

KASVINSUOJELULEHTI

2/2024

57. vuosikerta



KASVINSUOJELULEHTI

SISÄLTÖ

Harausrobotteja Suomen pelloille

Victor Bloch & Reetta Palva

Biologisen torjunnan ja pölytyksen makroeliöiden käytön sääntely

Aino-Maija Alanko

Otsonivesi marjakasvien kasvintuhoojien desinfioinnissa

Anne Nissinen & Marja Rantanen

Uusi opas luomuvihannesten kasvinsuojeluun

Anne Nissinen, Terhi Suojala-Ahlfors & Sari Himanen

Kansi: Jauhiaislude (Macrolophus pygmaeus) etsimässä saalista tomaatin lehdellä. Kuva: Aino-Maija Alanko

2/2024

57. vuosikerta

Ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
ISSN 2814-4724

Julkaisija

Kasvinsuojeluseura ry.

Puheenjohtaja

Marja Savonmäki
Puhelin 0295162280
marja.savonmaki@gov.fi

Varapuheenjohtaja

Minni Tarkkanen
Puhelin 040 568 1165
minni.tarkkanen@bayer.com

Sihteeri

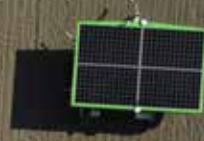
Juha Tuomola
juha.tuomola@ruokavirasto.fi

Toimitus

Vastaava toimittaja
Nelli Piekkari
Puhelin 0400 791 235
kasvinsuojelulehti@gmail.com
Paperiposti
Kasvinsuojeluseuran toimistolle,
osoite alla.

Osoitteenmuutokset ja jäsenyysasiat

Toimistonhoitaja
Johanna Karhamo
Puhelin 040 774 7590
kasvinsuojeluseura@gmail.com
Kasvinsuojeluseura ry
Rekitie 4 D 17
00950 Helsinki



Harausrobotteja Suomen pelloille

Victor Bloch & Reetta Palva

Kaupallisia peltorobotteja on saatavilla tiettyihin viljelytyöihin, kuten rikkakasvien haraamiseen. Robotit ovat kuitenkin kalliita, ja niiden käyttö on hieman monimutkaisempaa kuin traktorikäyttöisten työkonoiden tai työn teettäminen käsityönä. Ylittävätkö robottien hyödyt nämä haasteet, ja kuinka niitä käytetään tehokkaasti – näihin kysymyksiin tarvitaan vastauksia, ennen kuin peltorobotit yleistyvät maataloilla.

Monet uudet digitaaliset teknologiat tekevät tuloaan myös maatalouteen. Teknologinen kehitys tulee kuitenkin jäljessä verrattuna esimerkiksi telekommunikaatioon, teollisuuteen tai lääketieteeseen, vaikka maatalous ja ruuantuotanto on meille elintärkeää. Toki maatalousympäristö ja sen rajaton monimuotoisuus ovat

erittäin monimutkaisia automatisoinnin kannalta. Peltoviljelyssä kohteet kuten kasvit ovat hauraita, eri muotoisia ja värisiä, kasvavat valtavilla alueilla jatkuvasti muuttuvissa sää- ja maaperä- ja valo-olosuhteissa. Kaikkien näiden haasteiden ratkaisemiseen tarvitaan valtavasti rahaa.

Kaupallisia peltorobotteja on tullut tarjolle

Tietotekniikan kehitys on kuitenkin nopeaa: tietokoneiden tehot ovat kasvaneet, algoritmit kehittyneet ja anturit tulleet tarkemmiksi, mikä on mahdollistanut automaation etene-
misen myös peltoviljelyssä. Monet yritykset Euroopassa, USA:ssa ja Australiassa ovat tehneet peltorobotteja jo usean vuoden ajan.

