholaispeittäusta	Härkäpapu + hunajakukka + viljatatar
12. Smart Iberia, Force	Ohra



kg/ha. Vuonna 2023 levitettiin pintalevittimellä ohraa 100 kg/ha yhdelle juurikaskaistalle ennen juurikkaan kylvöä.

Herne ja härkäpapu saivat kylvön yhteydessä 40 kg N/ha starttilannoituksen vuonna 2021. Seuraavina vuosina kaikki houkutuskasvikasvat lannoitettiin kylvön yhteydessä 25 kg N/ha, jotta kasvu olisi parempaa.

Juurikaskaistoissa oli kahdeksan riviä ja käytetty lannoitusmäärä oli 140 kg N/ha. Houkutuskasvikasvatoiden välissä käytettiin juurikkaan siementä ilman tuholaispeittausta. Keskimääräinen kylvöpäivämäärä oli 15.5. sekä juurikkaalla että houkutuskasveilla.

Kirppojen vioitukset arvosteltiin taimista silmämääräisesti arvosteluasteikolla 0–10: 0=ei yhtään vioitusta, taimi täysin terve, 10= lehdet täysin kirpan tuhoamat, 100 % taimen lehtialasta vioittunut, sirkkalehdet puuttuvat.

Maassa liikkuvien yleispetojen määrää, kuten maakiitäjäiset ja hämähäkit, tutkittiin maahan

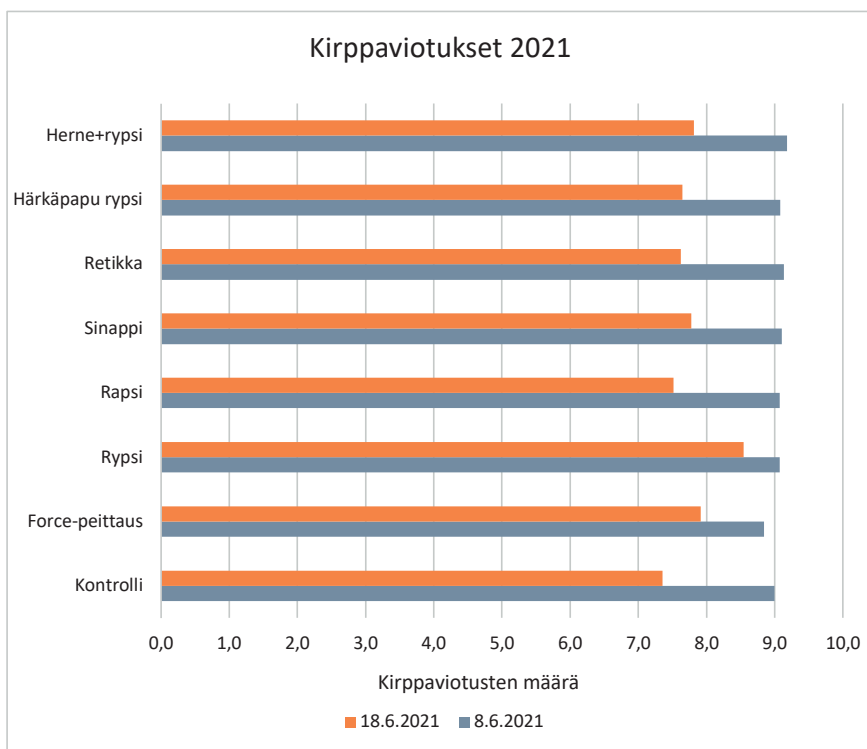
kaivetuilla kuoppa-ansoilla (2 ansaa/kaista) vuosina 2022 ja 2023. Ansat olivat paikoillaan kolmen viikon ajan ja ne tyhjennettiin kaksi kertaa viikossa.

Juurikaskaistoista nostettiin sato vuonna 2021 ja 2022. Vuonna 2022 sato jätettiin nostamatta kais-toista, jotka olivat rypsin, rapsin ja retikan välis-sä, koska kaistat olivat tyhjiä kirppojen tuhottua taimet.

TULOKSET

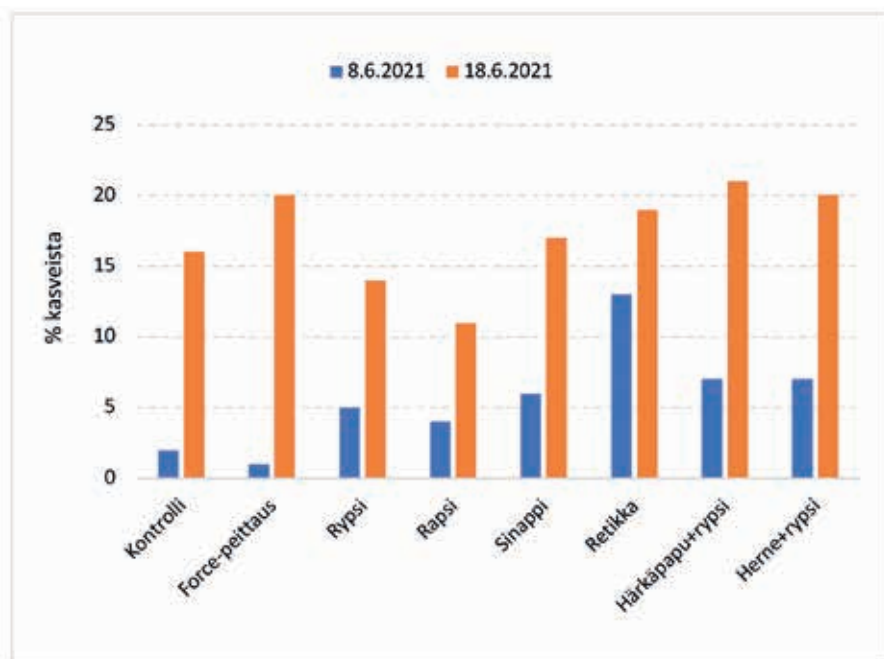
Tuholaisten vioitukset vuonna 2021

Kirppoja oli paljon ja ne vioittivat juurikkaan taimia runsaasti. Kuvasta 1. nähdään, että vioitukset olivat korkealla tasolla 8.6. (arvosteluarvo 9 = erittäin runsaasti kirpan vioituksia, 90 % taimen lehtialasta vioittunut) ja hieman matalam-malla tasolla 18.6. (7,5). Koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja kirppavioitusten määris-sä kummallakaan arvostelukerralla. Aaltojuova-kirpat söivät rapsi- ja rypsikaistojen kasvit koko-naan. Myös retikan ja sinapin kasvustot kärsivät runsaista kirppavioituksista, mutta kasvusto kuitenkin selvisi kohtaisesti hengissä.



Kuva 1. Kirppojen vioitusmäärät juurikkaan taimissa 8.6.2021 ja 18.6.2021 tehdyissä arvosteluissa. Arvostelut tehtiin 50 taimesta ja kolmesta kerranteesta.





Kuva 2. Luteen vioittamien taimien osuus (%) eri käsittelyissä. Arvostelut tehtiin 8.6.2021 ja 18.6.2021.

Luteen vioittamien taimien osuus oli 18.6.2021 keskimäärin 17 % (kuva 2). Houkutuskasvikasistoilla ja Force-peittäyksellä, rypsi- ja rapsikaistoja lukuun ottamatta, oli enemmän luteen vioittamia taimia. Erot koejäsenten välillä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tuholaisten voitukset vuonna 2022

Vuonna 2022 kirppa- ja ludepaine koealueella oli alhainen, keskimäärin alle tason 2 (vähän, 3–5 kpl kirpan syöntikoloja/ taimi), eivätkä erot kirppavioituksissa eri koejäsenten välillä olleet suuria. Kokeessa paras teho oli Gaucho+Force



Kuva 3. Kirppavioitukset juurikkaan taimissa 9.6.2022 eri käsittelyissä. Sama kirjain pylvään päällä ilmoittaa, että käsittelyt eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi ($p \leq 0,05$) toisistaan.





Kuva 4. Kirppavioitukset juurikkaan taimissa 9.6.2023 eri käsittelyissä. Sama kirjain pylvään päällä ilmoittaa, että käsittelyt eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi ($p \leq 0,05$) toisistaan.

-peittauksella, joka erosi merkitsevästi muista koejäsenistä, paitsi Buteo Start-peittauksesta (kuva 3). Rypsi ja retikka säästyivät osittain kirppatuhoilta ja ne erosivat tilastollisesti kontrollista, sinappi sitä vastoin ei. Sinappi taimettui ja kasvoi lohkon kuivassa kohdassa huonosti. Peltoluteen kasvupistevioituksia oli taimissa erittäin vähän. Niiden vioitus kohdistui tänä keväänä juurikkaan lehtiin. Juurikaskärpäsien toukan syöntikäytäviä ei kasvien lehdistä havaittu.

Tuholaisvioitukset vuonna 2023

Kirppapaine oli erittäin korkea keväällä 2023. Syyinä tähän oli suotuisa kesä 2022 ja sitä seu-

rannnut leuto talvi, jolloin talvehtinut kirppapopulaatio oli suuri. Kokeessa kirppavioitus oli korkea, keskimäärin yli 8 (= runsaasti kirpan vioituksia, 80 % taimen lehtialasta vioittunut). Vain Buteo Start -peitatuissa taimissa kirppavioitukset olivat vähäisemmät (alle 6) kuin kontrollissa ja muissa koejäsenissä. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Kirppavioitusten määrä oli samaa luokkaa kuin vuonna 2021.

Hyötyhyönteiset

Elokuu 2022 oli erittäin lämmin ja sekä juurikas- että aaltojuovakirppojen uusi sukupolvi söi runsaasti reikiä juurikkaan lehtiin. Mielenkiintoista

Taulukko 2. Pölyttäjät ja tuholaisten luontaiset viholliset 20.7.2022

	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
Kukkakärpäs	4	0	1	2
Leppäkerttu	1	1	1	2
Kaaliperhonen	0	0	1	0
Nokkosperhonen	1	0	1	0
Yhteensä	9	18	20	25



Taulukko 3. Pölyttäjät ja tuholaiden luontaiset viholliset 18.7.2023.

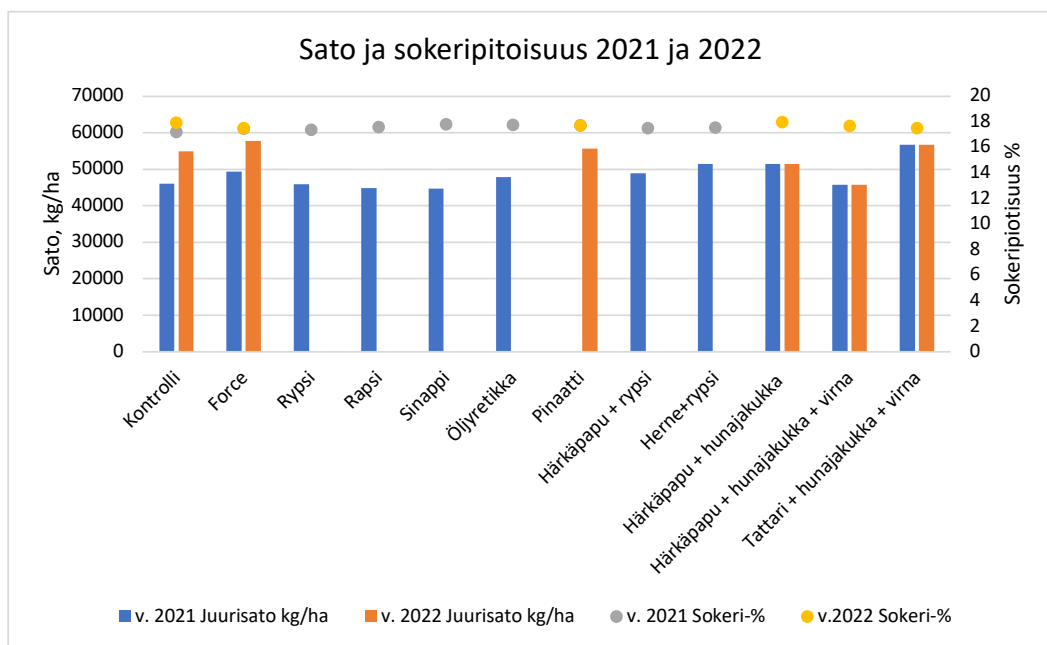
	Hunajakukka-härkäpapu	Härkäpapu-hunajakukka-virna
Tarhamehiläinen	27	25
Mantukimalainen	31	15
Kontukimalainen	9	6
Kivikkokimalainen	2	1
Kartanokimalainen	1	0
Pensaskimalainen	0	1
Kukkakärpänen	10	7
Ampiainen	0	2
Kaaliperhonen	0	2
Yhteensä	80	59

oli, että niiden vioituksia oli selvästi vähemmän houkutuskasvikokeen juurikkaissa verrattuna lohkon muiden kokeiden juurikkaisiin.

Pölyttäjien ja tuholaiden luontaisten vihollisten kukkakäynnit laskettiin siten, että havainnoija

tarkkaili houkutuskasvikaistaa viiden minuutin ajan neljästä kohtaa kaistaa ja kirjasi eri pölyttäjälajien ja tuholaiden luontaisten vihollisten kaikki kukkakäynnit ylös. Laskentapäivän sää oli lämmin ja aurinkoinen, mutta jonkin verran tuulinen, joka saattoi vaikuttaa pölyttäjien ja





Kuva 7. Juurikaskaistojen juurisato ja sokeripitoisuus vuonna 2021 ja 2022. Kaikki koejäsenet nostettiin vuonna 2021. Vuonna 2022 koejäseniä, joiden houkutuskasvikaistat kirpat tuhosivat, ei nostettu.

perhosten esiintymiseen kokeessa havainnointi-aikaan. Houkutuskasveista eniten tarhamehiläisiä ja kimalaisia houkuttelivat seokset, joissa oli hunajakukkaa (taulukko 2). Leppäkertuja kävi kaikissa houkutuskasvikaistoissa, joissa oli kukkivia kasveja. Perhosia vieraili kaistoissa selvästi vähemmän kuin edellisenä kesänä.

Maata pitkin liikkuvat

Aikuiset maakiitäjaiset ja niiden toukat ovat hyönteisravintoa käyttäviä petoja. Maakiitäjäislajeja ei kokeessa tunnistettu lajeittain, koska lajeja on paljon ja niiden lajitunnistaminen on vaikeaa. Vuonna 2021 kuoppa-ansoista havainnoitiin hyönteislajit, mutta niiden määrää ei laskettu. Vuonna 2022 ja 2023 maata pitkin liikkuvista petoniveljalkaisista esiintyi kukkakaistoissa eniten maakiitäjäisiä ja jonkin verran hämähäkkejä. Maakiitäjäisiä esiintyi eniten seoskasvustoissa hunajakukka+härkäpapu ja hunajakukka+härkäpapu+virna -kaistalla keskimäärin 125 kpl. Maakiitäjäisiä oli runsaasti myös rypsikaistassa (86 kpl), vaikka kirpat tuhosivatkin taimettuneet kasvit. Maakiitäjäisten määrä johtunee siitä, että kaistassa kasvoi rikkakasveja. Juurikaskasvusto houkutteli myös maakiitäjäisiä hyvin (92 kpl). Pinaatti- ja retikkakaistoilla

maakiitäjäisten määrät olivat 67 ja 28. Hämähäkkejä esiintyi enemmän vuonna 2023 kuin vuonna 2022 ja niitä oli enemmän tiheämmässä seoskasvustoissa, mutta myös juurikaskaistassa.

Sato ja biomassat

Herne ja härkäpapu puitiin 16.8.2021. Härkäpavun sato oli 1718 kg/ha ja herneen 1219 kg/ha. Seoskasvustojen biomassat punnittiin 12.9.2022. Härkäpapu+hunajakukkakasvusto tuotti 7050 kg, härkäpapu+hunajakukka+virna 8310 kg ja tattari+hunajakukka+virna 8550 kg kuiva-ainetta/ha.

Sato ja sokeripitoisuus

Juurikaskaistojen juurisadoissa ja sokeripitoisuudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri houkutuskasvikaistojen välillä vuosina 2021 ja 2022 (kuva 7). Tämä osoittaa, että houkutuskasveilla juurikkaan vieressä ei ollut vaikutusta satoon eikä sokerisokeripitoisuuteen kumpanakaan vuonna.

Yhteenveto

Houkutuskasveiksi kokeeseen valittiin kasvilajit, jotka voisivat mahdollisesti houkutella juurikkaan tuholaisia, juurikaskirppaa ja pel-



toludetta. Herne ja härkäpapu valittiin gam-mayököksen houkutuskasveiksi, mutta gam-mayököstä ei koevuosina esiintynyt Suomessa juurikaspelloilla.

Koetulosten perusteella havaittiin selvästi, että juurikkaan tuholaispaine vaihteli vuosittain. Kirppavioitukset olivat ankarimmat v. 2021 ja 2023. Kokeessa testatut houkutuskasvikaistat eivät vähentäneet kirppojen eivätkä luteiden vioituksia. Juurikkaan tuholaisia houkuttelevia kasveja ei kokeessa löydetty. Kirppahoukutus-vaikusta ei ollut pinaatillakaan, vaikka se kuu-luu samaan sukuun kuin juurikas.

Ainostaan vuonna 2022 tulosten perusteella re-tikka, rypsi ja härkäpapu-hunajakukka juurik-kaan vieressä vähensivät merkittävästi kirppa-vioitusta sokerijuurikkaan taimissa verrattuna kontrolliin.

Houkutuskasveista ristikukkaiset kasvit hou-kuttelivat eniten aaltojuovakirppoja, jotka tuho-sivat rypsin ja rapsin taimet kaikkina koevuosi-na. Kirpat vioittivat myös retikkaa ja sinappia. Seoskasvustossa rypsi säästyí jonkin verran kirppatuhoilta. Kirppapaine oli erittäin korkea keväällä 2023, jolloin kirpat söivät myös reti-kan. Vaikka rypsin, rapsin ja retikan kylvömäärä vuonna 2023 lisättiin 8 kilosta 12 kiloon per heh-taari, kirpat söivät kaikki taimet. Kylvömäärä voiskin olla vielä huomattavasti suurempi.

Houkutuskasvikaistat, joissa oli kukkivia kas-veja, houkuttelivat runsaasti hyötyhyönteisiä, kuten pölyttäjiä ja tuholaisien luontaisia vihol-lisia. Erityisesti lämpimän alkukesän 2021 aika-na luontaisia vihollisia houkuttelivat sinappi- ja seoskasvikasvustot, joissa mukana oli kukkivia lajeja, kuten hunajakukkaa, härkäpapua ja vir-naa. Niissä esiintyi myös eniten pölyttäjiä ja per-

hoslajeja. Lisäksi sylkikuoriaisia ja leppäkerttuja ja niiden toukkia oli runsaasti juurikaskaistoissa vuonna 2021. Elokuu 2022 oli lämmin, leppä-kerttuja ja niiden toukkia esiintyi juurikas- ja houkutuskasvikaistoissa runsaslukuisesti. Lep-päkerttuja ja niiden toukkia havaittiin sokerijuu-rikaskaistoissa vasta heinäkuun alkupuolella. Elokuussa niitä oli jo paljon sokerijuurikas- ja houkutuskasvikaistoissa. Tulosten perusteella myös houkutuskasvikaistoilla voidaan tukea juurikaslohkoon hyötyhyönteislajistoa. Vaikutuk-set voivat näkyä vasta usean vuoden kuluttua.

Houkutuskasvin tulisi olla nopeakasvuinen, ku-ten ristikukkaiset kasvit tai vilja, ja se tulisi kyl-vää 1–2 viikkoa ennen juurikasta, jotta se ehtii taimettua ennen pääkasvia. Vuonna 2023 testat-tiin ohraa juurikkaan seassa houkutuskasvina. Kylvöaikaan oli kuivaa, eikä ohra itänyt tasai-sesti, vaan kasvusto jäi harvaksi. Kuitenkin ohra houkutteli kirppoja ja oraat kellastuivat kirppo-jen vioituksen vuoksi. Ohra toimii samalla myös hyvänä suojakasvina hiekkamyrskyjä vastaan kevyillä maalajeilla. Ohran hävittäminen juu-rikaskasvustosta onnistuu Conviso One -val-misteella. Rypsikaistoja olisi kylvettävä koko lohkon ympärille tai sijoitettava ne pellolle koh-tiin, joista pääosa kirpoista tulee pellolle (esim. metsän vierus). Mielenkiintoista olisi kokeilla rypsi-/rapsi-houkutuskaistoja, joista kirpat tor-juttaisiin ruiskutuksilla. Jatkossa olisi mielen-kiintoista testata myös, vähentäisikö juurikkaan sekaan kylvettävä rypsi, tiheämpi ohrakasvusto tai tuholaisia karkottavien kasvilajien kylvö juu-rikaskirpan ja luteen vioituksia juurikkaissa.

Kirjallisuus

Jönsson, A. M., Ekroos, J., Dänhardt, J., Andersson, G. K. S., Olsson, O. & Smith, H. G. 2015. Sown flower strips in southern Sweden increase abundances of wild bees and hoverflies in the wider landscape. *Biological Conservation*. Vol 184: 51–58.





Sokerijuurikkaan tuholaisten torjunta biologisilla valmisteilla

TUJU-hankkeen biologiset valmisteet -kokeen tarkoituksena oli testata, voidaanko biologisilla valmisteilla tai tuholaiverkolla vähentää juurikkas- kirpan ja peltoluteiden vioituksia sokerijuurikkaan taimissa.

Tulevaisuudessa biologisten torjuntakeinojen testaaminen korostuu kemiallisen torjunta-ainevalikoiman supistuessa entisestään, samalla kun myös vaatimukset kemiallisten torjunta-aineiden käytön vähentämiseksi lisääntyvät. Tällä hetkellä tutkimuksessa haetaan uusia vaihtoehtoisia keinoja tuholaispaineen hallintaan ja torjuntaan. Tämän vuoksi on tarve kehittää uusia agrokemiallisia valmisteita, jotta viljelijöille saadaan uusia työkaluja tuholaistorjuntaongelmien ratkaisemiseksi (Gerwick ja Sparks, 2014). Soveltaminen on vasta alkuvaiheessa, mutta kyse on integroidusta tuholaistorjunnasta, jossa käytetään vaihtoehtoisia, ympäristön kannalta parempia tuholaistorjunta- ja torjuntamenetelmiä kemiallisten torjunta-aineiden käytön sijaan ja rinnalla.

Juurikaskirppa on Suomessa juurikkaan pahin tuholaisten. Herkin vaihe kirppavioituksille on juurikkaan sirkkalehtivaihe. Kirpat syövät sirkkalehtiinlehtiä reikiä, mikä pienentää lehtialaa ja lisää kasvin haihduttamista. Jos kirpat tuhoavat kasvusta molemmat sirkkalehdet, taimi kuolee kokonaan. Kirppaongelmat ilmenevät varsinkin, jos kevään olosuhteet ovat lämpimät ja kuivat.

Kokeen toteutus

Kokeen koejäsenet ja ruiskutusmäärät on esitetty taulukossa 1. Koejäsenet 2–4 oli peitattu Forcella, Buteo Startilla tai Cruiser/Gaucholla. Muiden koejäsenten sokerijuurikkaan siemenissä ei ollut tuholaisteita. Koe toteutettiin v. 2021 kaistakokeena, vuosina 2022–23 koe oli täysin satunnaistettu ruutukoe. Kerranteita oli

neljä. Juurikas kylvettiin 25.5.2021, 17.5.2022 ja 8.5.2023.

Ensimmäinen torjuntaruiskutus tehtiin heti, kun juurikas taimettui. Toinen ruiskutus tehtiin viikkoa myöhemmin. Vesimäärä ruiskutuksissa oli 200 l/ha. Kokeessa testattuja pyretroidivalmisteita olivat Mavrik sekä Karate Zeon, jonka kanssa tankkiseoksessa testattiin Silwet Gold -kiinnitettä torjuntatehon parantamiseksi. Kokeessa testattiin myös Raptol-valmistetta. Se sisältää rapsiöljyä ja vähän luonnon pyretriiniä. Lisäksi testattiin Fibro- ja Renol-valmistetta, joista Fibro on parafiiniöljy ja Renol kasviöljypohjainen kiinniteöljytyiviste. Tuholaisten torjuntaan testattiin myös määntysaippuaa ja Tolua. Määntysaippuan ja Tolun kanssa käytettiin 0,5 l/ha Carbon Kick Booster-valmistetta vaahtoa-



Taulukko 1. Koejäsenet vuosina 2021–2023. x = valmiste kokeessa, – =valmistetta ei testattu kokeessa.

	Koejäsenet	v. 2021	v. 2022	v. 2023
1	Kontrolli	x	x	x
2	Force-peittaus	x	x	x
3	Buteo Start -peittaus	–	x	x
4	Cruiser-peittaus Gaucho-peittaus	x	x	– –
5	Tuholaisverkko	x	x	x
6	Kahvinporot	–	200 kg/ha	200 kg/ha
7	Valkosipulirouhe	–	–	40 kg/ha
8	Karate Zeon + Silwet Gold	0,070+0,1	0,070+0,1	0,070+0,1
9	Mavrik	–	0,2	0,2
10	Raptol	4,0	4,0	2,0
11	Carbon Kick Booster	4,0	4,0	4,0
12	Fibro-öljy	4,0	4,0	4,0
13	Renol-öljy	4,0	–	–
14	Kuminaöljy	4,0	4,0	4,0
15	Renol + mäntysaippua	–	4,0+2,0	4,0+2,0
16	Koivutisle	2,0	2,0	2,0
17	Mäntysaippua	4,0	–	–
18	Tolu	4,0	–	–



Tuholaisverkko levitettiin ennen juurikkaiden taimettumista.

misen vähentämiseksi. Carbon Kick Booster on rypsiöljypohjainen valmiste. Tolu oli mukana



Koe ruiskutettiin työnnettävällä 8-rivisellä koeruuturuis-kulla.

vain v. 2021 kokeessa. Se sisältää puhdistavia ainesosia, jotka saattavat auringonvalon kanssa yhdessä aiheuttaa lehtiin vaaleita laikkuja. Kokeessa testattiin myös koivutislettä, joka on hapestomassa tilassa lämpökäsittelyn seurauksena syntyvää öljymäistä nestettä. Tuholaisten karkotukseen testattiin lisäksi kahvinporoja ja valkosipulirouhetta, jotka levitettiin ennen juurikkaan taimettumista käsin hajalevityksenä.

Kirppojen vioitukset arvosteltiin, kun taimissa oli kaksi kasvulehteä. Arviointi tehtiin asteikolla 0–10: 0=ei vioitusta, 10=lehdet täysin kirpan tuhoamat. Vioituksissa tarkastellaan kirpan syöntikolojen ja -reikien määrää sekä vioittuneen



lehtipinta-alan prosentuaalista osuutta. Luteen vioituksissa määritettiin kasvupistevioittuneiden taimien osuus.

Tulokset

Kirppa- ja ludevioitukset vuonna 2021

Vuonna 2021 alkukesä oli lämmin ja olosuhteet olivat suotuisat juurikaskirpan ja peltoluteen esiintymiselle. Juurikaskirpan kohdalla torjuntakynnys ylittyi selvästi. Torjuntakynnys juurikaskirppa: Tarkista 20 kasvia, jos 3 tai useammassa kasvissa näkyy kirpan syöntijälkiä, torjuntakynnys ylittyy ja tällöin suositellaan torjuntaruiskutusta.

Kylvön jälkeen tulleet sateet kuorettivat maanpinnan, mikä vaikutti juurikkaan taimettumiseen ja kasvusto jäi aukkoiseksi.

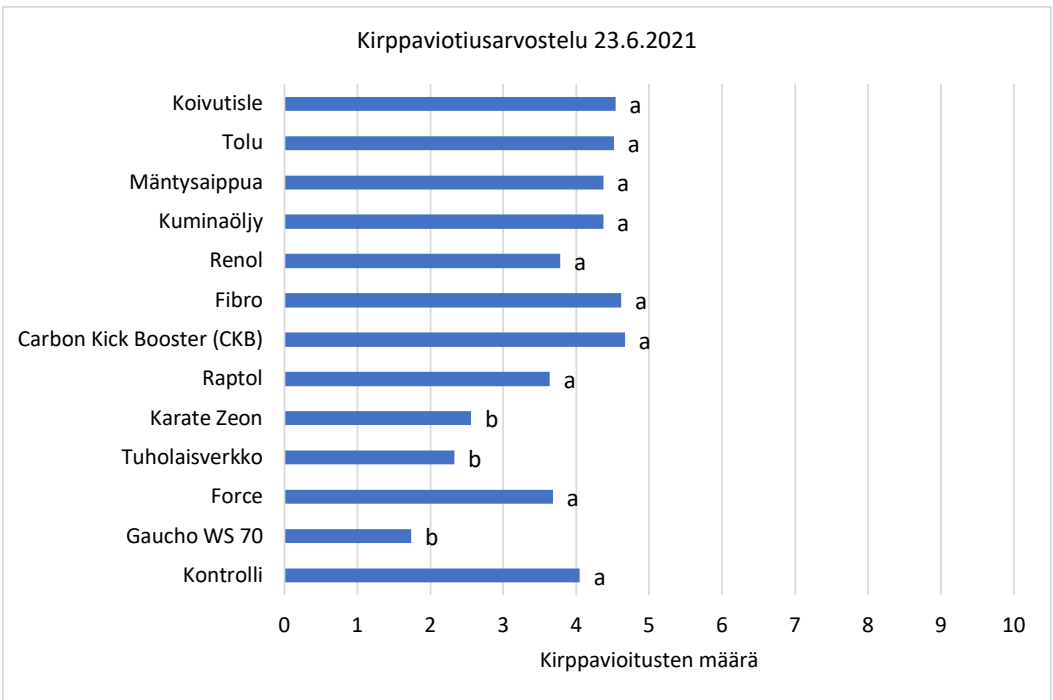
Kirppavioitusten määrä taimissa oli keskimäärin 4,5 (arvo 4=useita vioituksia, yli 10 kpl kirpan syöntikoloja/taimi). Kirppavioitusten määrä oli tilastollisesti merkitsevästi alhaisempi Gauchopeittauksella, tuholaisverkolla ja Karate Zeonruiskutuksilla verrattuna kontrolliin ja muihin koejäseniin (kuva 1). Muut koejäsenet eivät poi-

kenneet tilastollisesti merkitsevästi kontrollista.

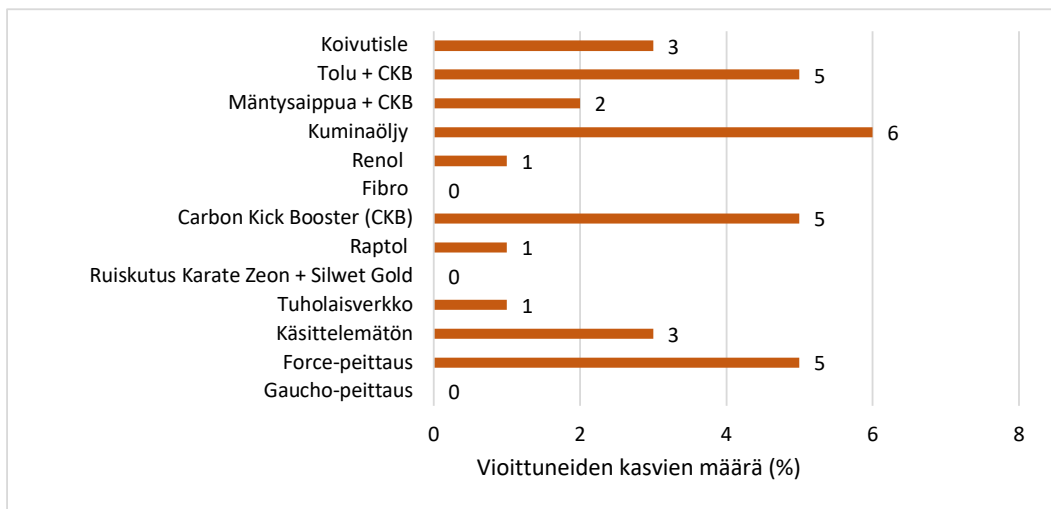
Vuonna 2021 laskettiin lisäksi niiden taimien lukumäärä, joissa oli luteen kasvupistevioituksia (kuva 2). Luteen kasvupistevioituksia oli kaikissa koejäsenissä jonkin verran, paitsi Gaucholla, Karate Zeonilla ja Fibrolla, joilla ei ollut yhtään vioitusta. Tuholaisverkolla, Raptolilla ja Renolilla suojatuissa kerranteissa oli yksi vioittunut taimi kussakin. Erot koejäsenten välillä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kirppavioitukset vuonna 2022

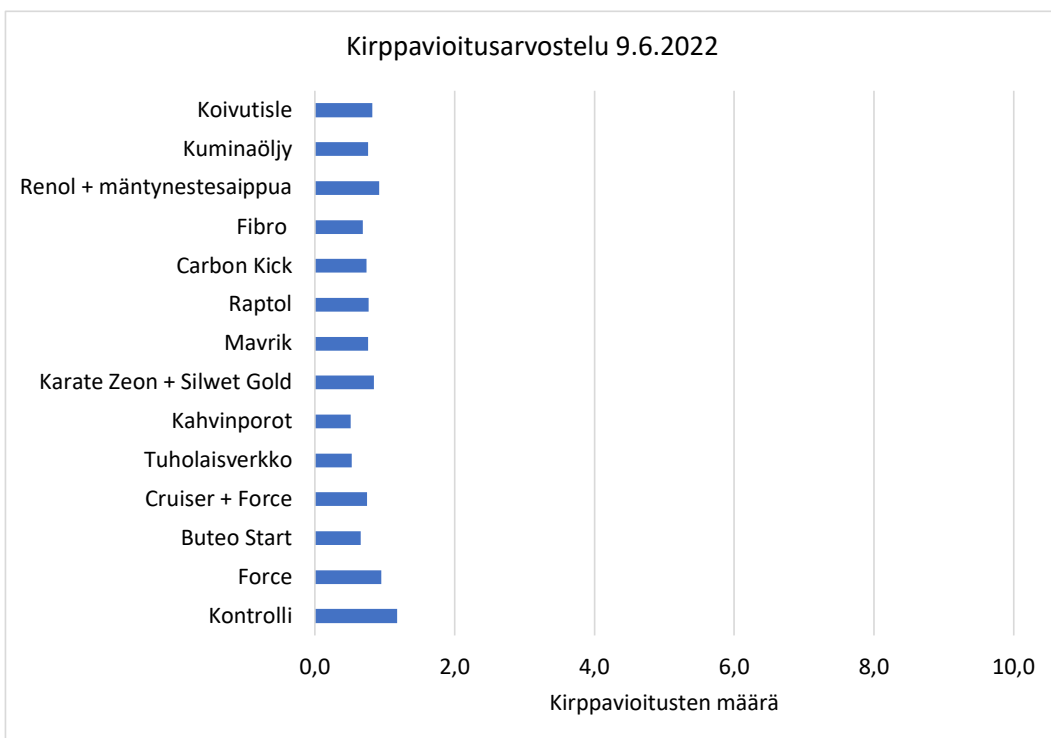
Tuholaispaineen vaihtelu kasvukausien välillä oli selvästi havaittavissa v. 2022, jolloin kirpat vioittivat juurikkaan taimia huomattavasti vähemmän verrattuna vuoteen 2021. Juurikaskirpan kohdalla torjuntakynnys kuitenkin ylittyi. Vähiten kirppavioituksia oli taimissa Buteo Start -peittauksella, tuholaisverkolla ja kahvinporoilla. Erot olivat koejäsenten välillä pieniä, eikä minkään koejäsenen kirppavioitus eronnut tilastollisesti merkitsevästi kontrollista (kuva 2). Myös luteen kasvupistevioituksia oli juurikkaan taimissa erittäin vähän.



Kuva 1. Kirppavioitusten määrä taimissa eri koejäsenillä. Arvostelu tehtiin 23.6.2021, neljästä kerranteesta, 50 kasvia/ruutu. Jos kirjain pylvään päässä on sama, käsittelyjen välillä ei ole merkitsevää eroa. Jos kirjain on eri, näiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$).



Kuva 2. Luteen kasvupistevioitusten määrä laskettiin 23.6.2021 neljästä kerranteesta, 25 kasvia/ruutu.



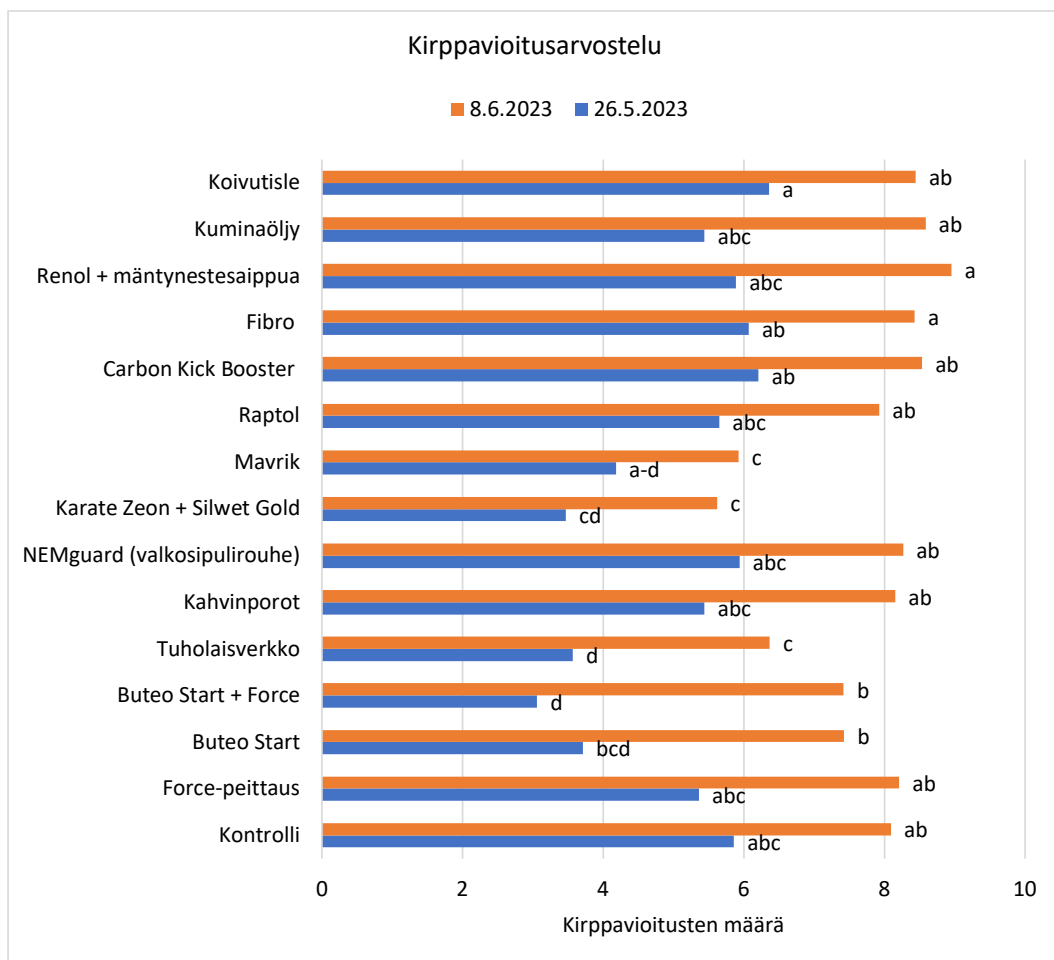
Kuva 3. Kirppavioitusten määrä taimissa eri koejäsenillä. Arvostelu tehtiin 9.6.2022 neljästä kerranteesta, 50 kasvia/ruutu.