Tarjolla jo useita kaupallisia peltorobotteja. Tanskalainen peltorobotti ROBOTTI (AgroIntelli,



Kuva 1. Peltorobotiikalla kestäviä viljelykäytäntöjä -hankeessa testattiin 2023 tanskalaista FarmDroid FD20-robottia. Kuva: Sjt

n. 270 000 euroa) ja ranskalainen Orio (Naïo, n. 120 000 euroa) ovat työkoneenkantaja-tyyppisiä robotteja, joihin voi kytkeä monia eri viljelytyökoneita. Tanskalainen FD20 (Farmdroid, n. 70–90 000 euroa) on aurinkovoimalla toimiva kylvö- ja harausrobotti. Hollantilainen Ag-Bot (AgXeed, noin 300 000 euroa) soveltuu raskaampana ja tehokkaampana erityisesti maan muokkaukseen.

Automaatio tarjoaa monia etuja nykyisiin käytössä oleviin menetelmiin verrattuna. Robottien tärkein etu on ihmistyön korvaaminen tai liian kuormittavien tehtävien suorittaminen. Vihannestiloilla rik-

karuhoja kitketään jopa käsityönä, mikä on merkittävä kustannus. Lisäksi kausityöntekijöiden saatavuus on kasvava haaste. Torjunta-aineiden käyttöä pyritään vähentämään, mikä tarkoittaa yhä useammin vaihtoehtoisten torjuntamenetelmien käyttöönottoa. Peltorobotti voisi tarjota ratkaisun, edellyttäen, että se toimii odotetusti ja on helppo ja miellyttävä käyttää.

Ensimmäinen Suomeen viime kesänä

Euroopassa ja muualla maailmassa pelloilla työskentelee jo satoja robotteja. Suomeen kaupallisia

peltorobotteja ei kuitenkaan vielä reilu vuosi sitten ollut ilmestynyt. Asian edistämiseksi Työtehoseuran ja Luonnonvarakeskuksen voimin suunniteltiin Peltorobotiikalla kestäviä viljelykäytäntöjä -hanke, jossa testattaisiin kaupallista robottia. Tavoitteena oli osaltaan herättää kiinnostus robotiikkaan ja sen hyödyntämismahdollisuuksiin.

Hankkeessa selvitetään robotiikan soveltuvuutta ja käyttökohteita suomalaisessa erikoiskasvien viljelyssä. Miten robotiikka integroidaan viljelyyn, millaisia muutoksia se edellyttää, millaisia vaikutuksia sillä on viljelyprosesseihin ja työnkäyttöön sekä mitä vaatimuksia se tuo infralle? Robotiikan kannattavuutta arvioidaan konkreettisten esimerkkitaiposten kautta.

FarmDroid haraa paikkatiedon mukaan

Hankkeessa on testattu Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksen (SjT) keväällä 2023 hankkimaa tanskalaista FarmDroid FD20-robottia (kuva 1). Robotin toiminta perustuu tarkkaan paikkatietoon: pelto kylvetään samalla laitteella, jolloin se voidaan harata siementen kylvössä tallennetun paikkatiedon perusteella.

Koska haraus ei perustu kokenäköön, harauksen voi aloittaa jo ennen kasvien taimettumista. Tarvittava hyvin tarkka paikkatieto tulee laitteen oman RTK-tukiaseman kautta. Taimien väleistä laite poistaa rikat aktiivisella veitsiharalla (kuva



Kuva 2. FarmDroid poistaa rikat aktiivisella veitsiharalla. Kuva: SjT

2). Veitsen nopeutta ja etäisyyttä taimeen voi säätää. Jotta taimivälit voi harata, taimien välien etäisyyden on oltava vähintään 10 cm.

FarmDroid D20 on sähkötoiminen ja saa energiansa neljästä 400 watin aurinkopaneelistä. Ne tuottavat aurinkoisina päivinä riittävästi energiaa, ja laite toimii ilman muuta latausta käytännössä lähes vuorokauden ympäri. Keveys ja hidas kulkunopeus kuluttavat vähän energiaa. FD20 painaa noin 900 kg, mikä vähentää myös maan tiivistymistä. Robotin suurin työnopeus on 950 metriä tunnissa, mutta nopeus vaihtelee työn vaatimusten mukaan. Hidas eteneminen on eduksi myös turvallisuuden kannalta, jolloin sitä voidaan käyttää ilman valvontaa.