Kirppavioitukset vuonna 2023

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 muis-





Kuva 3. Kirppavioitusten määrät 26.5.2023 ja 8.6.2023 eri koejäsenissä. Arvosteluasteikko 0–10: 0=ei yhtään vioituksia, 10=kasvi täysin tuhoutunut. Kirjainmerkinnät yhden havaintokerran 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 ($p < 0,05$).

ta koejäsenistä, paitsi Buteo Start-peittauksesta, Karate Zeonista ja Mavrikista (kuva 3).

Toisella arvostelukerralla 8.6.2023 kirppavioitusten määrä taimissa oli lisääntynyt ja oli erittäin korkea, keskimäärin 8 (arvo 8= runsaasti kirpan vioituksia, 80 % taimen lehtialasta vioitunut). Paras torjuntateho oli tuholaisverkolla sekä Karate Zeon- ja Mavrik-ruiskutuksella, ja ne erosivat tilastollisesti merkitsevästi kontrollista ja muista koejäsenistä (kuva 3). Muut koejäsenet eivät eronneet kontrollista.

Lämpösummakertymä

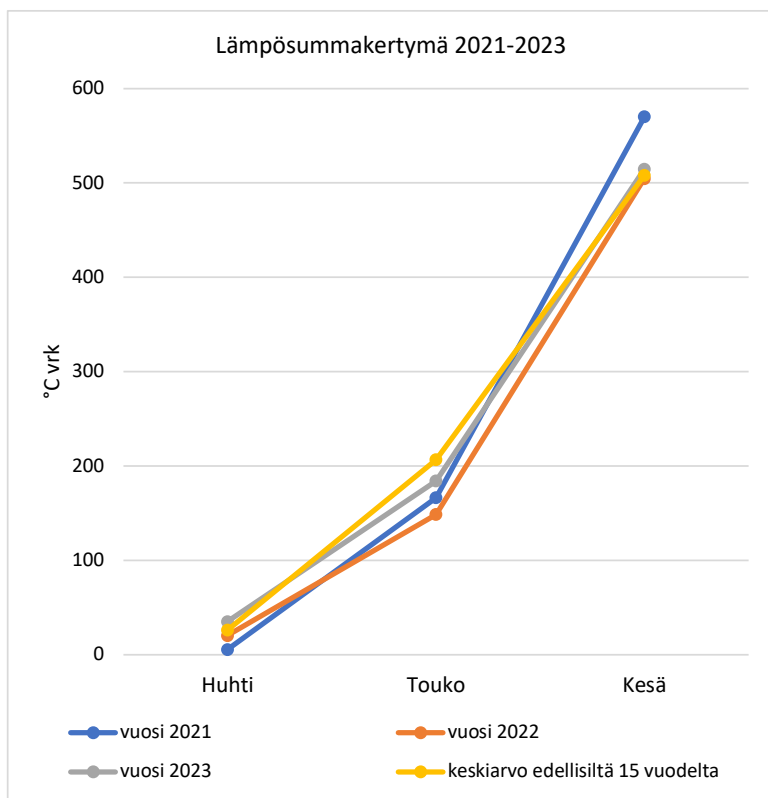
Lämpösumma on kasvupaikan lämpöilmasto-kuvaava käsite. Lämpösummaan lasketaan kas-

vukauden aikana vuorokauden keskilämpötilan viiden asteen ylittävä osa. Kuten kuvasta 4 voidaan nähdä, vuonna 2023 lämpösummakertymä oli jonkin verran suurempi huhti- ja toukokuussa kuin v. 2021 ja 2022 eli ts. kevät 2023 oli muita koever vuosia lämpimämpi. Ja sen vuoksi olosuhteet olivat suotuisat juurikaskirppojen runsaalle esiintymiselle.

Sokerisato v. 2021 ja v. 2022

Sokerisadoissa oli eroa vuosien välillä. Vuonna 2022 sokerisadot olivat korkeammat verrattuna vuoteen 2021 (kuva 5). Force-peittauksella ja tuholaisverkolla suojatuilta ruuduilta saatiin alhaisempi sokerisato kuin kuminaöljyllä käsitellyltä ruudulta, ero oli tilastollisesti merkitsevä.

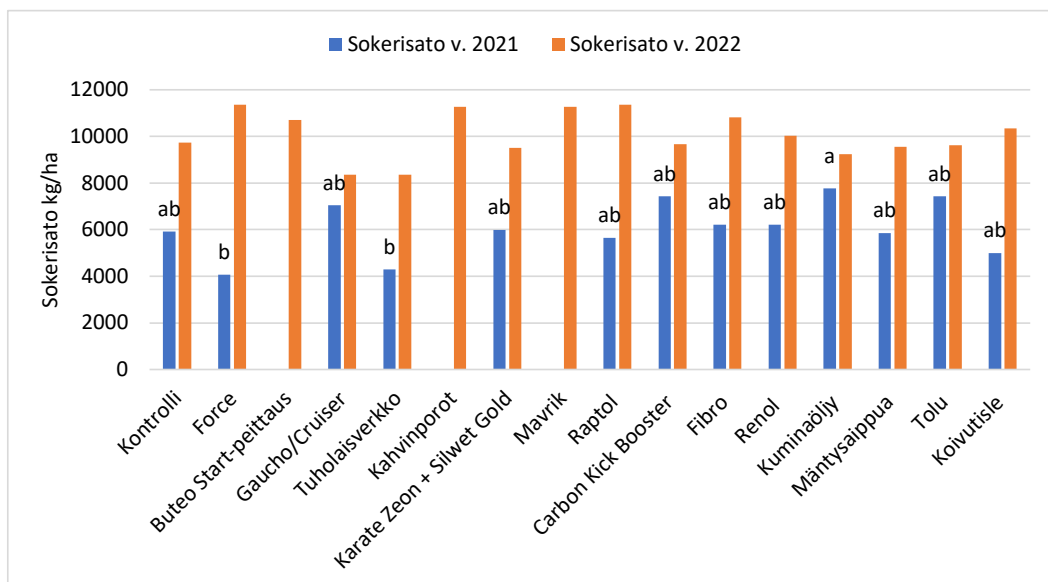




Kuva 4. Lämpösummakertymä (°vrk) huhti-kesäkuussa v. 2021–2023 ja keskiarvo 15 edelliseltä vuodelta.

Vuonna 2022 koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sokerisadoissa (kuva 5). Kumpanakaan vuonna eri käsittelyillä ei ollut

selvää vaikutusta sokerisatoon eikä sokerisato korreloinut kirppavioitusten määrän kanssa.



Kuva 5. Koejäsenten sokerisato (kg/ha) ja sokeripitoisuus (%) v. 2021 ja v. 2022. Kirjainmerkinnät yhden koevuoden sisällä kertovat merkitsevän eron. Jos kirjaini pylvään yläpuolella on sama, käsittelyjen välillä ei ole merkitsevää eroa. Jos kirjain on eri, näiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$).



Yhteenveto

Kokeen tulosten perusteella juurikaskirppojen määrä ja siten vioitusten määrä vaihteli kasvu-kausien välillä. Kirppavioituksia oli juurikkaan taimissa vähiten v. 2022 ja eniten v. 2023. Edellisen kesän, talven ja kevään sääolot vaikuttavat kirppapopulaation lisääntymiseen ja talvehtimiseen, mikä sitten näkyy seuraavan kevään kirppapaineessa. Aikainen, lämmin ja kuiva kevät yleensä lisää kirppatuhojen riskiä.

Vuonna 2021 taimettuminen oli epätasaista ja kirpat ja luteet olivat jo käyneet ensimmäisenä taimettuneiden kasvien kimppuun ennen kuin kaikki taimet olivat ilmaantuneet. Kovassa tuholaispaineessa ensimmäinen torjuntaruiskutus tulee tehdä heti, kun taimet tulevat pintaan. Tuholaisverkko on levitettävä heti kylvön jälkeen, jolloin sillä saadaan paras teho tuholaisia vastaan joka koevuonna. Verkon alla juurikkaan kasvu oli myös nopeampaa, koska verkon alla on suotuisat kasvuolosuhteet. Tuholaisverkon hankintahinta on melko korkea ja sen levittäminen menee aikaa ja tarvitaan lisätyövoimaa. Tuholaisverkko päästää veden, rikkakasvien torjunta-aineet ja valon läpi.

Kokeen tulokset osoittavat, että kirppapaineen ollessa huomattavan korkea, tehokkaimmin kirppavioituksia vähensivät Cruiser-/Gaucho-/Buteo Start, Buteo Start+Force -peittaukset ja tuholaisverkko sekä ruiskutukset Karate Zeon tai Mavrik-valmisteella. Kirppapaineen ollessa alhainen, kuten kokeessa vuonna 2022 erot kirppavioitusten määrissä olivat pieniä koejäsenten välillä eikä tilastollisesti merkitseviä eroja ollut. Kuitenkin kaikilla käsittelyillä saatiin vaste kirppavioitusten määrään. Kokeessa testatuista valmisteista valkosipulirouheella, kahvinporoilla, kuminaöljyllä ja koivutisleellä on voimakas tuoksu, joten niillä on tuholaisia karkottava vaikutus. Kovassa kirppapaineessa niiden torjuntateho oli riittämätön.

Mäntysaippuoliuoksen ja Tolun torjuntateho puolestaan perustuu siihen, että ne tukkivat

pehmeiden hyönteisten, kuten kirvojen, ilma-putkijärjestelmän. Kirpoilla sen sijaan on kitinikuori, jonka läpi biologiset tehoaineet eivät kovin hyvin imeydy.

Kokeessa testatut biologiset torjunta-ainevalmisteet eivät aiheuttaneet vioituksia sokerijuurikkaan taimiin, eivätkä ne vaikuttaneet kasvien kasvuun. Tuholaisverkko suojasi taimia muutoinkin ja sen alla taimet olivat kooltaan isompia kuin ilman verkkoa kasvaneet.

Jatkotutkimuksissa olisi mielenkiintoista testata biologisten valmisteiden lyhyempää ruiskutusväliä ja useampaa ruiskutuskertaa kuin tässä kokeessa. Lisäksi valkosipulirouheen ja kahvinporojen yksi levityskerta ei välttämättä riitä torjumaan tuholaisia varsinkin, jos juurikkaan taimettuminen on hidasta ja tuholaispaine korkea. Lisäksi valmisteiden tuoksu laimenee levityksen jälkeen ja sen vuoksi niiden karkottava vaikutus ei ole riittävän pitkäaikainen.

Onko biologisen torjuntavalmisteen käyttö sallittua tuholaiden torjunnassa?

Biologisen valmisteen käyttö tuholaiden torjunta-aineena ei ole sallittua ilman, että se on ensin rekisteröity tähän tarkoitukseen ja käyttökohteeksi on hyväksytty kyseisen viljelykasvin kasvintuhooja. Kaikki tehoaineet pitää aina ensin hyväksyä EU:ssa ennen kuin kyseistä tehoainetta sisältävälle valmisteelle voi hakea lupaa vyöhykkeellä. Kun on kyse kasvinsuojelusta kaikki kasvinsuojeluaineina käytettävät valmisteet tarvitsevat aina luvan. Käyttötarkoitus siis ratkaisee luvan tarpeen, eikä esim. se, onko tehoaine kemiallinen tai biologinen tai kuinka suuria riskejä aineen käytöstä aiheutuu.

Kirjallisuus

Gerwick G. B. & Sparks T. C. 2014. Natural products for pest control: an analysis of their role, value and future. *Pest Management Science* 70: 1169–1185.





Sokerijuurikkaan tuholaisten tarkkailu ja seuranta – AgriPortal mobile

Nordzuckerin kehittämä AgriPortal mobile on sokerijuurikkaan sopimusviljelijöille saatavilla oleva ilmainen puhelinsovellus, joka sisältää muun muassa Tuholaisten seuranta -työkalun ja Ajankohtaiset kasvinsuojelutiedotteet (kuva 1). Sovelluksen tarkoituksena on helpottaa viljelijän työmäärää keväisin, kun tarvittava ja ajankohtainen tieto löytyy koottuna yhdestä paikasta ja on kätevästi tavoitettavissa puhelimesta. AgriPortal mobile -puhelinsovelluksen tarkoituksena on tuoda nettisivujen ajankohtaisin sisältö helposti saataville ja kulkemaan viljelijän mukana kaikkialle. Juurikkaanviljelijät ovat ottaneet sovelluksen käyttöön ja pitävät sitä erittäin hyödyllisenä ajankohtaisen tiedon lähteenä ja helpokäyttöisenä työkaluna. Viljelijät ovat myös olleet aktiivisia seuraamaan omien juurikaspeltojensa tuholaistilannetta. Sokerijuurikkaan tuholaisten tarkkailu ja seuranta - AgriPortal mobile jatkuu myös vuonna 2024.

TUJU-hankkeen, Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen ja Sucroksen vuonna 2021 aloittamassa tuholaisten tarkkailussa on ollut mukana noin 30 sokerijuurikkastilaa ympäri sokerijuurikkaan viljelyaluetta. Tilojen sijainti merkitään karttaan paikkakuntatarkkuudella (kuva 2). Alueen viljelykonsulentti päivittää viljelijöiden tekemät ja raportoidut havainnot sovelluksen (kuva 2) näkymäkartaan. Tuholaiskohtaiset havainnot päivitetään kaksi kertaa viikossa sovellukseen.



Kuva 1. Tuholaisten seuranta -sovellus löytyy AgriPortal-sivulta.





Kuva 2. Paikka-kuntakohtaiset ja tuholaiskohtaiset havainnot näkyvät AgriPortal mobile –sovelluksessa. Tarkkailtavat tuholaist ovat juurikas-kirppa, peltolude ja juurikaskärpäsen toukka.



Kuva 3. Kunkin tarkkailukohteen tarkemmat tiedot aukeavat paikkakuntapalloa klikkaamalla.

Eri väriset pallot kartassa kertovat tuholaistilanteen eri havaintopaikkakunnilla (kuva 2). Pallon väri on vihreä, kun ko. tuholaisten vooituksia ei ole havaittu juurikkaissa, väri on oranssi, kun torjuntakynnys ei vielä ylity ja pallo on punainen, kun torjuntakynnys ylittyy. Numero pallon sisällä kertoo, onko torjuntaruiskutus tehty.

Klikkaamalla palloa saa tarkemman tiedon kyseisen tarkkailupaikan eri juurikkaan tuholaisten vooitustilanteesta (kuva 3). Värien ja merkkien selitykset viljelijä saa näkyviin oikeasta alareunasta löytyvästä valikosta (kuva 4).



Kuva 4. Värien ja merkkien selitykset löytyvät oikean alareunan valikosta.



Tulevaisuuden lannoitusratkaisut

SORVI-koulutus Tulevaisuuden lannoitusratkaisut järjestettiin 23.3. Säkylässä ja 24.3. Kaarinassa. Kaarinan tilaisuuteen oli mahdollista osallistua myös etänä. Koulutusten teemana olivat tulevaisuuden lannoituskäytännöt. Tapahtumissa puhuivat Erik Wormslev (Niras), Ilpo Pölönen (IP-innovaatiot), Susanna Muurinen (SjT), Tapio Lahti (Yara Suomi), Olli Venelampi (Ruokavirasto) sekä viljelijät Aki Laaksonen (Kivilän tila) ja Petri Suvanto (Nummen tila). Linkit tapahtumasta tallennettuun videoon löytyvät osoitteesta: www.sjt.fi/?p=6424

Erik Wormslev: proteiinien ja lannoiteiden tuottaminen nurmesta

Tanskasta käsin puhunut Erik Wormslev edustaa biojalostukseen erikoistunutta Niras-nimistä yritystä. Erik toimii yrityksessä innovaatiojohtajana. Yrityksen ajatuksena ja Erikin esityksen aiheena oli proteiinien ja muiden tärkeiden materiaalien tuottaminen nurmesta ja muista viljeltävistä materiaaleista.

Yritys on kiinnostunut nurmesta proteiinien lähteenä, koska nurmea voidaan viljellä erilaisilla alueilla, eikä se ole vaateliias maaperän suhteen ja kestää kuivuutta kohtuullisesti. Nurmisato voidaan kerätä monta kertaa kasvukauden aikana. Lisäksi nurmi suojaa maata eroosiolta, suojelee pohjavesivarantoja ja vähentää ravinnevalumia vesistöihin. Nurmen koostumus vaihtelee kasvukauden aikana, mutta karkeasti arvioiden 20–30 % nurmen kiintoaineista on proteiineja.

Ensimmäinen täyden mittakaavan testilaitos valmistui 2021 ja sitä parannellaan koko ajan. Rahoittajana on mukana mm. Nordzucker. Niras on kartoittanut myös muiden kasvimateriaalien ja jalostuksen sivutuotteiden käyttöä. Alustavasti on tehty myös kokeiluja, voiko so-

kerijuurikkaan naatista puristaa lannoitukseen sopivaa mehua. Viljelykasvimateriaalin erilaisia hyödyntämismahdollisuuksia ovat mm. eristysmateriaalit ja tekstiilikuidut sekä ihmisten ja eläinten ravintojalosteet.

Kokemuksia Biolinjan kasvuvoimavedestä Nummen tilalta

- Nummen tila Eurassa, viljelijä Petri Suvanto
- Peltoala n. 80 ha
- Viljelyksessä: sokerijuurikas, rehuohra, kaura, rypsi, härkäpapu
- Sokerijuurikkaalle Gazumin humusvoima + startiksi Hiven NPK (100–150 kg/ha)
- Pääosalle ohra-, kaura- ja rypsiälästä Kasvuvoimavesi (Biolinja Oy)
 - Kasvuvoimavettä 18 tn/ha
 - Ravinnemäärät:
 - Typeä 9,6 kg/tn (vesiliukoista n. 65 %)
 - Fosforia 0,62 kg/tn (vesiliukoista n. 30 %)
 - Kaliumia 2,2 kg/tn
 - Kokonaiskustannus 4,5 €/tn levitettynä, josta kontin vuokra ja täyttö 1,5 €/tn
 - 81 €/ha
 - Kylvön yhteydessä NK2: 80–100 kg/ha

Tulokset

- Kasvuvoimavesi toimi hyvin sekä yksinään että käytettäessä rakeista lannoitetta kylvön yhteydessä
- Lannoitekustannus laski, satotasot olivat hyviä ja kylvytyö nopeutui
- Logistiikka ja levitys sujuivat hyvin, kun ajoitettiin kiireisimmän sesongin jälkeiseen aikaan touku-kuun puolivälin yli
- Kevätsezonki yleisesti kiireinen ja yhteensovitettavia asioita on paljon:
 - Urakoitsijan aikataulut
 - Sääolot
 - Viljelysuunnitelmat / kylvöajankohta
- Tiivistymisriski





Salaajittamattomalla loholla näkyy maan tiivistyminen. Kaurakasvusto näytti hyvältä sadonkorjuuseen mennessä, mutta tiivistymisen riski on olemassa, kun ajokerrat lisääntyvät. Kuva: Petri Suvanto



Oikealla puolella lannoituksena kasvuvoimavesi ja sijoitettu NK2. Vasemmalla puolella lannoituksena vain kasvuvoimavesi. Mitään rajapintaa kasvustossa ei ollut nähtävissä. Kuva: Petri Suvanto

Orgaanisten lannoitteiden käyttö Kivilän tilalla

- Kivilän tila Mynämäellä, viljelijä Aki Laaksonen
- 2023 viljelyssä 130 ha
- Sokerijuurikas aloitettu 2014, ala vaihdellut välillä 6–27 ha
- Viljelyksessä: kevätiljat (pääosin kauraa), härkäpapu, sokerijuurikas, tärkkelysperuna, syysviljat ja nurmet
- Lantaa varten 3 kpl vuokra-altaita, tilavuus yhteensä 450 m³
- Lantaa lisätään lohkoille ravinnetarpeen mukaan
- Monenlaista lantaa usealta tilalta:
 - Sika ja nauta (kuiva ja liete)
 - Broileri ja kana (erityisesti fosfori)
 - Gasumin Vehmaan biokaasulaitokselta konsentraattia ja lannosta



Konsentraatille rakennettu levityskalusto. Kuva: Aki Laaksonen

- Naudan olkipitoinen kuivalanta enemmän maanparannusaine
- Erityisesti ennen syysviljaa, vähän liukoisia ravinteita -> multavuuden nosto
- Broilerinlanta, kananlanta ja Vehmaan ravinne-lannos fosforin nostoon
- P-lannoitus fosforipitoisesta tehokalkista
- Tilalle ei ole ostettu P-pitoista apulantaa vuosiin

Konsentraatille rakennettu levityskalusto

- VePi 13 m³ imupainevaunu
- Mäki-Reini Oy:n levityspuomisto
- Suodatin seuloa pois karkeamman materiaalin
- Leveät viuhkasuuttimet (viuhka n. 30 cm)
- Nopea multaus äestystraktorilla, koska nestemäärä pieni

Huomioita

- Sato n. 51 tn/ha
- Haasteellista löytää yhtä oikeaa kierrätysravinnetuotetta vastaamaan ravinnetarpeita
 - GasuEri nestemäisten tuotteiden sekoitus omassa altaassa



Ruiskudronet peltoviljelyssä?