FarmDroidin voi varustaa 2–12 kylvö- ja harausyksiköllä ja riviväliä voi säätää 25–90 senttimet-

riin. Työleveys on enintään kolme metriä. Robotin maksimikapasiteettiä kerrotaan noin kuusi hehtaaria päivässä. Yhden robotin hoidettavaksi alaksi suositellaan enintään 20 hehtaaria. Käytännössä siihen vaikuttavat paljon viljeltävät kasvit sekä tilusrakenne.

Kokemuksia viime kesältä

FarmDroidia testattiin viime kesänä yhteistyössä SJT:n kanssa sokerijuurikkaan kylvössä ja harauksessa noin kahden hehtaarin loholla. Juurikkaan jälkeen Apetitin koetilalla Räpillä testattiin myös pinaatin kylvöä ja harausta.

Kokemukset olivat varsin hyviä. Sokerijuurikkaan pilleröidyllä tasakokoisella siemenellä kylvö sujui tarkasti. Pinaatin siemen sen sijaan oli käsittelemätön ja koossa pientä vaihtelua, jolloin siemeniä



Kuva 3. FarmDroidia testattiin viime kesänä sokerijuurikkaan, pinaatin ja syysrapsin kylvössä. Kuva: SJT

menikin 1–3 kpl paikkaansa. Ryhmäkylvöstä ei pinaatin kylvössä ollut haittaa, mutta oppina oli, että pilleröidyn siemenen syöttö on tarkempaa. Robottiin tilataan kylvökiekot kylvettävän siemenen ja kylvötavan mukaan, ja ryhmäkylvö on myös yksi kylvötapa yksittäiskylvön ohella.

Sokerijuurikasta harattiin taimettumisen jälkeen noin viikon välein, lukuun ottamatta alkukesän kuivuuden ja kuumuuden vuoksi väliin jätettyä viikkoa. Rivivälit puhdistuivat rikkakasveista hyvin. Myös taimien väliharaus toimi, mutta taimien ympärille rikkakasveja jäi jonkin verran. Pieni turvaväli taimen on jätettävä, ja rikkoja kuitenkin kasvaa aivan taimen juureltakin. Kun lähtötilanteessa rikkoja oli melko tasaisesti sekä rivillä että taimien välissä, rikoista lähti testissä noin 80–90 %. FarmDroidilta on viime syksynä tullut robotin lisävarusteeksi täsmäruisku, jolla rikat voi jatkoissa ruiskuttaa myös taimien ympäriltä.

Heinäkuussa juurikkaiden ympärille jäljelle jääneet rikat olivat kasvaneet jo niin suuriksi, että harausta ei voitu jatkaa pidempään, vaikka juurikkaiden koon puolesta se olisi vielä ollut mahdollista. Satoäytteidien mukaan robottihoitettulla juurikkasato oli noin 20 % pienempi kuin ruiskutetulla verrokillä, syynä vastaavasti pienempi kappalemäärä juurikkaita. Tulos on pellon vaihtelevien olosuhteiden vuoksi vain suuntaa antava, mutta kuitenkin



Kuva 4. FarmDroid on varustettu aurinkokennoilla ja viime kesän testeissä se toimi käytännössä ilman latausta. Pilvisemmälläkin säällä energiantarve on maltillinen, noin 1 kWh/ha.

kin looginen. Heikoimmat taimet saattoivat jäädä rikkakasvien tukahduttamiksi.

Pinaatilla haraustulos oli vastaavanlainen. Siemenet kylvettiin vain 10 cm välein, ja silläkin etäisyydellä kitkentä onnistui taimien välistä. Kylvä oli sen verran myöhäinen, ettei sato enää ehtinyt kasvaa korjuuseen saakka.

Ylimääräisenä kokeena juurikas- ja pinaattitestien välissä robotilla kylvettiin Sjt:llä syysrapsia noin kolmen hehtaarin lohkolle. Suurin osa lohkokosta kylvettiin 50 senttimetrin rivivälillä kuten soke-rijuurikas. Osa pellostasta kylvettiin vertailun vuoksi 25 senttimetrin rivivälillä. Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksessa seurataan rapsin kasvua, joten kokeesta saadaan

myös uutta tietoa syysrapsin viljelymenetelmistä. Rapsia ei harattu.

Peltorobotti tuo monenlaisia hyötyjä

Sähkötoiminen peltorobotti tuo myös polttoainesaastajia. Aurinkokennoilla varustettu FarmDroid toimii käytännössä ilman latausta (kuva 4). Mahdollisesti pidemmällä pilvisen sään jaksolla voitaisiin tarvita latausta, jolloin tarve on noin 1 kWh hehtaarilta eli noin 10–20 senttiä. Ruiskutuksessa polttoaineen kulutus on noin 2 l/ha (noin 3 €/ha). Mekaanisessa torjunnassa traktorikäyttöisellä haralla polttoaineen kulutus olisi selvästi suurempaa. Rikkakasvien torjunta-aineissa säästöt voivat puolestaan olla kymmeniä euroja hehtaarilta.

Kaikkia hyötyjä ei välttämättä osata vielä edes arvioida. Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen on välttämätöntä ympäristö- ja ilmastosyistä, ja tilakohtaiset ratkaisut ovat osa globaalia kehitystä. Samoin torjunta-aineiden käytöstä on haittaa ympäristölle ja ihmisten terveydelle. Kukaan ei tiedä tarkalleen mikä näiden haittojen hinta on, ehkä jopa suurempi kuin polttoaineen hinta nyt.

Robottiikka voi kannattavuuden ohella auttaa parantamaan kestävyyttä ja resilienssiä. Maailma muuttuu vähitellen ja joskus nopeasti ja odottamatta. On hyvä valmistautua ja vähentää riippuvuutta kausityöntekijöiden, kemikaalien ja polttoaineen saatavuudesta. Aurinkovoimalla toimiva robotti jatkaa työtään, vaikka muut toimitukset katkeaisivat. Robottikin vaatii silti huoltoa, kulutusosien korvaamista sekä internet-yhteyden ja paikannussatelliitteja.

Esimerkkimme robotti pystyy tekemään vain osan viljelytoi-

menpiteistä. Yleiskäyttöiset robotit muistuttavat enemmän traktoreita, ja ne toimivat edelleen fossiililla polttoaineilla. Tämä on kuitenkin ensimmäinen askel kohti robottien käyttöä kaikissa maatilan tehtävissä. Siksi on erittäin tärkeää aloittaa robottien käyttö mahdollisimman pian.

Kirjoittajat työskentelevät Luonnonvarakeskuksessa ja Työtehoseurassa.

Lisätietoa:

PeltoRobo-hanke - ensimmäisen kauden testausta videolla (youtube.com)

<https://www.youtube.com/watch?v=Hp3xyl-Yoq8>

Markkinoilla olevia peltorobotteja:

Peltorobotti-katalogi: <https://www.futurefarming.com> (edellyttää lehden tilauksen)

ROBOTTI, <https://agointelli.com>

Orio, <https://www.naio-technologies.com/en/orio-is-the-most-versatile-tool-carrier/>,

FarmDroid FD20, <https://farmdroid.com/> AgBot, <https://www.agxeed.com/>





Biologisen torjunnan ja pölytyksen makroeliöiden käytön sääntely

Aino-Maija Alanko

Biologisen torjunnan ja pölytyksen makroeliöiden markkinointi, käyttö ja maahantuonti otettiin Ruokavirastossa (entinen Elintarviketurvallisuuksivirasto Evira) valvottavaksi vuonna 2013 kasvinterveyslainsäädännön muutoksen myötä.

Suomessa oli jo käytetty biologista torjuntaa vuosikymmeniä aiemmin ilman merkittäviä ongelmia. Vuonna 2008 havaittiin, että petolude *Nesidiocoris tenuis* aiheutti liiallista kasvivoitusta erityisesti ympärivuotisilla tomaattiviljelmillä Suomen olosuhteissa. Tämä synnytti tarpeen makroeliöiden sääntelylle, jotta tulevaisuudessa voitaisiin puuttua tällaisiin ennalta arvaamattomiin tapauksiin.