SORVI-hanke

Silvadrone toteutti Sjt:n peltopäivässä 14.6.2023 droneruiskutusnäytöksen. Näytöksessä käytettiin vettä, sillä droonien (ruiskudrone) käyttö kasvinsuojeluaineiden levityksessä on tällä hetkellä kielletty EU-lainsäädännössä. Dronet ovat miehittämättömiä lentolaitteita ja niillä voi levittää monenlaisia aineita. Sovelluskohteita olisi runsaasti, mutta lainsäädäntö on suuri haaste (www.digimaatalous.fi).

Peltopäivässä demonstroitiin myös ruiskutusdroonin ruiskutuksen tarkkuutta vesierkkien paperiliuskojen avulla. Ennakoon toteutetussa kokeilussa vesierkkät paperit oli asetettu eri menetelmillä ruiskutettaville alueille. Ruiskutusvedestä värjäytyneiden paperiliuskojen kuvioden perusteella voitiin arvioida ruiskutuksen pisarakokoa ja ruiskutussuihkun tasaisuutta. Vertailussa olivat ruiskutusdrooni ja viuhkasuuttimilla varustettu perinteinen traktoriruisku. Molemmista menetelmistä ruiskutussuihkun paperiliuskoille jättämät kuviot näyttivät tasalaatuisilta.

Tomi Karjalaisen (2023) mukaan Silvadrone Oy on Suomen ensimmäinen ruiskudroneja käyttävä yritys. Toistaiseksi yrityksen liiketoiminta on pohjautunut metsien boorilannoituksiin, joita yritys tekee koko Suomen alueella. Palvelurepertuaaria on kuitenkin tarkoitus laajentaa myös muihin soveltuihin toimenpiteisiin niin metsä- kuin maataloudenkin puolella.

Silvadrone käyttää Agras-tuoteperheen drooneja. Niitä käytetään paljon maatalouden eri toimenpiteissä ympäri maailmaa. Laitteella onnistuu niin nesteiden ruiskutus kuin rakeiden/siementen kylvö. Laitteen älykäs ohjelmisto mahdollistaa tarkan, tehokkaan ja turvallisen operoinnin useissa maa- ja metsätalouden eri toimenpiteissä. (Lisätietoa ko. dronesta tarvittaessa: <https://www.dji.com/fi/t20>)

Lähteet

Karjalainen, Tomi (2023). Silvadrone -esittely.
Digimaatalous.fi (2020). <https://www.digimaatalous.fi/ruiskudronit-ruiskudrone-peltoviljelyssa> (luettu 20.10.2023).

Tietoja dronesta:

Valmistaja: DJI	Maksimi lentoonlätöpaino: 47 kg
Malli: Agras T20	Toimintatapa: Sähkö
Hyötykuorma: 20 kg/litraa	



Sokerijuurikkaan

Satoindeksi (%): kuvaa sadoksi korjattavan kasvinosan osuutta (%) koko kasvin biomassasta. Sokerijuurikkaalla satoindeksin kehitystä on seurattu lajikekokeiden yhteydessä. Keskimääräisen satoindeksin tarkastelujaksoksi otettiin 2012–2021. Satoindeksi vaihteli lajikkeesta ja vuodesta riippuen 50–70 % välillä. Keskimääräinen satoindeksi oli 62 %.

Juurisato

Satoindeksi

Naattisato

Naatin kuiva-aine

ka. Naatti kg/ha

Naatin hiilipitoisuus

Hiilen määrä

Naatin ja juuren kuiva-ainepitoisuus (ka. %): Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksessa kerätään vuosittain kasvustonäytteitä, joista määritetään naatin ja juuren kuiva-ainepitoisuuksia eri kasvuvaiheissa. Tätä tietoa tarvitaan erilaisissa tutkimuksissa. Kertyneen aineiston perusteella voidaan todeta, että sadonkorjuun aikaan kasvin naattien kuiva-ainepitoisuus on 18 %. Juuren kuiva-aineen ja soke-ripitoisuuden välillä on voimakas yhteys. Tehtaalla kerättyjen sokeri- ja kuiva-ainepitoisuusnäytteiden perusteella (kuudelta vuodelta) voidaan laatia yhtälö: Kuiva-aine = $1,1905 \cdot \text{pol-\%} + 2,8496$. Näin ollen 16,5 % sokeria sisältävän juurimassan kuiva-aine pitoisuus on 22,5 %.

Juurisato

Satotappio

Hiusjuuristo ($\approx 18\%$)

Juuren kuiva-aine (pol % 16.5)

ka. juuri kg/ha

Juuren hiilipitoisuus

Hiilen määrä

Hiilipitoisuus (C %): HiMa-hankkeen aikana määritettiin erilaisilla maalajeilla ja alueilla kasvaneiden sokerijuurikkaiden naattien ja juurien hiilipitoisuudet. Näiden näytteiden perusteella naattien hiilipitoisuus oli keskimäärin 38 % ja juurien 41 %.

hiilensidonta

HIMA-hanke

**Nappaa
hiilestä
kiinni**
MAANKÄYTTÖSEKTORIN
ILMASTOVAIKUT

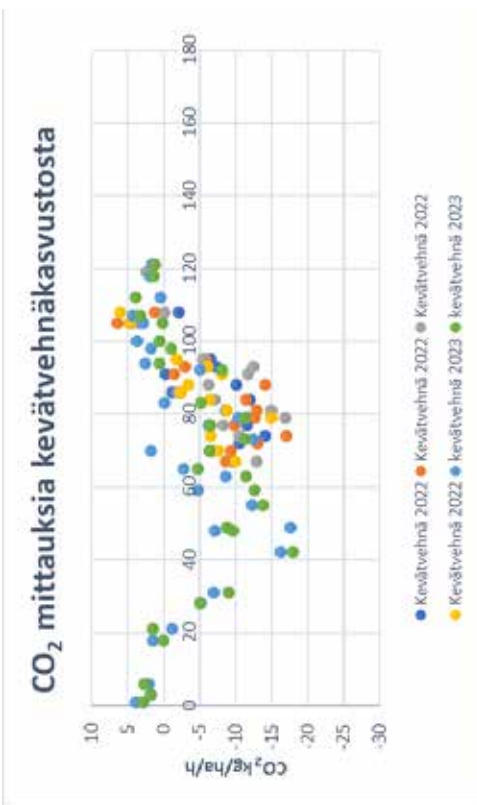
tn	50
%	62
kg ha ⁻¹	30645
%	18
kg ha ⁻¹	5516
%	38
kg C ha ⁻¹	2096

Satotappio (t/ha): Sucros toteutti vuosina 2013–2015 kattavan nostotappiotutkimuksen, jossa syksyisin tehtiin peltohavainnointia erilaisen korjuukoneiden nostotuloksista. Mukana oli vuosittain noin kahdeksan tilaa ja korjuukoneet vaihtelivat yksirivisestä hinattavasta, kuusriviseen itsekulkevaan nostokoneeseen. Suurimmat nostotappiot muodostuivat nostamattomista tai koneesta pellon pinnalle pudonneista juurikkaisista. Keskimäärin nostotappiot olivat 1600–3000 t/ha (Juurikassarka 2/2015).

tn	50
kg ha ⁻¹	2300
kg ha ⁻¹	9000
%	22,5
kg ha ⁻¹	2543
%	41
kg C ha ⁻¹	1042

Hiilisyöte: Sokerijuurikkaalla peltoon jäävää hiilisyötettä ovat naattimassan, nostotappiojuurikkaiden ja hiusjuuriston hiili. Jos tästä halutaan tietää pitkäaikaisen hiilen osuus, on arvioitava kasvinosien hajoamisnopeutta ja määrää. Sokerijuurikas on hyvin typpipitoinen kasvi, joten se hajoaa maassa melko nopeasti.

Hiusjuuristo: Sokerijuurikkaalla on varsinaisen sato-osan (pääjuuren) lisäksi kattava hiusjuuristo. Hyvissä kasvuolosuhteissa tämä juuristo voi yltää aina metrin syvyyteen asti (Juuristotietopaketti, Fakta 8, elokuu 2014). Sokerijuurikkaan hiusjuuriston määrästä on vain vähän ja hyvin vaihtelevia tutkimustuloksia maailmalta, Suomesta ei yhtään. Raportoiduissa tuloksissa hiusjuuriston määrät vaihtelevat 6–18 % välillä, pääjuuren massaan nähden (Steen ja Linden, 1987; Theurer 1993).



Sokerijuurikas kasvustoissa tehtiin kasvihuonekaasumittauksia vuosina 2022 ja 2023. Näillä haluttiin demonstroida sokerijuurikkaan hiilidioksidin sidontamäärää päivällä, kasvukauden eri aikoina. Koska mittauksia tehtiin viljelykiertolohkolta, verranteeksi otettiin kevätvehnä. CO₂-mittauksia tehtiin Gasmät 5000 Terra analysaattorilla muutaman päivän välein, ennen puoltapäivää. Vuonna 2022 sokerijuurikas kylvetiin 18.5.2022 ja nostettiin 27.10.2022, kevätvehnä kylvetiin 19.5.2022 ja puitiin 31.8.2022. Vuonna 2023 sokerijuurikas kylvetiin 16.5.2023 ja nostettiin 10.10.2023, kevätvehnä kylvetiin 16.5.2023 ja puitiin 6.9.2023.

CO₂ mittaukset pellolla aloitettiin pellon tasauksen jälkeen 10.5.2023 eli ennen kylvöä. Kuussa x-akseli kuvaa päivien määrää mittausten aloituspäivästä. Y-akseli kertoo sitoutuneen (negatiivinen luku) tai vapautuneen (positiivinen luku) hiilidioksidin määrän (CO₂ kg/ha/h).

Voiko sokerijuurikas lisätä maan hiilipitoisuutta ja miten nopeasti sokerijuurikkaan noston yhteydessä maahan jäävät juuret ja naatit hajoavat?

HiMa-hankkeessa tutkittiin myös maahan haudattujen juurikkaan osien, juurten ja naattien, hajoamista Paimiossa sijaitsevilla pelloilla. Kokeen tavoitteena oli selvittää juurikkaan kasvinosien hajoamisnopeutta sekä juurikkaan viljelyn vaikutuksia maan hiilipitoisuuteen. Hyvän sadon, esim. 50 tn/ha juurikassadolla laskettuna peltoon päätyy korjuutappioiden ja naattien mukana hiiltä yhteensä noin **3,1 tn/ha**. Tämä riittää korvaamaan vuoden 2021 koetulosten mukaan vuotuisen hiilipoistuman Carbon Check -tulosten (Eurofins 2022) mukaan laskettuna.

Sokerijuurikkaan juuren hiilipitoisuus on Sjt:n tutkimusten (2021–2022) mukaan 41 % ja naatin 38 %. 50 tonnin juurisadon perusteella laskettuna naattia voidaan arvioida kertyvän peltoon noin 30,65 tonnia hehtaarilta. Kuiva-ainepitoisuuden ja kasvustonäytteistä määritettyjen hiilipitoisuuksien perusteella voidaan laskea peltoon päätyväksi hiilimääräksi naatin osalta 2096 kg/ha ja juuren korjuutappioiden sekä arvioidun hiusjuuriston määrän osalta 1042 kg/ha.

Yleisessä keskustelussa unohdetaan merkittävä osa hiilen sidonnasta, sillä satoon sitoutuvaa hiiltä ei huomioida IPCC:n laskentasääntöjen mukaan hiilensidonnasta laskennassa (Langkilde & al. 2023). Juurikassatoon sitoutunut hiilimäärä on 50 tn/ha sadon perusteella laskettuna noin 4,6 tn/ha. Sadon mukana tehtaalle lähtevä juurikkaisiin sitoutunut hiili vapautuu, kun sokeri ja sen valmistuksessa syntyneet sivutuotteet kulutetaan.

Sokerijuurikkaan hajoamiskoe

Juurikkaan hajoamiskokeen pilottivaihe käynnistyi syksyllä 2021 ja se toteutettiin kolmella savipitoisella peltolohkolla. Pilottivaiheessa juuren ja naatin osat haudattiin 10–15 cm:n sy-

vyteen. Näytepussien noston yhteydessä otettiin maanäytteet koalueiden näytepussien ympärysmästä.

Koelohkojen savipitoisuuksien vaihteluväli oli 18–53 % (kuva 1). Monipuolisen viljelykierron loholla (lohko 1) maan orgaanisen aineksen pitoisuus oli 2,9 %, josta kokonaishiilipitoisuus oli 2,4 %. Lohkolla 2. maan orgaanisen aineksen pitoisuus oli 2,0 %, josta hiilen osuus oli 1,4 % ja koelohkolla 3. maan orgaanisen aineksen pitoisuus oli 2,1 % ja hiilipitoisuus 1,7 %.

Jos maaperään onnistutaan varastoimaan hiiltä 4 % vuodessa, vuosittainen ilmakehän hiilidioksidin määrän nousu hidastuu merkittävästi. Tämä tavoite perustuu Pariisin ilmasopimukseen ja se vastaa suuruusluokaltaan ihmisen toiminnasta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä (www.mmm.fi 2023).

50 tn/ha juurikassadolla laskettuna peltoon päätyy naattien ja korjuutappioiden mukana hiiltä yhteensä noin **3,1 tn/ha**. Tämä määrä riittää korvaamaan kaikilla koelohkoilla 1–3 (kuva 1) mineralisaation aiheuttaman vuotuisen hiilipoistuman NIRS-analyysiin perustuvien Carbon Check -tulosten (Eurofins 2022) mukaan lasket-



Koelohko	Saves %	Org.aines %	Hiili-%	Hiilen määrä tn/ha	Tarvittava C-lisäys poistuman korvaamiseksi tn/ha	Vaadittu C-lisäys tn/ha, jotta hiilipit. nousee 4‰	Vaadittu C-lisäys yht. tn/ha, jotta hiilipit. nousee 4‰
Lohko 1	53	2,9	2,4	95,6	2,9	0,4	3,3
Lohko 2	18	2	1,4	59,6	1,8	0,2	2,0
Lohko 3	37	2,1	1,7	67,8	2	0,3	2,3

Kuva 1. Koelohkojen maanäytetulokset (Carbon Check, Eurofins 2022).

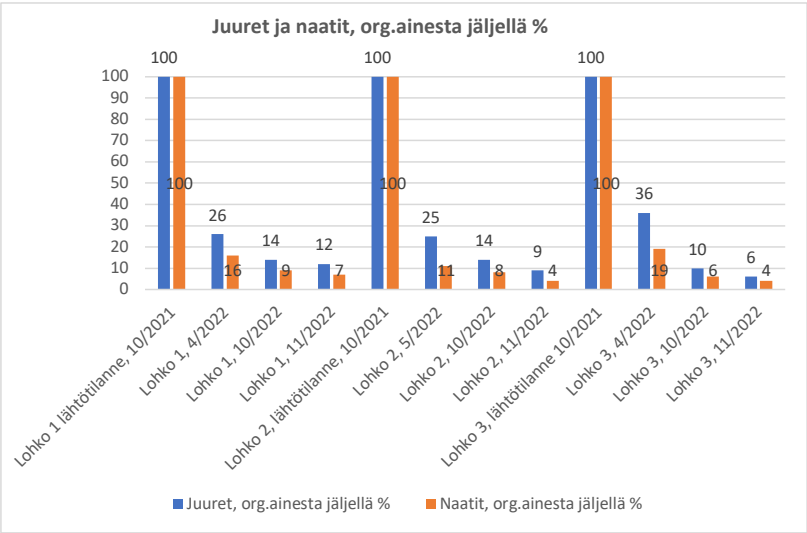
tuna. Lohkolla 1 neljän promillen hiilen lisäystavoite ei ihan täyty, mutta lohkoilla 2 ja 3 neljän promillen hiilen lisäystavoite ylittyi selvästi.

Lokakuussa 2021 haudattujen juurten osien orgaanisesta aineesta oli jäljellä 2022 marraskuussa enää keskimäärin 9 % kuiva-aineesta laskettuna. Eniten juurten orgaanista ainesta oli jäljellä lohkoilla 1, jonka savipitoisuus ja maan orgaanisen aineksen pitoisuus olivat korkeampia kuin

lohkoilla 2. ja 3. Myös juurikkaan naatin osien orgaanista ainesta oli eniten jäljellä lohkoilla 1. (Kuva 2).

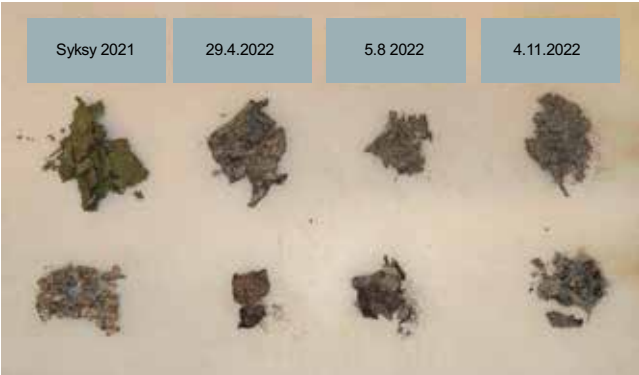
Lähteet

Eurofins (2022). Carbon Check -analyysin tulokset. Langkilde, Af Frans & Christensen, Sören (2023). Et nyt syn på landbrugets CO₂-bidrag. Dansk Kemi, 104, nr. 1, 2023. Maa- ja metsätalousministeriö (2023). <https://mmm.fi/luonto-ja-ilmast/energia-ja-ilmastopolitiikka/kansainvalinen-ilmastopolitiikka> (luettu 10.3.2023).



Kuva 2. Sokerijuurikkaan juuren ja naatin osien hajoaminen maassa (10/2021–11/2022).

Kuva 3. Syksyllä 2021 maahan haudatut juurikkaan naatin (ylärivi) ja juuren osat (alarivi) olivat pitkälle hajonneita marras-kuun alussa 2022.



Viljelykierron vaikutus maaperään 2015–2023

Yleisesti tiedetään, että sopivalla viljelykierrolla voidaan parantaa viljelykasvien satoa ja viljelyvarmuutta. Vuosien 2015–2023 aikana Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksessa on ylläpidetty viljelykiertokoetta, josta on vuonna 2023 tarkasteltu tarkemmin maaperän ominaisuuksia ja eri viljelykiertojen vaikutusta siihen.

Koeasetelma

Viljelykiertokoe perustettiin Paimion Meltolaan vuonna 2015. Kaikkiaan kokeessa on 14 erilaista viljelykiertoa. Kaikki 14 viljelykiertovaihtoehtoa kasvavat kahdessa eri tasossa (kerranteessa) eli yhteensä kokeessa on 28 viljelykaistaa/vuosi (á 600 m²). Kaikki viljelykiertovaihtoehdot aloitettiin vuonna 2015 sokerijuurikkaalla, paitsi vehnän monokulttuuri (taulukko 1). Viljelykierrot

ovat pääasiassa hyvin lyhyitä (Sj 50 %), mutta mukana on myös muutama pidempi vaihtoehto (Sj 30 %). Pääasiassa sokerijuurikasta seuraa aina jokin toinen viljelykasvi, vain kahdessa viljelykiertovaihtoehdossa juurikasta on kaksi vuotta peräkkäin (Sj 60 %). Vuosien aikana viljelykiertokaistoja on lannoitettu kulloisenkin viljelykasvin tarpeen mukaan. Lannoituksessa on käytetty ainoastaan mineraalilannoitteita. Sadonkorjuun

Taulukko 1. Vuonna 2015 perustetussa viljelykiertokokeessa on 14 erilaista kasvikiertoa, joista 13 on mukana sokerijuurikas. Kiertojen sokerijuurikas-% kuvaa, kuinka paljon juurikasta kierrossa on. Toteutuneita (kpl) tarkoittaa monestiko valittu viljelykierto on ollut viljelyksessä vuosien 2015–2023 aikana.

no.	Kierrot	Sj %-osuus	Toteutuneita
1	Sj-Viherlannoitus	50	4
2	Sj-Rypsi	50	4
3	Sj (mono)	100	9
4	Sj-Kaura	50	4
5	Sj-Herne	50	4
6	Sj-Herne-Kevätvehnä	30	3
7	Sj-K.vehnä-Rypsi-V.lannoitus	30	2
8	Sj-Rypsi-K.vehnä	30	3
9	Sj-Kevätvehnä	50	4
10	Sj-Ohra	50	4
11	Sj-Sj-V.lannoitus	60	3
12	Kevätvehnä (mono)	0	9
13	Sj-V.lannoitus-K.vehnä-Rypsi	30	2
14	Sj-Sj-K.vehnä	60	3



jälkeen pellolle jäänyt kasvimassa on muokattu syksyllä maahan pääasiassa kyntämällä. Kainuulle ei ole levitetty vuosien 2015–2023 välisenä aikana kalkkia eikä orgaanisia lannoitteita.

Muutokset maaperän ravinnetilassa

Viljelykiertokaistojen viljavuusnäytteet otettiin keväällä 2023. Niitä verrattiin vuoden 2015 viljavuustuloksiin, jotka oli otettu viljelykiertojen perustamisen yhteydessä.

Viljelykierroista ja kasvivalinnoista riippumatta näyttää siltä, että useampi viljavuusominaisuus on heikentynyt koekaistoilla yhdeksän vuoden aikana (Taulukko 2). Maaperän johtoluku, pH, fosfori- ja natriumluvut ovat laskeneet kaikissa viljelykierroissa.

Fosforiluvun lasku on ollut voimakkainta sokerijuurikasta sisältävissä viljelykierroissa. Kevätvehnän monokulttuurikaistoilla fosforiluku on laskenut maltillisimmin. Tämä liittyy sokerijuurikkaan tehokkaaseen fosforinkäyttöön, jolla voidaan perustella myös sokerijuurikkaan runsaampaa fosforilannoituksen tarvetta.

Myös maaperän Ca:Mg-suhde on laskenut yhdeksän viljelyvuoden aikana, vaikka Ca- ja Mg-luvuissa ei olekaan tapahtunut kovin voimakasta laskua. Viljelykierrosta riippumatta on tärkeää huolehtia peltojen oikeanlaisesta ja säännöllisestä kalkituksesta.

Hivenravinteiden osalta viljelykierrat eivät juurikaan eronneet toisistaan. Sokerijuurikkaan monokulttuurilohkoilla booripitoisuus oli selvästi alhaisempi kuin muissa kierroissa. Mangaanipitoisuudessa ei ollut eroja eri kiertojen välillä.

Fysikaaliset ominaisuudet

Maaperän orgaaninen aines on monimutkainen ja monipuolinen seos, joka vaikuttaa useisiin maaperän ominaisuuksiin ja ravinteiden kiertoon. Yleisesti, jos maaperän orgaanisen aineksen määrä laskee voimakkaasti, heikentää se viljelyyn käytettyjen panosten tuottoa. Edellytys kestäväälle peltoviljelylle onkin maaperän orgaanisen aineksen määrästä huolehtiminen. Koska myös viljelykasveilla voi olla vaikutusta orgaanisen aineen määrään, havainnoitiin vuo-

Taulukko 2. Vuoden 2023 perusviljavuustutkimuksen tuloksia verrattiin vuoden 2015, eli perustamisvuoden, arvoihin. Vuonna 2015 viljavuusanalyysissä ei ollut huomioitu hivenravinteita, joten niitä ei voitu tarkastella, mutta taulukosta löytyvät muut viljavuusanalyysin perusravinteet. Muutosta arvioitiin seuraavanlaisesti: esim. P 2023 (mg/l) – P 2015 (mg/l) = –13(mg/l). Taulukosta nähdään positiivisena lukuna tapaukset, joissa ravinnetilanne on parantunut vuosien 2015 ja 2023 välillä ja vastaavasti negatiivisena lukuna muutos, jossa ravinnetilanne maaperässä on heikentynyt vuosien 2015–2023 aikana.

Kierrot	Johtoluku	pH	Ca	Mg	Ca:Mg	P	K	Na
Sj-Viherlannoitus	-1.0	-0.3	215	62	-2.4	-13.4	12	-2
Sj-Rypsi	-1.0	-0.1	120	63	-2.5	-7.1	16	-4
Sj (mono)	-0.9	-0.4	35	75	-4.4	-8.2	39	-4
Sj-Kaura	-0.8	-0.3	185	54	-2.5	-6.7	76	-5
Sj-Herne	-1.0	-0.4	-45	45	-2.6	-13.3	11	-8
Sj-Herne-K.vehnä	-0.9	-0.2	20	23	-1.1	-9.3	19	-5
Sj-K.vehnä-Rypsi-V.lannoitus	-0.9	-0.2	385	60	-1.0	-5.9	51	-5
Sj-Rypsi-K.vehnä	-0.6	-0.3	200	45	-1.4	-5.9	61	-5
Sj-K.vehnä	-0.8	-0.2	440	39	0.1	-7.1	41	-5
Sj-Ohra	-1.7	-0.4	-125	51	-2.4	-9.3	47	-5
Sj-Sj-V.lannoitus	-1.0	-0.3	180	68	-2.9	-6.4	45	-6
K.vehnä (mono)	-0.9	-0.2	295	57	-1.2	-4.5	87	-3
Sj-V.lannoitus-K.vehnä-Rypsi	-0.8	-0.3	295	46	-0.8	-8.7	73	-7
Sj-Sj-K.vehnä	-0.8	-0.4	230	35	-0.6	-7.1	42	-4

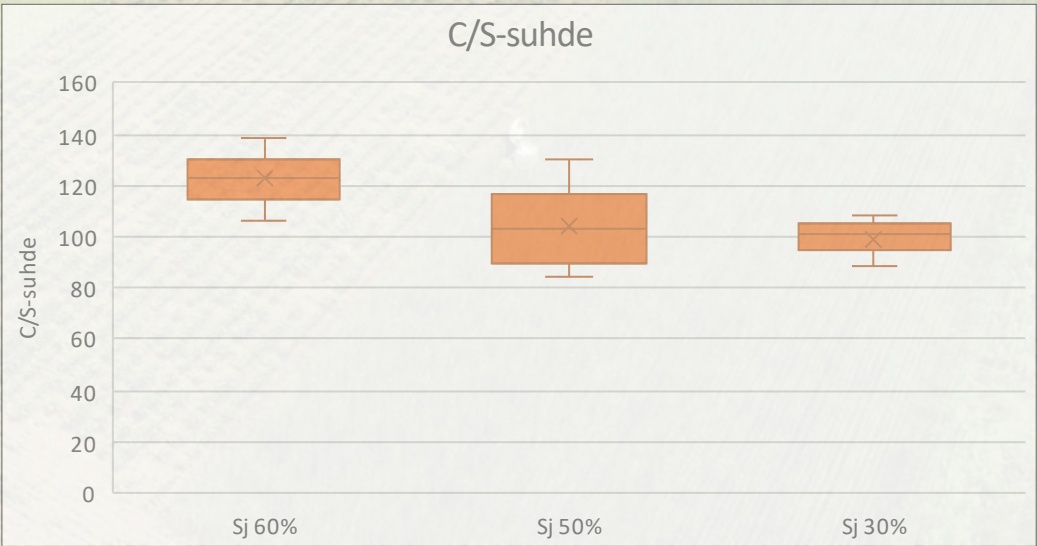


den 2023 maanäytteistä laajemmin maaperän orgaaniseen aineeseen liittyviä ominaisuuksia. Analyysit teetettiin Eurofinsillä, jossa näytteille tehtiin NIR-analyysipaketti.

Erityistä vuosien välistä muutosta ei pystytty analysoimaan, mutta eri viljelykiertojen (kasvien) mahdollista vaikutusta nykytilaan voitiin arvioida. Eri viljelykiertojen välillä ei ollut selviä eroja orgaanisen aineen pitoisuuksissa. Joissakin pidemmissä viljelykierroissa kuten *sj-rypsi-vehnä* ja *sj-vehnä-rypsi-viherlannoitus* orgaanisen aineksen pitoisuus oli korkeampi kuin muissa kierroissa. NIR-analyysin antaman orgaanisen aineksen osuus oli näissä kierroissa noin 3 %, mutta myös 60 % sokerijuurikasta sisältävässä kierrossa (*sj-sj-viherlannoitus*) pitoisuus oli samaa 3 % luokkaa. Tämä vastaisi yleisemmin käytössä olevan viljavuusanalyysin luokitusta ”multava”. Pitoisuus tuntui kuitenkin melko pieneltä, joten vertailun vuoksi laskettiin myös orgaaninen pitoisuus hiilipitoisuuden perusteella, eli $C \% \times 1,724 = \text{multavuus-}\%$ (Heikkinen ym., 2021). Edellä mainituissa kierroissa multavuus oli hiilipitoisuuden perusteella 4 % ja keskimäärin kaikissa kierroissa 3,7 %, eli edelleen luokassa ”multava”. Tämä vastaa pitkälti yleistä tasoa suomalaisilla sokerijuurikasloheilla (viljavuustulokset haastattelututkimuksesta vuosilta 2017–2018).

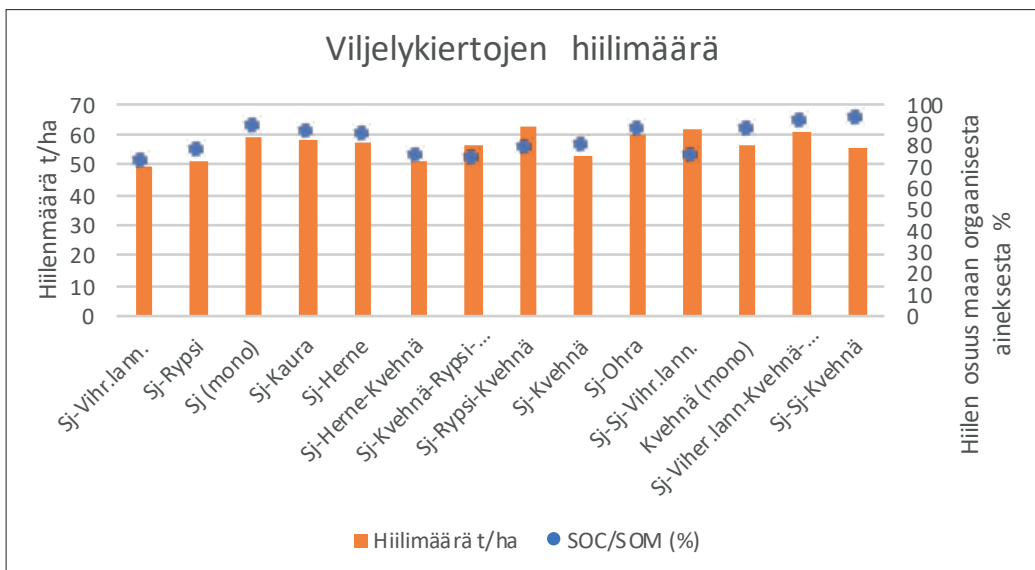
Maan kasvukuntoa mittaavia ominaisuuksia NIR-analyysissä ovat mm. hiili-typpi- ja hiili-rikki-suhde (C/N; C/S). C/N-suhteessa eri viljelykierrot eivät poikenneet toisistaan, vaan tulos oli kaikilla viljelykiertovaihtoehdoilla noin 10. NIR-analyysin tulokinnan mukaan tavoitearvo olisi 13–17, joten tulos oli melko matala ja ennustaa mikrobiaktiivisuuden nousua maaperässä (eli orgaanisen aineen nopeaa hajottamista) ja suurempaa typen mineralisoitumista. Analyysi antaakin keskimäärin typen vapautumiskapasiteetiksi 100 kg N/ha. Tavoitearvoksi on määritetty 95–145 kg N/ha. Myös C/S-suhde kuvaa orgaanisen aineen laatua. Matala C/S-suhde kuvaa hyvää rikin vapautumista maaperästä, kun taas korkea C/S-suhde osoittaa päinvastaista. Tavoitearvot eri viljelykiertojen osalta olisivat tasolla 50–75, mutta kaikkien kiertojen suhdeluvut ylittivät tämän tason ja olivat korkeita. Näin rikin vapautuminen maaperästä on viljelykierrosta riippumatta vähäistä. Analyysien perusteella keskimääräinen vapautumiskapasiteetti on 5 kg S/ha, kun sen tavoitearvo on 20–30 kg S/ha. Tämä on tärkeä huomioda erityisesti öljykasvien ja sokerijuurikkaan lannoituksen osalta, koska niiden sadonkehityksen ja laadun kannalta rikki on olennainen ravinne.

Viljelykiertovaihtoehtojen välillä ei juurikaan ollut merkittävää eroa maaperän hiilimäärässä (t/ha). Keskimäärin se oli koko havaintoalu-



Kuva 1. Hiili-rikki-suhteet eri viljelykiertovaihtoehdoissa.





Kuva 2. Kuvassa pylväät kertovat eri viljelykiertojen laskennallisesti (20 cm syvyydeltä maamassan paino/ha x orgaaninen C-%) arvioidusta hiilimäärästä ja siniset ympyrät kuvaavat NIR-analyysistä laskettua maaperän hiilen stabiilisuutta (orgaaninen C-%/orgaaninen aines-%).

eella 20 cm syvyydessä 57 t/ha. Tämä vastaa hyvin Suomen peltomaista aiemmin julkaistuja tietoja (Heikkinen ym., 2021) Maaperän hiilen stabiilisuutta eli orgaanisen aineksen hajoamisnopeutta kuvaava laskennallinen suhde hiilipitoisuuden ja orgaanisen aineksen pitoisuuden välillä (OC % / OA %) laskettiin myös kaikista viljelykiertovaihtoehdosta. Tavoitteellinen taso tälle stabiilisuudelle on 45–55 % välillä. Havaintolohkojen viljelykiertoissa tämä osuus oli kuitenkin keskimäärin 82 %. Analyysin perusteella voidaan todeta, että mitä enemmän maaperän orgaanisessa aineessa on hiiltä, sitä hitaampaa on hajotustoiminta maaperässä ja sitä paremmin maa pystyy sitomaan ilmakehän hiilidioksidia.

Analyysituloksista laskettiin myös eri viljelykiertoruutujen tarvitsema vuotuinen hiilisyötteen taso (kg C/ha/vuosi). Tämä oli keskimäärin 794 kg/ha/vuosi. Eripituisten viljelykiertojen välillä ei ollut juurikaan eroja (Kuva 3). Jos sokerijuurikassato on yli 40 t/ha, peltoon jäävä kasvimaassa täyttää lähes kokonaan pellon hiilisyötetarpeen. Muunkin orgaanisen aineen lisäys pelloille esim. orgaanisen lannoitteen muodossa voisi parantaa peltomaan ominaisuuksia entisestään.

Maaperän Biologiset ominaisuudet

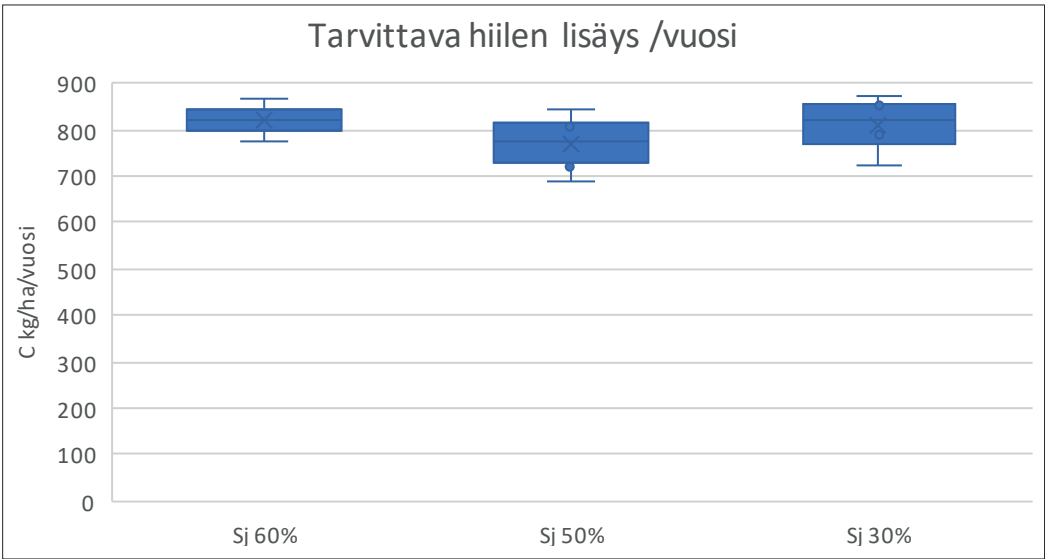
Viljelykiertokaistoilta analysoidut maaperän biologiset ominaisuudet olivat mikrobien biomassa (mg C/kg), mikrobiaktiivisuus (mg N/kg) ja sieni/bakteerisuhde.

Maaperässä mikrobibiomassa koostuu pääasiassa bakteereista ja sienistä. Ne hajottavat kasvijätteitä ja orgaanista ainetta maaperässä. Kasvijätteiden hajotessa vapautuu maaperään ravinteita, kuten typpeä (N), rikkiä (S) ja myös hieman fosforia (P). Näitä vapautuneita ravinteita kasvit voivat käyttää. Noin puolet mikrobibiomassasta sijaitsee maan pintakerroksessa.

Viljelykiertokaistojen maan biologisten ominaisuuksien analyysit tehtiin NIR-analyysin yhteydessä. Eurofins määrittää mikrobien biomassan ja mikrobiaktiivisuuden seuraavasti: "Ne ovat laskennallisia arvoja, ja niiden määrittämiseen on käytetty tietoja maa NIR-analyysin tuloksista mm. hiilen ja C/N-suhteen osalta. Mikrobien biomassa sisältää elävien mikrobien kokonaismassan mukaan lukien aktiiviset ja horrostatvat." (Eurofins 2020).