Euroopassa kirvojen biologisessa torjunnassa käytetty harlekiini-leppäpirkko (*Harmonia axyridis*) levisi useisiin Euroopan maihin syrjäyttäen

kotoperäisiä leppäpirkkolajeja. Tällaiset laajat torjuntaeliöiden aiheuttamat haitat ovat kuitenkin erittäin harvinaisia ja biologinen torjunta on turvallinen vaihtoehto kemialliselle kasvinsuojelulle.

Suomen makroeliöitä koskevan lainsäädännön taustalla ovat kansainväliset standardit

Biologisten torjuntaeliöiden käytölle ei ole olemassa yhdenmukaista EU:n laajuista sääntelyä, vaan kukin jäsenmaa hoitaa torjuntaeliöiden hyväksymisen tai kieltämisen itsenäisesti. Suomessa lainsäädäntö perustuu Euroopan ja välimerenmaiden kasvinsuojelujärjestön (EPPO) standardeihin, joita laatii asiantuntijoista koostuva paneeli. Yhtenä esimerkkinä EPPO on laatinut niin kutsutun positiivilistan biologisista torjuntaeliöistä (standardi PM 6/3). Listalle hyväksytään paneelin asiantuntijoiden toimesta torjuntaeliöt, joita on käytetty viiden vuoden ajan viidessä EPPO:n jä-

senmaassa ilman haittavaikutuksia. Jos nämä kriteerit eivät enää myöhemmin täyty, lajit siirretään erilliseen liitteeseen. Harlekiinileppäpirkko on yksi tällaisista lajeista.

Suomessa *N. tenuis* olisi laji, jota ei tämänhetkisen tiedon perusteella hyväksyttäisi Ruokaviraston ylläpitämälle torjuntaeliövalmisteiden listalle. Näiden tapausten myötä biologiselle torjunnalle on syntynyt voimakas negatiivinen stigma, vaikka tutkimustietoa biologisen torjunnan hyödyistä ja haitoista kerätään jatkuvasti ja torjuntaeliöiden riskien arvioinnin menetelmät ovat kehittyneet. On kuitenkin huomioitava, että esimerkiksi *N. tenuis* on keskeinen torjuntaeliö Espanjassa tomaatintuotannossa, ja sen kieltäminen voisi lisätä kemiallisten torjunta-aineiden käyttöä.

Makroeliöiden hyväksymisnettely Suomessa

Suomessa käytettävien makroeliöiden tulee olla Ruokaviraston hyväksymiä. Jos torjuntaeliö on listattu EPPO:n positiivilistalle tai on Suomen alkuperäislaji, pelkkä ilmoitus riittää. Pölyttäjistä ei ole olemassa vastaavaa positiivilistaa, joten niiden kohdalla voidaan hyväksyä myös Suomessa laajalle levinneet lajit. Ilmoitusmenettely on maksuton.

Jos edellä mainitut kriteerit eivät täyty, kyseisille lajeille tulee hakea lupa EPPO:n standardiin PM 6/2 mukaisesti. Hakemukseen vaaditaan laajasti taustatietoja makroeliön biologiasta, kuten onko se erikoistunut tiettyihin isäntälajeihin, millainen leviämiskyky sillä on ja millaisiin olosuhteisiin se sopeutuu parhaiten. Lupahakemukseen vaaditaan

riskinarvio, jossa kuvataan torjuntaeliön mahdolliset riskit ympäristölle, ihmisille ja kasvinterveydelle.

Ruokavirasto arvioi makroeliöiden riskit kasvinterveydelle ja laatii päätöksen makroeliötutteen hyväksymisestä tai hylkäämisestä. Hyväksymisprosessi on maksullinen. Tuotteiden hyväksymisen jälkeen ne lisätään Ruokaviraston luetteloon ja kaikki voivat maahantuoda, markkinoida tai käyttää kyseistä tuotetta, kunhan tuotenimi ja koostumus ovat samat.