Ilmasto ja viljelytoimenpiteet vaikuttavat maan mikrobien biomassaansa muuttamalla maaperän

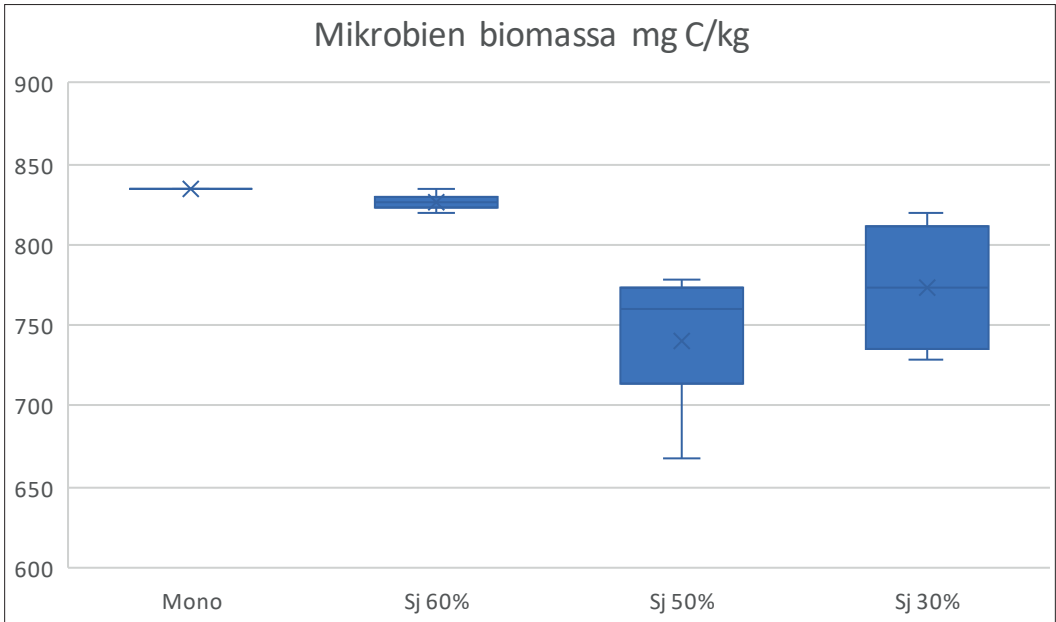




Kuva 3. Maaperään tarvittavan palautuvan hiilen määrä/vuosi (hiilisyöte). Viljelykiertolohkoilta vuosittain poistuvan hiilen määrä laskettiin 1 % mineralisaationopeuden mukaan (Heikkinen ym., 2013). Tähän on lisätty myös Pariisin ilmastokokouksen (2015) asettama 0,4 % vuosittainen hiilen sitomistavoite.

kosteutta tai hiilipitoisuutta. Mikrobin määrää kasvukauden eri aikoina on selvitetty aiemmissa tutkimuksissa (Sippola ym. 1993). Yleensä mikrobimäärä lisääntyy jyrkästi, kun orgaanista

ainesta muokataan maahan (Sippola ym. 1993). Mikrobibiomassaan vaikuttavia maaperän ominaisuuksia ovat savipitoisuus ja pH. Maaperässä, jossa on enemmän savea, on yleensä



Kuva 4. Eri viljelykiertovaihtoehtojen välillä ei ollut selkeää eroa maan biologisissa ominaisuuksissa. Viljelykiertojen ryhmittely sokerijuurikkaan viljelytiheyden mukaan helpottaa hieman tulosten tulkintaa. Ainoastaan mikrobien biomassassa voidaan havaita ryhmien välillä pientä eroa. Näyttää siltä, että mitä useammin sokerijuurikas viljelykiertossa esiintyy, sitä enemmän mikrobibiomassan määrä kasvaa. Sokerijuurikkaasta peltoon jäävässä naattimassassa on melko korkea typpipitoisuus, joka voisi selittää mikrobibiomassan runsautta.



korkeampi mikrobibiomassa, koska savipitoiset maat sitovat enemmän vettä ja sisältävät usein enemmän orgaanista hiiltä. Mikrobeille sopiva pH-alue on lähellä 7,0.

Mikrobibiomassaan määrään voidaan vaikuttaa peltoon jätettävän kasvijätteen määrällä. Kasvijätteet ovat mikrobibiomassan orgaanisen hiilen ja ravinteiden lähteitä. Minimimuokkaus voi lisätä mikrobien biomassaa. Erilaiset viljelykierrot voivat vaikuttaa mikrobien biomassaan, esim. palkokasvien jäämät voivat lisätä mikrobien biomassaa korkean N-pitoisuutensa vuoksi.

Sieni/bakteerisuhteesta on todettu, että sienet hallitsevat suurinta osaa viljelysmaista lauhkeassa ilmastossa. Sieni-bakteerisuhteet vaihtelevat noin 1,0–2,3 välillä. NIR-analyysin mukaan viljelysmaiden tavoitearvo on 0,6–0,9 eli bakteereita tulisi olla hieman sieniä enemmän.

Viljelykiertojen välillä ei ollut eroja sieni/bakteerisuhteessa. Suhde oli 0,65–0,70 välillä kaikissa kierroissa. Eli sienten ja bakteerien suhteelliset osuudet ovat tavoitearvoissa, mutta suhde voisi olla hieman korkeampi.

Sienet ja bakteerit reagoivat erilaisiin viljelymenetelmien muutoksiin. Sienet ovat yleensä her-

kempä näille muutoksille. Maanmuokkaus tuhoaa sienirihmoja. Kasvijätteiden sekoittaminen maaperään suosii taas bakteereja.

Orgaanisen aineksen laadulla on merkitystä sienten ja bakteerien suhteeseen. Laatutekijöitä ovat mm. C/N-suhde ja selluloosapitoisuus. Sienet ovat hallitsevia selluloosan hajottajia. Selluloosalla on korkea hiilipitoisuus ja korkea C/N-suhde, joten se on ihanteellinen ravinnonlähde sienille. Bakteerit, joiden C/N-suhde on pienempi kuin sienillä, tarvitsevat runsaasti typpeä sisältävää ruokaa (esim. palkokasvien tähteet). Runsaasti typpeä sisältävä lannoite suosii siksi bakteeriyhteisöä maaperässä (Eurofins 2020).

Lähteet:

- Eurofins Viljavuuspalvelu: Maan NIR-analyysi. www.eurofins.fi/agro
- Heikkinen, J., Ketoja, E., Nuutinen, V. & Regina, K. (2013) Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974–2009. *Global Change Biology* 19, 1456–1469.
- Heikkinen, J., Keskinen, R., Regina, K., Honkanen, H. & Nuutinen, V. (2021) Estimation of carbon stocks in boreal cropland soils – methodological considerations. *European Journal of Soil Science* 72, 934–945.
- Rinne, S.-L., Sippola, J. & Simojoki, P. 1993. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. *Maatalouden Tutkimuskeskus Tiedote* 4/93.



Sinapinviljelyn hyödyntäminen sokeri- juurikkaan viljelykierrossa

Sinappi on yksivuotinen kaalikasveihin kuuluva kasvi, jota voidaan viljellä myös Suomessa. Sinappi on nopeakasvuinen, sen juuristo ylettyy syvälle maahan ja ottaa ravinteita tehokkaasti. Sinappikasvuston korkeus on noin 1–1.5 m.

Sinappia viljellään Suomessa lähinnä saneeraus- ja maanparannuskasvina. Erityisesti sokerijuurikkaan viljelykierroissa sinappia viljellään saneeraukseen. Tällöin on erittäin tärkeää, että viljelyksessä oleva sinappilajike on nimenomaan kysta-ankeroista saneeraava, ei normaaliankeraisen isäntäkasvina toimiva lajike. Saneerauskäytössä sinapin ei anneta tuleentua, vaan se niitetään kesken kasvukauden ennen kukintaa. Paras teho saneerauksessa saavutetaan vihermassan multaamisella maahan.

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksessa on ko-keiltu sinappia myös houkutuskasvina sokeri-juurikaslohoilla. Tällöin nopeasti taimettuva sinappi houkutteli tuholaisia sokeri-juurikaskasvustoa nopeammin. Sinappikaistaa ei käsitelty ja hyönteisten annettiin syödä kasvusto vapaasti. Tätä kokeilua testattiin vuosina 2021–2022. Vuonna 2021 sinappikaista tuotti satoa hyönteisvioletuksista huolimatta ja ilman torjunta-ainekäsittelyä. Satotaso oli hyvin alhainen 300 kg/ha. Hankeyhteistyön (TUJU-HiMa-hankkeet) ajatuksena oli, että sinapista saatava sato voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa itse maustekastikesinapin valmistuksen raaka-aineena. Epäselviä kysymyksiä olivat maustesinapin raaka-ainevaatimukset, kuten tarvitaanko jokin tietty lajike sinapin valmistukseen, puintiajankohta, sadon käsittely jne.

Suuria sinapintuottajamaita maailmalla ovat Kanada, Nepal ja Venäjä (FAOSTAT 2021), mutta asukasta kohden laskettuna suurin sinapinkulutus löytyy naapurimaastamme Ruotsista. Ruotsissa myös kasvatetaan sinapinsiementä maustesinapin raaka-aineeksi. Ruotsi tuottaa noin 3 % tarvitsemastaan sinapin raaka-aineesta. Haimme siis apua sinapin viljelyyn Ruotsista.

Neuvoja viljelyyn Ruotsista

Petersborgs Gårdin tilalla viljellään sinappia 20 hehtaarilla. Viljelijä Hans Svensson on tuottanut sinappia jo 25-vuotta. Hän on erikoistunut myös tuottamaan tilallaan sinapinsiemenestä jalostettuja erikoistuotteita, joita myydään tilalla olevassa lähiruokakaupassa. Hans oli hyvin kiinnostunut suomalaisesta sinappi-sokerijuurikas tutkimuksesta ja kertoi puolestaan kattavasti meille elintarvikesinapin viljelystä.

Hans Svensson – sinapin viljelyä Ruotsissa

– Olen itse tehnyt lajikekokeita, joissa on ollut 7–8 erilaista valko-/ keltasinappilajiketta. Ko-keilujeni perusteella lajikkeiden välillä ei ole suuriakaan makueroja. Saneeraava sinappilajike soveltuu oikein hyvin elintarvikesinapinsiemenen tuotantoon. Toki tietääkseni vain *Sinapis alba* on saneeraava sinappilaji, Ruotsissa on viljelyksessä Vaverdi-lajike.



– Hyvän maustesinapin valmistukseen tarvitaan myös ruskeita/ mustia sinapinsiemeniä. Ruskea sinappi (*brassica juncea*) ja Musta sinappi (*brassica nigra*) lajeihin ei todennäköisesti kuulu lajikkeita, jotka toimisivat saneerauskasvien tavoin. Mitä terävämpi maku itse maustesinappiin halutaan, sitä enemmän ruskeaa tai mustaa sinappia tulisi käyttää maustesinapin valmistuksessa. Kaikkien tuntema tulinen Dijon-sinappi on valmistettu lähes kokonaan mustasta sinapinsiemenestä.

Viljelytekniikka

– Sinappia ei saa kylvää liian aikaisin, maaperän tulee olla lämmin, eikä pakkasvaaraa saa olla. Yleensä sinappi kylvetään Etelä-Ruotsissa toukokuun alussa, muiden kylvöjen alkaessa jo huhtikuun alussa. Kylvösiemenmääränä käytetään 10–12 kg/ha, mutta käytettäessä sinappia saneerauskasvina on siemenmäärä noin 20–25 kg/ha. Typen tarve on noin 100 kg N/ha. Kylvö tehdään yhdistelmäkylvönä, kylvösyvyys on noin 1 cm.

Ruotsissa ei ole hyväksyttyjä valmisteita sinapin rikkakasvien torjuntaan, mutta koska sinappi kilpailee hyvin rikkakasvien kanssa, se ei yleensä ole ongelma. Sinapin kylvön tapahtuessa muita kasveja myöhemmin, voidaan pelto äestää useamman kerran rikkakasvien vähentämiseksi ennen kylvöä.

Hyönteiset ovat kuitenkin suuri ongelma (kuten öljykasveilla). Rypsikuoriaiset ovat suuri uhka ja



SjT:llä on kokeiltu sinappia myös houkutuskasvina sokerijuurikaslohoilla.

aikainen pyretroidi-ruiskutus on tehtävä, joskus myös toistuvasti. Sinappi kukkii juhannuksen tienoilla. Sadonkorjuu on yleensä elokuun lopussa, syyskuun alussa. Siementen kosteuden tulisi olla alle 18–20 % sadonkorjuuhetkellä. Sinappi puidaan tavallisella puimurilla. Sadonkorjuun jälkeen on tärkeää kuivata siemenet nopeasti n. 7–8 % kosteuspitoisuuteen.

Sinapinviljely satokasvina voisi olla Suomessakin hyödyllinen lisä viljelykiertojen laajentamiseksi. Kokemuksia sinapin saneeraus- ja maanparannusvaikutuksista sokerijuurikaspeleillä on jo kattavasti olemassa. Viljelyn laajentaminen osaksi sokerijuurikaan viljelykiertoa olisi siis hyvin mahdollista.



Kumppanuuskasvit sokerijuurikkaan viljelyssä

HIMA-hankkeen (2021–2023) tavoitteena oli tehostaa sokerijuurikkaan kasvukauden aikaista hiilensidontaa. Havainnoitavia toimenpiteitä olivat mm. ympärivuotisen kasvipeitteisyyden ylläpito, Strip till -kylvömenetelmä ja kasvukaudella sokerijuurikasrivien väliin kylvettävien kumppanuuskasvien testaus.

Kumppanuuskasveilla tarkoitetaan kasveja, jotka kasvavat jonkin aikaa kasvukaudella sokerijuurikkaan kanssa yhtä aikaa samalla loholla sokerijuurikasrivien välissä. Yleisesti kirjallisuudessa kumppanuuskasveilla on todettu olevan monipuolisia hyötyjä viljelykasvien ravinteiden ottoon, vedenkäytön tehokkuuteen, rikkakasvien hallintaan ja peltojen kasvipeitteisyyteen. Kumppanuuskasvien käytössä voi esiintyä myös haittoja, riippuen lähinnä valituista kasviyhdistelmistä ja viljelytavoista (Brooker ja muut 2015). Hankkeen pilottitilalla haettiin kumppanuuskasveista hyötyä erityisesti kasvipeitteisyyden lisäämiseen ja hyödyllisten vuorovaikutusten saavuttamiseen ravinteiden otossa ja niiden käytön tehokkuudessa. Yleisesti kumppanuuskasvit eivät ole olleet kovinkaan suosittuja tehomaa- ja viljelyssä, mutta ilmaston muuttuessa ja viljelyn haasteiden esim. kuivuuden lisääntyessä, niiden potentiaaliset hyödyt ja uudet viljelyratkaisut ovat nousseet entistä ajankohtaisemmiksi.

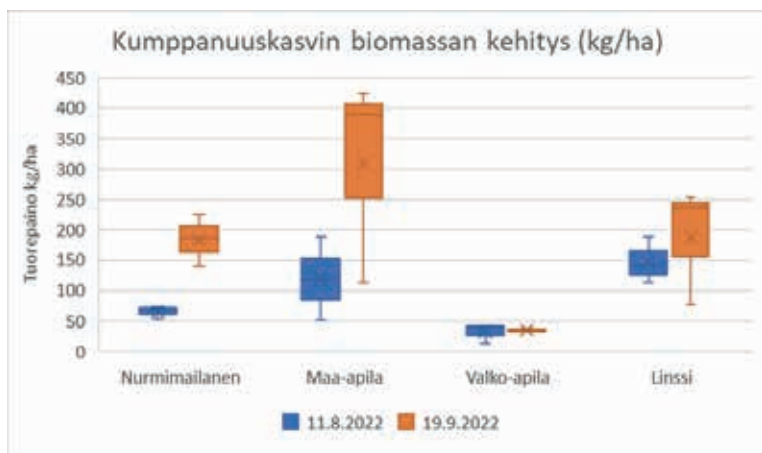
Hankkeen pilottitilana toimi Ilmari Hunsan tila Nousiaisissa. Tilalla on aktiivisesti panostettu talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisäämiseen ja erityisesti kiinnitetty huomiota sokerijuurikasvustojen mahdollisiin kumppanuuskasveihin. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisäämiseksi Hunsan tilalla on panostettu kylvötekniikkaan, joka erityisesti sopii sokerijuurikkaan Strip till -kylvöön.



Kuva 1. Sokerijuurikasta varten tehtyjä muokkausraitoja, joihin oli samalla kylvetty ruista välikasviksi. Strip till -menetelmässä peltoon muokataan tulevan viljelykasvin kohdalle muokkausraita ja riviväli jää koskemattomaksi. Muokkausraitojen riviväli on sama kuin sokerijuurikkaalla eli 50 cm. Tavoitteena on luoda olosuhteet, joissa voidaan hyödyntää koskemattoman maan ja kuohkeutetun kaistan ominaisuuksia. Kuva: Ilmari Hunsu

Keväällä 2021 Hunsu toteutti sokerijuurikkaan Strip till -kylvön pellolle, jossa oli talven yli kasvanut ruista. Ruiskasvusto lopetettiin ennen





Kuva 2. Kumppanuuskasvien kasvun kehitystä elo-syyskuun aikana vuonna 2022. Hajonta oli hyvin suurta. Ainoastaan valkoapila oli selvästi muita heikempi, mutta myös muiden lajien biomassat (kg/ha) jäivät hyvin heikoiksi.

sokerijuurikkaan kylvöä. Rikkatorjuntaruiskutuksien jälkeen sokerijuurikkaan rivien väliin kylvettiin riviväliharauksen yhteydessä kumppanuus/kerääjäkasveja (valkoapila, maa-apila, nurmimailanen, linssi). Kesäkuussa alkanut ja heinäkuun jatkunut kuivuus ei suosinut kumppanuuskasvien kasvua ja ne jäivät lopulta hyvin pieniksi.

Vuodelle 2022 viljelijä muutti viljelytoimenpiteitä jonkin verran. Sokerijuurikkaskasvusto kylvettiin keväällä normaalisti, jonka jälkeen kasvustoille tehtiin kasvinsuojelutoimet perinteisillä kasvinsuojeluaineilla. Kolmen kasvin-suojeluruiskutuksen jälkeen heinäkuun alussa kumppanuuskasvit kylvettiin sokerijuurikkaan riviväleihin mekaanisen harauksen yhteydessä. Jälleen kerran kuivuus haittasi kumppanuuskasvien optimaalista kasvua, mutta niitä kuitenkin kasvoi riviväleihin. Niiden biomassan kehitystä seurattiin elo-syyskuun aikana. Tuorebiomassan kertymä jäi keskimäärin alle 200 kg/ha (kuva 2.). Vertailuna voidaan nostaa kirjallisuudesta kanadalaistutkimus, jossa nurmimailasta viljeltiin kumppanuuskasvina kauran, vehnän ja pellavan kanssa. Syksyllä nurmimailasen biomassat vaihtelivat 427–824 kg/ha (May ja muut 2022).

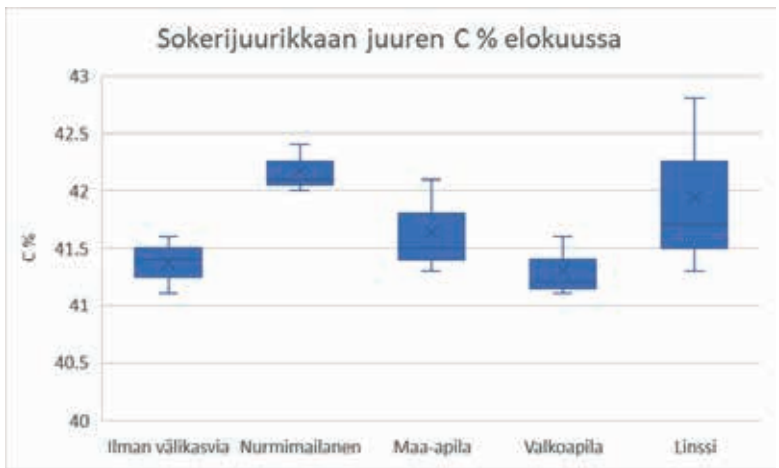
Vuonna 2023 sokerijuurikkaan ja kumppanuuskasvien kylvöt ja kasvinsuojelu toteutettiin samalla tavalla kuin vuonna 2022. Kumppanuuskasvit kylvettiin kuitenkin yhtenä seoksena, joka sisälsi nurmimailasta, maa-apilaa, valkoapilaa, linssiä ja punanataa. Nyt kasvustoseurannassa

voitiin havaita, että kumppanuuskasvit kasvoivat edellisvuotta paremmin, tuorebiomassa oli syyskuussa ennen sokerijuurikkaan nostoja keskimäärin 922 kg/ha.

Vuosina 2021–2023 pilottitilan lohkolta havainnointiin sokerijuurikkasato ilman kumppanuuskasveja kylvetyltä lohkon osalta ja vastaavasti kumppanuuskasvien kanssa kylvetyiltä kaistoilta. Kasvustoista kerättiin sokerijuurikkasnäytteitä elokuussa ja syyskuussa ennen juurikkaan nostoa. Kasvustoissa oli tapahtunut kasvua, mutta muutos oli voimakkainta välirivikasvin kanssa kasvaneissa juurikkaissa. Välirivikasvuston ja kontrollikasvuston syyskuun yhden juurikkaan kuivapainot eivät kuitenkaan eronneet toisistaan, hajonta välirivikasvuston juurikkaissa oli hyvin voimakasta. Vuonna 2022 sokerijuurikkaskasvustoista määritettiin tarkemmin myös tyyppi ja hiili pitoisuudet (%). Elokuun kasvustoista verrattiin sokerijuurikkaita, jotka olivat kasvanneet eri välikasvien kanssa. Ainoana ominaisuutena vain juuren hiilipitoisuudessa oli eroja. Nurmimailasen kanssa kasvaneissa juurikkaan juurissa oli selvästi kontrolliin nähden korkeampi hiilipitoisuus (Kuva 3.).

Keskimäärin kolmen vuoden satotasot kumppanuuskasvien kanssa olivat 70.6 tn/ha ja ilman kumppanuuskasveja 66.5 tn/ha. Myös sokeripitoisuudessa oli eroja näiden kahden viljelymenetelmän välillä, kumppanuuskasvien kanssa kasvaneiden sokerijuurikkaiden eduksi. Muissa sokerijuurikkaan prosessointilaatuun vaikuttavissa ominaisuuksissa kuten K-, Na- ja Amino-





Kuva 3. Sokerijuurikkaiden juuren hiilipitoisuus (%) elokuussa kontrollijuurikkaalla ja eri kumppanuuskasvien kanssa kasvaneilla juurikkailla.

N-pitoisuuksissa ei ollut eroa eri menetelmien välillä.

Vuonna 2022 maaperän NIR-analyyseissä kontrollin, maa-apilan ja linssin välillä ei lop-pukasvukaudesta havaittu suuria eroja maan kemiallisissa, fysikaalisissa tai biologisissa ominaisuuksissa. Ainoita merkkeille pantavia eroja löytyi maaperän kemiallisissa ominaisuuksissa maa-apilan ja linssin kohdalla, kun maaperän kokonaisfosfori- ja natriumvarannot olivat kontrolliin nähden korkeammat. Maaperän fosforipitoisuuden nousua kontrolliin nähden oli nähty myös kanadalaistutkimuksessa, jossa nurmimailasta oli kasvatettu viljojen kumppanuuskasvina ja kontrollina oli käytetty puhdasta viljakasvustoa (May ja muut 2022). Biologisista

ominaisuuksista mikrobien massa (mg C/kg) oli korkein linssin jälkeisessä maaperänäytteessä. Kun taas mikrobien aktiivisuus ja sieni-/bakteeri suhde olivat kontrollia ja maa-apilaa heikompia samassa näytteessä.

Lähteet:

Brooker, R.W., Bennett, A.E., Cong, W-F, Daniell, T.J., George, T.S., Hallett, P.D., Hawes, C., Iannetta, P.p.m., Jones, H.G., Karley, A.J., Li, L., McKenzie, B.M., Pakeman, R.J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C.A., Zhang, C., Zhang, F., Zhang, J., & White, P.J. (2015) Research review Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. New Phytologist, 206: 107–117. [doi10.1111/nph.13132](https://doi.org/10.1111/nph.13132)

May, W.E., McConachie, R., & Entz, M. (2022) Self-regenerating black medic cover crop provides agronomic benefits at low nitrogen. Agronomy Journal, 114, 2743-2761. doi.org/10.1002/agj2.21089

Viljelijän näkemyksiä ja kokemuksia kumppanuus- ja kerääjäkasveista

- Kiinnostavia kumppanuus- ja aluskasveja ovat linssi, maa-apila, nurmimailanen ja punanata.
- Yksi kiinnostava jatkotutkimuskohde voisi olla rukiin viljely välikasvina ennen sokerijuurikasta.
- Ruis voi tasata keväällä maan kosteusolosuhteita ja lisäksi voidaan hyödyntää sen maanpeittokasvi- ja kerääjäkasviominaisuuksia.
- Riviruiskutuksen käyttö kolmannella ruiskutuskerralla voisi mahdollistaa aikaisemman kumppanuuskasvien kylvön ja tehostaa kumppanuuskasvien viljelyn vaikuttavuutta.
- Riviväliharauksen yhteydessä voidaan toteuttaa kumppanuuskasvien kylvö tai lisälannoitus.
- Maan kantavuuden parantaminen sadonkorjuussa kumppanuuskasveilla, välikasveilla ja Strip till -muokkauksella käytettäessä.



Havainnot Sjt:n koeruuduilta

2023

Kumppanuuskasvien käyttö viljelyssä lisää yleensä maanpäällistä biomassan tuottoa, mutta samalla myös maanalaisen biomassan määrä lisääntyy. Entä pystytäänkö kumppanuuskasveilla lisäämään myös sokerijuurikaspeltojen hiilensidontaa?

Vuonna 2022 kumppanuuskasvien kylvöä testattiin Sjt:n koeruuduilla. Kumppanuuskasvit kylvettiin sokerijuurikaskasvustoon piensiemenen kylvölaitteella, joka oli yhdistetty mekaaniseen riviväliharaan. Yhdistetty kylvöharaus toteutettiin kesäkuun lopussa. Ajankohta osui kuivuusjaksolle, joka kesti pitkälle heinäkuuhun. Yksikään kylvöön valituista kumppanuuskasvilajeista ei lähtenyt kasvamaan, ei edes sateiden saavuttua elokuun alussa. Eräs tähän vaikuttaneista asioista saattoi kuivuuden lisäksi olla Conviso-menetelmän käyttö. Lohko, johon kumppanuuskasvit kylvettiin, oli kylvetty Smart Sinja -juurikaslaajikkeella ja ruiskutettu 2 kertaa 0,5 l/ha Conviso-valmisteella. Convisolla saattoi olla pitkäkestoinen maavaikutus, joka esti

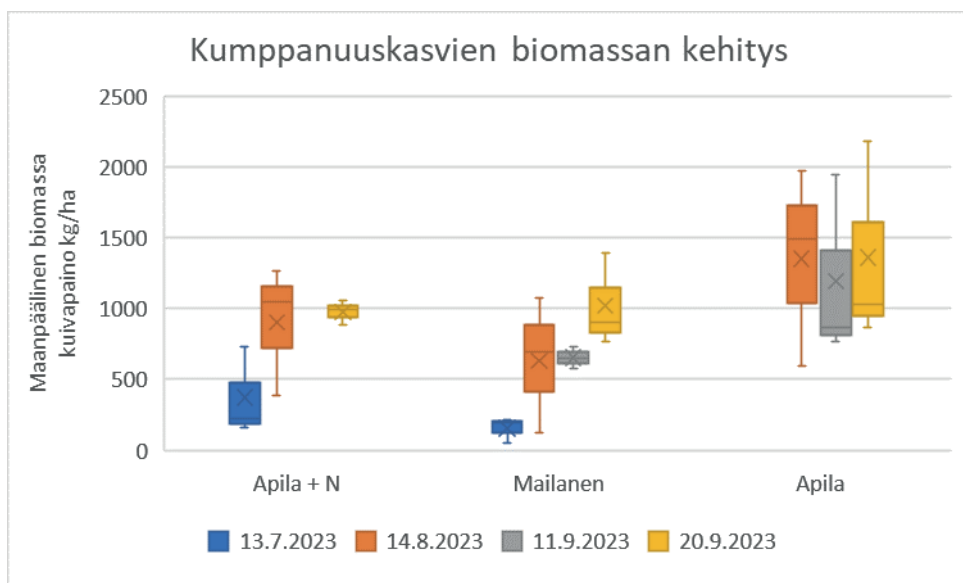
kumppanuuskasvien taimettumisen. Näin voidaan olettaa, ettei kumppanuuskasveja kannatta kylvää Conviso-ruiskutusten jälkeen.

Vuonna 2023 kumppanuuskasveille testattiin toisenlaista kylvötapaa Conviso-sokerijuurikkaan kanssa. Kumppanuuskasveiksi valittiin maa-apila, linssi ja nurmimailanen. Kumppanuuskasvit kylvettiin keväällä ennen sokerijuurikkaan kylvöä tavallisella Jukon kylvölannoitimella 12 cm rivivälillä. Kylvö tehtiin kolmen koneen leveydeltä koko lohkon mittaisiin kaisloihin. Kumppanuuskasvikaistat eivät saaneet minkäänlaista lannoitusta erikseen, vaan lannoitus annettiin sokerijuurikkaan kylvön yhteydessä normaalisti sijoittaen sokerijuurikasrivin vie-



Kuvat 1a ja b. Sokerijuurikas, kumppanuuskasvina linssi ja apila 21.6.2023.





Kuva 2. Kumppanuuskasvien maanpäällisen biomassan kehitystä seurattiin heinä-syyskuun ajan. Kuvassa kolmen kumppanuuskasvin biomassat kuivapainoina (kg/ha). Apila + N = maa-apila juurikkaan N-lannoitus 140 kg/ha, Apila = juurikkaan N-lannoitus 80 kg/ha, Mailanen = nurmimailainen sokerijuurikkaan N-lannoitus 140 kg/ha.

reen. Sokerijuurikkaan lannoituksessa käytettiin 140 kg N/ha typpitasoa. Maa-apilakaistoja oli kaksi. Toiseen kaistaan kylvetty sokerijuurikas lannoitettiin alhaisemmalla typpimäärällä 80 kg N/ha. Sokerijuurikas kylvettiin kumppanuuskasvien päälle viisi päivää kumppanuuskasvien kylvön jälkeen, tavallisella sokerijuurikkaan kylvökoneella. Jotkin juurikasrivit saattoivat osua suoraan kumppanuuskasvirivien päälle.

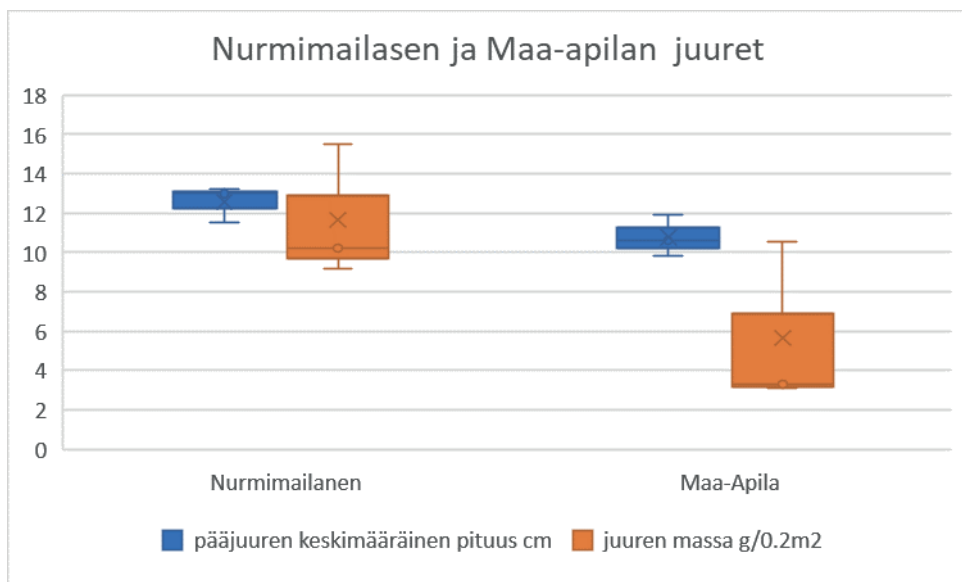
Sekä sokerijuurikas, että kumppanuuskasvit taimettuivat kuivan kevään takia hyvin hitaasti. Rikkakasvit aiheuttivat suuria haasteita lohkolla. Sokerijuurikaslajikkeena käytettiin Smart Iberia -lajiketta ja kasvinsuojelutoimena tehtiin yksi sokerijuurikasriville kohdennettu Convisoruiskutus. Tämä ei kuitenkaan riittänyt pitämään sokerijuurikasriiviä puhtaana ja lopulta välirivit ruiskutettiin heinäkuun puolessa välissä kokonaan, mikä tuhosi suurimman osan lohkon kumppanuuskasveista. Kokeen jatkoseurannan takia kaistoihin jätettiin havaintoruutuja maa-apila- (+N ja -N) ja nurmimailaskaistoihin. Linssiä ei voitu enää pelastaa. Havaintoruudut perattiin kertaalleen manuaalisesti. Näistä ruuduista tehtiin jatkohavainnot, joilla seurattiin kumppanuuskasvien kehitystä ja niiden vaikutusta sokerijuurikkaan kasvuun.

Kumppanuuskasvien biomassan kehitys oli alkukasvukaudesta hidasta, mutta sateiden alettua heinäkuun alussa myös niiden kasvu nopeutui. Sokerijuurikkaan riviväli oli 50 cm, eikä sokerijuurikas täyttänyt riviväliä ennen heinäkuun loppua, joten kumppanuuskasveilla oli tilaa ja valoa kasvaa. Maa-apilan (alemmalla sokerijuurikkaan typpilannoituksella) biomassaa kasvoi laajaksi ja kuiva-ainetta oli syyskuun loppupuolella kertynyt hehtaaria kohden keskimäärin jopa 1 300 kg.

Maanpäällisen massan lisäksi kiinnostusta herätti kumppanuuskasvien maanalainen massa. Kuvassa 3 nähdään nurmimailasen ja maa-apilan juuristojen massa (0,2 m² alalta) ja pääjuuren pituuden (cm) erot. Maa-apilan kokonaispituus (maanpäällinen osa + juuri) on nurmimailasta suurempi, mutta nurmimailasen maanalainen biomassa vaikuttaa suuremmalta kuin maa-apilan.

Nurmimailasen ja maa-apilan vihreiden osien hiilipitoisuus vaihteli 26–30 % välillä. Näin ollen kasvukauden aikana kumppanuuskasvien vihreisiin osiin kertyi keskimäärin 300 kg C/ha. Tästä jää maaperään pitkäaikaista hiiltä yli 70 kg C/ha.





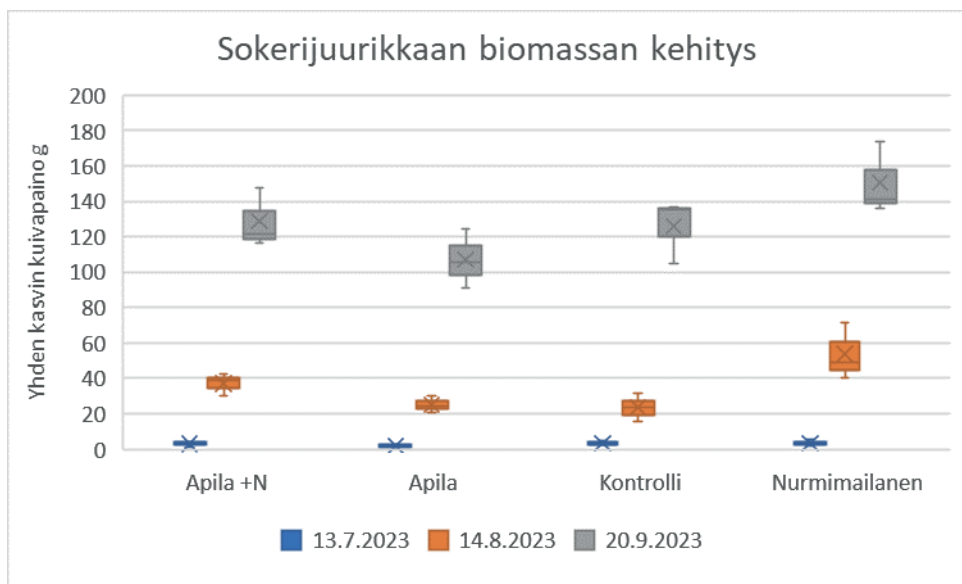
Kuva 3. Nurmimailasen ja maa-apilan maanalaista biomassaa tarkasteltiin mittaamalla kasvien juurten pituutta (cm) ja tuorepainoa (g).

Kesäkuusta sadonkorjuuseen kumppanuuskasvien hiilensidonnan kehitystä havainnoitiin viikoittain myös kasvihuonekaasumittauksilla (kuva 6). Hiilidioksidin sitoutuminen kaikilla kumppanuuskasveilla oli aluksi vähäistä, mutta oli erityisesti nurmimailasella tehokasta jo heinäkuussa.

Koska sokerijuurikkaiden ja kumppanuuskasvien kasvu alkukasvukaudesta oli heikkoa kuivuuden ja rikkakasvipaineen vuoksi, jäi sokerijuurikkaiden satokehitys hyvin alhaisek-

si. Keskimääräinen satotaso oli noin 35 t/ha. Kumppanuuskasviruuduista kerättyjen sokerijuurikkasnäytteiden satotasot vaihtelivat suuresti olleen 26–56 t/ha. Keskimäärin paras satotaso (44 t/ha) oli nurmimailasen kanssa kasvaneella juurikkaalla. Se poikkesi selvästi kontrollista.

Sokerijuurikkaan kasvukauden aikaisista biomassanäytteistä määritettiin myös ravinnepitoisuuksia. Tuloksista voitiin havaita, että kumppanuuskasveilla oli vaikutusta myös sokeri-



Kuva 4. Sokerijuurikkaan biomassan kehitys kasvukaudella kumppanuuskasvien kanssa.

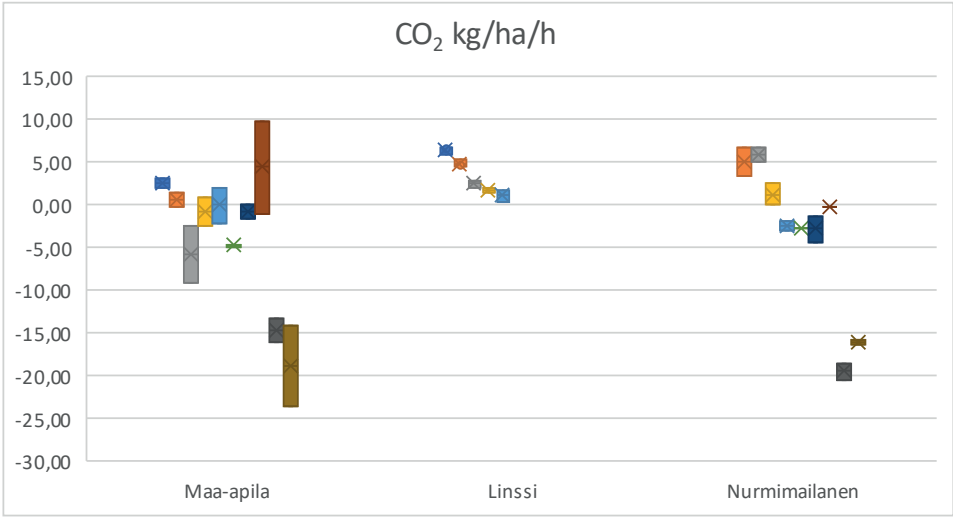


juurikkaan ravinteiden ottoon. Maa-apilan ja nurmimailasen kanssa kasvaneissa sokerijuurikkaan naateissa oli jo elokuussa korkeampi fosforipitoisuus kuin kontrollina toimineessa, ilman kumppanuuskasveja kasvaneessa juurikkaassa.

- Kumppanuuskasvit lisäsivät sokerijuurikkaslohon hiilensidontaa lisäämällä maahan jäävää biomassaa
- Nurmimailasella oli positiivinen vaikutus sokerijuurikkaan kasvuun
- Kumppanuuskasvien viljely Conviso-menetelmän kanssa vaatii vielä kehittelyä



Kuva 5. Kumppanuuskasvia mittakehikossa. Kasvihuonekaasumittauksia kasvustoissa tehtiin 21.6.2023 lähtien kerran viikossa.



Kuva 6. Viikon välein tehtyjä kasvihuonekaasujen pistemittauksia kumppanuuskasvikasvustoista.