Biologisten torjuntaeliöiden käyttö myymälöissä on lisääntynyt. Ostettavissa kasveissa saattaa näkyä esimerkiksi petopunkkipusseja. Kuva: Aino-Maija Alanko

Molemmissa prosesseissa on huomioitava, että ilmoitukset ja lupahakemukset ovat tuotekohtaisia, vaikka samaa lajia sisältävä tuote olisi jo hyväksytty aikaisemmin. Biologisten torjuntaeliöiden tuonnista ei tarvitse ilmoittaa erikseen, jos tuote on jo hyväksytty. Tämä ei koske pölyttäjiä, vaan niiden tuonnista tulee aina ilmoittaa Ruokavirastoon eläinterveysvaatimusten mukaisesti.

Makroeliöiden tutkimuskäytölle suljetussa tilassa tulee hakea lupa Ruokavirastosta. Hakemus perustuu EPPO:n standardiin PM 6/1. Jos tutkimus tapahtuu avomaalla, tutkimuskäytöstä tulee ilmoittaa tai hakea lupa edellä mainitun ilmoitus- tai lupamenettelyn mukaisesti.

Vuonna 2012 tehdyn lakimuutoksen yhtenä tärkeimpänä osana oli se, että Ruokavirasto voi tarvittaessa peruuttaa luvan kokonaan tai osittain määräjäksi tai toistaiseksi, jos makroeliötä käytetään vastoin luvan myöntämisen edellytyksiä tai jos se aiheuttaa haittaa kasvinterveydelle, jota ei voitu ennakoida lupaa myönnettäessä. Niiden, jotka käyttävät, maahantuovat ja markkinoivat makroeliöitä, tulee ilmoittaa Ruokavirastoon kaikista toimintansa muutoksista, jotka saattavat vaikuttaa luvan myöntämisen edellytyksiin.

Ennen tätä lakimuutosta Suomessa käytetyistä makroeliöistä ei ollut tarkkaa tietoa, eikä mitään selkeää menettelyä niiden käytön rajoittamiseksi tai kieltämiseksi. Makroeliöiden maahantuonnin, käytön ja markkinoinnin valvontaa on nyt toteutettu yhdentoista vuoden ajan. Vuoden 2014 *N. tenuis*-tapauksen jälkeen muita makroeliöiden aiheuttamia haittoja ei ole ilmennyt.

Kirjoittaja työskentelee Ruokaviraston kasvinterveys- ja lannoiteyksikössä erityisasiantuntijana .
aino-maija.alanko@ruokavirasto.fi

Lisätietoja:

Lainsäädäntö

Maa- ja metsätalousministeriön asetusbiologisessa torjunnassa ja pölytyksessä käytettävien makroeliöiden markkinoinnista, käytöstä ja maahantuonnista <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191300>

Kasvinterveyslaki: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191110>

EPPO: https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo_standards/pm6_biocontrol

Ruokavirasto: <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/torjuntaeliot-ja-polyttajat/>

Otsonivesi marjakasvien kasvien- tuhoojien desinfioidinnissa

Anne Nissinen & Marja Rantanen

Otsonivesi on herättänyt viime vuosina paljon mielenkiintoa yhtenä vaihtoehtona korvata kemiallisia torjunta-aineita. Kasvihuoneympäristössä on tehty jonkin verran havaintoja, joiden mukaan otsonivedellä olisi tehoa sienitauteihin ja tuholaisiin. Tutkimme Luonnonvarakeskuksen (Luke) hankkeessa otsoniveden tehoa avomaanmansikan keskeisiin tauteihin ja tuholaisiin.

Vaikutukset mansikan kasvintuhoojiin

Otsoniveden vaikutusta mansikan kasvintuhoojiin tutkittiin kontrolloiduissa olosuhteissa Luke Piikkiön kenttäkokeessa sekä Luke Jokioisilla laborato-

rio- ja kasvihuonekokeissa 2021–2023. Lisäksi kokeita tehtiin kahtena vuonna piikkiöläisellä mansikkatilalla.

Avomaalla Polka-lajikkeen kasvustot käsiteltiin otsonivedellä. Otsonivesikäsitteilyihin sisältyivät ruiskutus 3 krt ennen kukintaa, kukinnan aikainen käsittely päivittäin sekä sadonkorjuun aikainen käsittely päivittäin eri kombinaatioina. Kontrolleina olivat kemiallinen torjunta ja vuonna 2023 myös vesikäsitteily otsonivesiruiskutusten kanssa rinnakkain. Veden otsonointi tehtiin paikan päällä Luke Piikkiössä otsonaattorilla (Happico Oy).