Kuva: Ilmari Hunsu

Vuoden 2023 koetta rahoittivat myös:

Syysvehnän kylvö juurikaskasvustoon -kokeilu tuotti hyvän sadon

Syysvehnän kylvö sokerijuurikaskasvustoon -kokeilun koeruudut tuottivat satoa keskimäärin 5000 kg/ha. Hajalevityksenä syksyllä 2022 kylvetty syysvehnä talvehti melko hyvin ja tuotti hyvän sadon kohtuullisilla kustannuksilla.

Sokerijuurikkaan nostokone multasi kolme päivää ennen juurikkaannostoa kylvetyn vehnänsiemenen. Seuraava työvaihe kylvön jälkeen oli keväällä toteutettu lannoitus ja vehnä puitiin 22.8.2023. Kokeilu jatkuu ja menetelmää kehitetään edelleen.

Taustaa

Vuonna 2021 Sjt:llä toteutetussa syysvehnän kylvökokeessa juurikaskasvustoon todettiin, että syysvehnä oli itänyt hyvin, mutta kasvusto ei talvehtinut vaan tuhoutui lähes kokonaan. Sama kohtalo oli lähes koko Varsinais-Suomessa syysviljoilla talven 2021-2022 jäljiltä.

Koe toistettiin 4.10.2022 ja hajakylvetty syysvehnä orastui melko hyvin. Lajikkeina olivat Hankkijan Skagen ja Struben Wechsel Weizen. Käytetty siemenmäärä oli noin 250 kg/ha ja juurikas nostettiin kylvön jälkeen 7.10.2022 Edenhall-nostokoneella. Edenhall sekoitti sekä tallasi maata ja tehosti aiemmin kylvetyn vehnänsiemenen maakontaktia. Syysvehnää ei lannoitettu syksyllä 2022. Keväällä 2023 lannoitukseksi annettiin tyypeä 150 kg/ha. Käytetty lannoite oli Suomensalpietari.

Marraskuussa orastiheys oli Skagenilla 380 kpl/m² ja Wechsel Weizenillä 390 kpl/m². Silmämaa-
räisesti arvioituna nostokoneen rengasurissa ja runsaasti naattia sisältävissä lohkon osissa orastuminen oli heikompaa.



Kuva 1. Juurikaskasvustoon 4.10.2022 kylvetty syysvehnä Skagen (vasemmalla) ja syys- ja kevätvehnän risteytys Wechsel (oikealla) 18.11.2022. Juurikas on nostettu 7.10.2022. (Kuva: Arvo Ekman 18.11.2022).

Koelohkolta puitiin Sjt:n koeruutupuimurilla yhteensä 8 koeruutua elokuun lopulla. Lajikekohtaisia koeruutuja oli 4. Ruutukohtaiset sato-
tulokset on esitetty kuvassa 3. Keskimääräinen ruutusato oli Skagenilla 4900 kg/ha ja Wechsel Weizenillä 5100 kg/ha. Koelohkon heikosti orastuneet ja tiivistyneet päisteet oli rajattu pois kais-
takokeen koeruutualueista. Tämän vuoden ko-





Kuva 2. Syysvehnän kylvö juurikaskasvustoon -kokeilulohko 11.7.2023. Skagen (vasemmalla) ja Wechsel (oikealla).

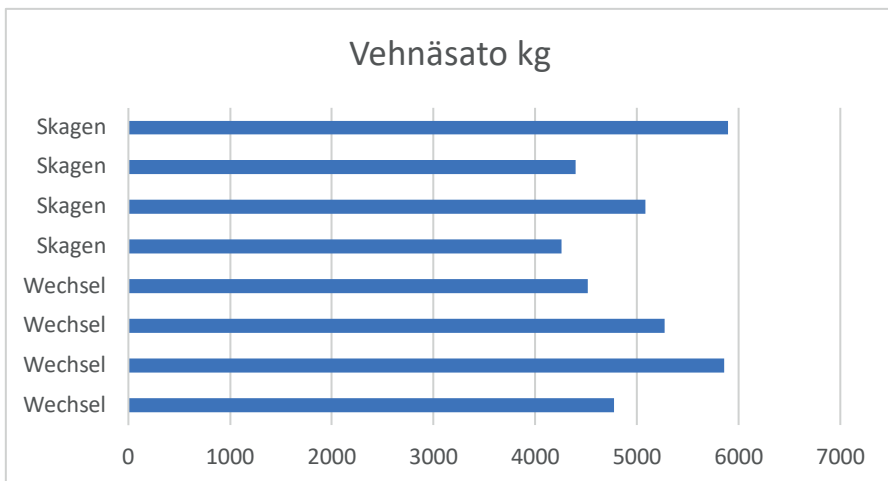


Sokerijuurikas nostettiin uudelta Syysvehnän kylvö juurikaskasvustoon -koealokolta 22.9.2023. Edenhall-nostokone sekoitti sekä tallasi maata ja tehosti edellisenä päivänä kylvetyn vehnän siemenen maakontaktia hyvissä olosuhteissa Paimiossa.

kemusten perusteella syysvehnä talvehti heikosti päästealueilla. Niillä kokeilun edulliset vaikutukset rajoittuvat syys- ja talvikauden aikaisiin kerääjäkasvi- ja maanpeittokasvivaikutuksiin.

Syysvehnän kylvö sokerijuurikaskasvustoon -menetelmässä on riskejä, sillä kylvöajankohdan viivästyminen voi heikentää orastuvuutta ja syyskylvöisen kasvin talvenkestävyyttä. Menetelmän riskejä voi todennäköisesti pienentää soveltamalla sitä aikaisin nostettavilla juurikaslokoilla. Lupaavaa menetelmää kehitetään ja testataan edelleen aiempien kokemusten perusteella.

Syksyllä 2023 perustetussa kokeessa syysvehnän kylvöä aikaistettiin ja hajakylvö juurikaskasvustoon tehtiin 21.9.2023. Skagen lajiketta kylvettiin noin 270 kg/ha. Kylvö ja juurikkaan nosto onnistuttiin tekemään hyvissä olosuhteissa, maa oli sopivan kosteaa, mutta ei liian märkää. Juurikas nostettiin 22.9.2023 Edenhall-nostokoneella. Jatkossa seurataan syysvehnän orastiheyttä ja talvehtimistä sekä mitataan sadon määrä.



Kuva 3. Syysvehnän kylvö juurikaskasvustoon -kokeilun koeruutujen sadot 2023.



Peltorobotiikka on lähitulevaisuutta

Työtehosteuran ja Luonnonvarakeskuksen PelloRobo-hankkeessa testattiin kuluneella kasvukaudella Sjt:n FarmDroid-peltorobottia rikkakasvien haraamiseen sokerijuurikkaalla. Ensimmäisen kesän kokemukset toimivuudesta olivat varsin myönteisiä.

Robotiikan läpimurtoa ei ole vielä nähty peltoviljelyssä. Kehitystyö on kuitenkin vilkasta ja markkinoilla on useita kaupallisia peltorobotteja. Peltoroboteilla tarkoitetaan suhteellisen pieniä autonomisia, yleensä tiettyihin tehtäviin tarkoitettuja laitteita, erotuksena autonomisista traktoreista. Raja ei kylläkään ole selkeä.

Robotiikkaa on kehitetty erityisesti vihannesviljelyyn, jossa keskeisimpänä tehtävänä sillä on rikkakasvien torjunta. Kasvinsuojeluaineiden käyttöä pyritään vähentämään, jolloin vaihtoehtona ovat erilaiset mekaaniset torjuntakeinot. Vihannestuotannossa rikkakasveja joudutaan kitkemään jopa käsityönä, mikä on kallista ja lisää riippuvuutta työvoimasta.

FarmDroid haraa siemenen paikkatiedon mukaan

Työtehosteuran ja Luonnonvarakeskuksen PelloRobo-hankkeessa on testattu Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen viime keväänä hankkimaa tanskalaista FarmDroid FD20 -peltorobottia. Kyseisiä robotteja on maailmalla jo yli 400 kappaletta.

FarmDroidin rikkaharaus perustuu kylvössä tallennettuun siemenen paikkatietoon, eli pello kylvetään ensin samalla laitteella. Siementen paikkatieto tallentuu alle senttimetrin tarkkuudella laitteen oman RTK-GPS-tukiaseman kautta. Tarkka paikkatieto mahdollistaa harauksen

myös taimien väleistä ja tarvittaessa jo ennen taimettumista. Tämä on selvä etu verrattuna konenäköön perustuviin haroihin.

Peltorobotin testaus aloitettiin keväällä Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen vajaan kahden hehtaarin koelohkolla Paimiossa. Lannoite oli levitetty lohkolle erillisellä sijoituslevityksellä ennen kylvöä. Kylvö sujui hyvin, keskeytyksiä ei ollut ja siemen saatiin haluttuun syvyyteen.

Rikkoja harataan niiden ollessa pieniä

FarmDroid suosittelee harauksen aloitusta jopa ennen taimettumista ja toistamista noin viiden päivän välein. Viime kevään kuivuus ja kylmyys hidastivat niin taimien kuin rikkojenkin kasvua, ja testissä rikkakasvien haraus aloitettiin vasta reilun kahden viikon kuluttua kylvöstä. Haraus tehtiin 1-2 viikon välein, tilanteen mukaan. Kylmyys vaihtui helteeksi ja lisäksi kirpat kurittivat juurikkaan taimia.

Rivivälit puhdistuivat rikkakasveista hyvin. Myös taimien väliharaus toimi, mutta taimien ympärille rikkakasveja jäi jonkin verran. Kun lähtötilanteessa rikkoja oli melko tasaisesti sekä rivillä että taimien välissä, rikoista lähti testissä noin 80-90 %. Taimien välit laite haraa edestakaisin liikkuvalla veitsiharalla, jonka etäisyyttä taimiin voi säätää.

Mahdollisesti vielä tarkemmalla säädöllä olisi saatu rikkakasvit poistettua hieman lähempää taimia. Koska rikkoja kasvaa aivan taimien juu-



rella, kaikkia ei mitenkään pystytä poistamaan mekaanisella haralla. Jäljelle jäävien rikkakasvien torjumiseksi FarmDroid onkin kehittänyt robottiin täsmäruiskutustekniikkaa.

Haraamaton kontrolli erottui robotilla haratusta kuitenkin selvästi. Kuivan alkukesän seurauksena uusia rikkakasveja ilmaantui paljon vielä heinäkuun alun sateiden jälkeen, jolloin haraus ei enää onnistunut. Jäljelle jääneet rikat olivat kasvaneet sen verran isoiksi, että ne takertuivat haroihin ja alkoivat vetää juurikkaita maasta. Jos juurikas olisi lähtenyt alkukesällä nopeammin kasvuun, se olisi todennäköisesti kilpaillut paremmin rikkojen kanssa. Lohkolla oli myös vertailuna kemiallinen torjunta. Sjt on ottanut eri koejäsenistä satonäytteitä ja niiden tulokset valmistuvat myöhemmin.

Ilmaista käyttövoimaa taivaalta

FarmDroid toimii sähkövoimalla ja sen akut latautuvat laitteen omilla aurinkopaneeleilla. Laitetta ei tarvinnut ladata verkosta kesän käytön aikana. Periaatteessa laite kulkee itsenäisesti vuorokauden ympäri. Virtaa pitäisi riittää aurinkoisella säällä läpi yön, mutta tätä ei päästy testaamaan. Ja jos virta loppuisikin aamuyön tunteina, se jatkaa työtä taas, kun aurinko alkaa paistaa. Saatavilla on myös lisäakut tarvittaessa.

FarmDroid FD20

- Tanskalaisvalmisteinen
- Käyttövoimana aurinkoenergia
- Erikoiskasvien kylvöön ja rikkojen haraamiseen
- Työleveys enintään 3 metriä, 4–8 kylvöyksikköä
- Paino noin 900 kg
- Kapasiteettia noin 20 hehtaarin hoitoon
- Neljä 400 watin aurinkopaneelia
- Ajonopeus alle 1 km/h
- Hinta noin 80–90 000 € varustuksen mukaan)

Hankkeesta

Peltorobotiikalla kestäviä viljelykäytäntöjä eli Peltorobo-hankkeessa kokeillaan ja tutkitaan peltorobotiikkaa käytännön olosuhteissa vihanneviljelyssä. Kaupallista peltorobottia testamalla selvitetään, miten peltorobotiikka soveltuu suomalaisiin viljelymenetelmiin, käytäntöihin ja toimintaympäristöön ja millaista osaamista käyttö edellyttää. Kaksivuotisen hankkeen rahoitus tulee Maatilatalouden kehittämisrahas-
tosta (Makera).

[Peltorobotiikalla kestäviä viljelykäytäntöjä](#), TTS Työtehoseura ja Luonnonvarakeskus Luke



FarmDroid FD 20 -peltorobotti syysrapsin tarkkuuskylvössä

FarmDroid FD20 (FD) -peltorobotti on käytössä muualla Euroopassa monilla avomaan vihannes- ja sokerijuurikastiloilla. Robotti kylvää siemenet tarkkaa paikkatietoa (RTK) hyödyntäen ja se tietää siementen tarkan sijainnin. Tarkkuuskylvö FD:lla mahdollistaa sen, että siementen ja kylvörivien väliin voidaan jättää haluttu määrä tilaa. Tarkkuuskylvön tavoitteena oli sopivan harva, maan peittävä vahvajuurinen kasvusto.

Pääasiassa FD:tä käytetään avomaan vihannesten ja sokerijuurikkaan tarkkuuskylvöön sekä mekaaniseen rikkakasvien torjuntaan. Peltorobotissa ei ole lannoitusyksikköä, joten lannoitus tehdään erikseen. Se voidaan tehdä ennen kylvöä tai kylvön jälkeen. FD:lla voidaan harata riviväleistä sekä kylvöriveiltä.

Tämän kokeilun tavoitteena oli testata FD:n tehokkuutta Suomen olosuhteissa ja selvittää, miten robotin kapasiteettia voitaisiin hyödyntää tehokkaasti koko kasvukauden ajan. Kokeessa syysrapsi kylvettiin FD:lla heinäkuun lopussa sokerijuurikkaan harauskauden jälkeen. Syysrapsia ei lannoitettu esikasvin vaikutuksen vuoksi.

Kokeilussa verrattiin FD:lla toteutettua kylvöä eri riviväleillä (25 cm ja 50 cm) tavallisen kylvölannoittimen kylvöön (riviväli 12 cm). Tulosten perusteella FD soveltui hyvin syysrapsin aikaiseen kylvöön (kuva 1).

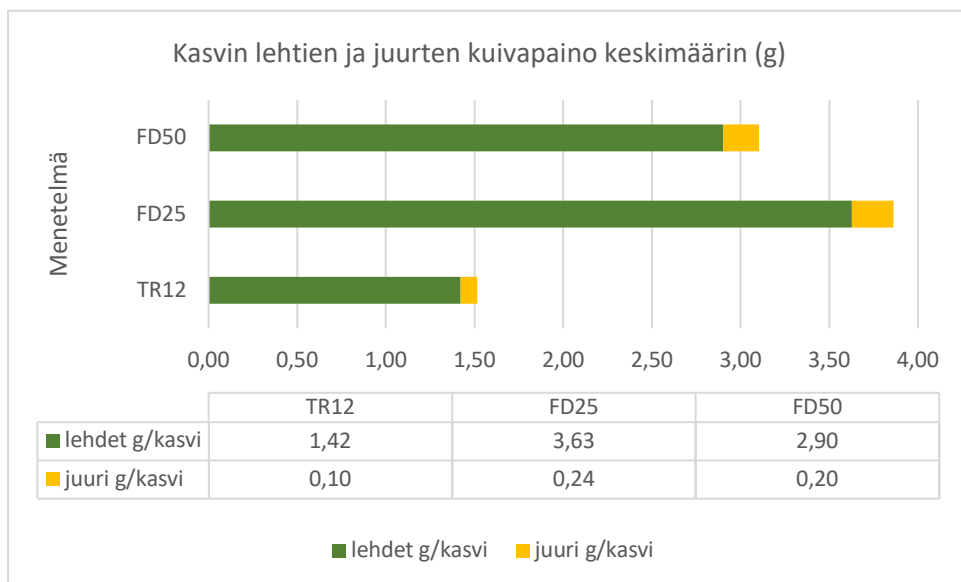
Meltolan kartanon koelohko tasaustasattiin ja kalkittiin ennen rapsin kylvöä. Kalkituksessa käytettiin Paraisten kalsiittikalkkia 7 tn/ha. Syysrapsi kylvettiin 27-28.7.2023. Kylvötesti toteutettiin yhteistyössä Työteho-seuran ja Luonnonvarakeskuksen PelloRobo-hankkeen kanssa.

Eri kylvömenetelmien vaikutuksia seurattiin vertaamalla kasvien kuivapainoa, juurten pi-



Kuva 1. Vasemmalla 25 cm:n rivivälillä robotilla kylvetty syysrapsi, keskellä kylvölannoittimella kylvetty syysrapsikaista ja oikealla 50 cm:n rivivälillä robotilla kylvetty kaista. Kuva otettu Paimiossa 15.8. noin kaksi viikkoa kylvön jälkeen.





Kuva 2. Rapsin taimien lehtien ja juurten kuivapaino keskimäärin. Vertailtavina menetelminä ovat FD50=Robottikylvö 50 cm:n riviväli, FD25=Robottikylvö 25 cm:n riviväli ja TR12=Kylvölannoittimen kylvö, 12 cm:n riviväli.

Syysrapsin kylvö -kaistakokeesta saatujen alustavien tulosten mukaan:

- FD20 -peltorobotti soveltuu hyvin syysrapsin kylvöön.
- Syysrapsin kokonaisbiomassa (lehdet ja juuret) oli suurin robottikylvössä (FD) 25 cm:n riviväliä ja 14 cm:n siemenväliä käytettäessä. Myös juuren paksuus oli suurin tällä kylvömenetelmällä.
- Juuren pituus oli merkittävästi suurempi robottikylvössä (FD) 50 cm:n riviväliä ja 7 cm:n siemenväliä käytettäessä muihin menetelmiin verrattuna.

tuutta ja niiden paksuutta. Juurten pituuden ja paksuuden välillä oli merkittäviä eroja eri kylvömenetelmien välillä. Kasvustonäytteet otettiin 30.8.2023. Vuonna 2024 seurataan myös syysrapsin talvehtimistä ja mitataan sadon määrä.

Robotilla tarkkuuskylvetyillä koekaistoilla (rivivälit 25 cm ja 50 cm) lehtien ja juurten kuivapaino oli merkittävästi suurempi kuin tavanomaisella kylvölannoittimella kylvetyillä kaistalla (kuva 2).

50 cm:n rivivälillä kylvettäessä rapsin käytetty siemenväli oli 7 cm ja 25 cm:n rivivälillä siemenväli oli 14 cm. Molemmilla kylvömenetelmillä siemenmäärä oli sama 30 kpl/m². Aikaisen kylvöajankohdan ja tarkkuuskylvön etujen vuoksi kokeessa käytettiin melko pientä kylvömäärää.

Tarkkuuskylvön tavoitteena oli sopivan harva, maan peittävä vahvajuurinen kasvusto.

Peltorobotilla (FD) 50 cm:n rivivälillä kylvetyn (siemenväli 7 cm) syysrapsin juuret olivat merkittävästi pidempiä kuin muilla menetelmillä. 25 cm:n riviväliä käytettäessä (siemenväli 14 cm) rapsin juuret olivat merkittävästi paksumpia muihin menetelmiin verrattuna. Vilja-alan yhteistyöryhmän (2023) mukaan syysrapsi talvehtii parhaiten, kun juuren niskan paksuus on 0,8 cm ja juuren pituus 8 cm.

Lähteet

Farmdroid (2023). www.farmdroid.dk.

Vilja-alan yhteistyöryhmä (2023). <https://www.vyr.fi/rypsin-ja-rapsin-viljelyopas/miten-viljelen-syysrapsia-ja-rapsia/kylvo-ja-siemenmaara> (luettu 18.10.2023).