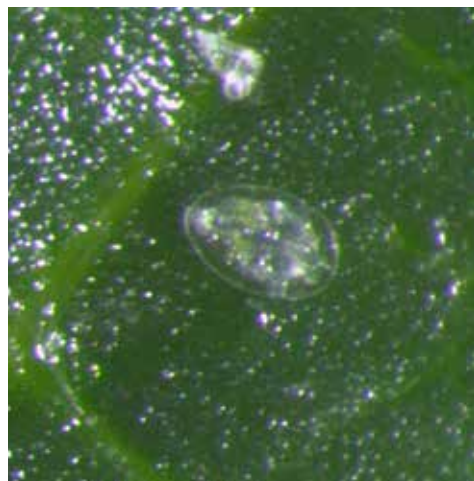
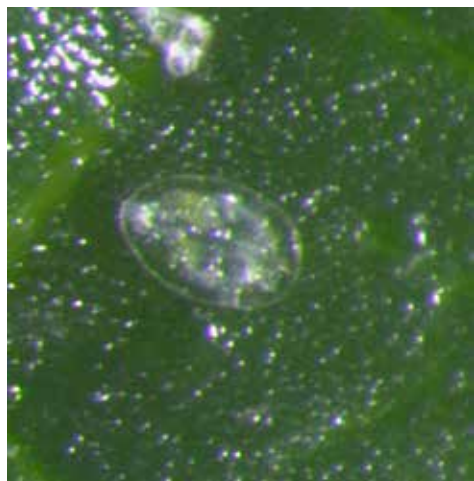
Otsonaattorien teho riippuu veden lämpötilasta, mutta myös raakaveden laadusta. Toisena käsitteilyvuonna otsonipitoisuudeksi mitattiin käsittelyn aluksi 700 ppb, joka laski 10 minuutissa pitoisuuteen 340 ppb. Vuonna 2023 raa-

kaveden ultrasuodatus ennen otsonointia paransi otsonaattorin tehoa ja käsittelyn alussa otsonipitoisuus ylsi 1500 ppb:n. Käsittelyjen vaikutuksia arvioitiin keräämällä kauppakelpoinen sato sekä kukkavana-analyysillä, missä arvioidaan tuhoojien vioitukset mm. harmaahome, ripsiäisten vioitukset ja mansikanhärämä marjatasoittain sadon alkuvaiheessa.

Vuonna 2021 tilakokeessa otsonivedellä käsitellyissä marjoissa havaittiin kukkavana-analyysin perusteella kemialliseen käsittelyyn verrattuna 12 % suurempi harmaahomeen riski, ja suurempi homeisten marjojen määränä poiminnassa. Kahtena seuraavana kasvukautena v. 2022–2023 harmaahomeisten marjojen määrissä ei ollut käsittelyjen välillä merkitseviä eroja kenttäkokeessa. Harmaahometta esiintyi ylipäättään vähän kukinta-aikaan osuneen kuivan sään vuoksi.

Tilakokeessa ripsiäisvioituk-
sissa ei ollut merkitsevää eroa otsoni-
vesikäsitteilyn ja tilan oman kemiallisen
torjuntaohjelman välillä vuonna 2021.
Seuraavana vuonna Piikkiön kenttäko-
keessa runsas otsonivesikäsitteily lisäsi
hiukan ripsiäisvioitusten riskiä verrat-
tuna, käsittelyyn, jossa harmaahome
torjuttiin kemiallisesti. Vuonna 2023
ripsiäisvioituksista johtuvaa kauppakel-
votonta marjaa havaittiin sadon loppu-
puolella, kolmosmarjatasolla enemmän
käsitteilyssä, jossa oli kemiallinen har-
maahometorjunta. Muissa käsittelyissä,
joissa tehtiin otsonivesi- tai vesikäsitteily
sadonkorjuun aikana, kauppakelvotonta
marjaa oli merkitsevästi vähemmän.
Tulos viittaa siihen, että vesikäsitteily vä-
hensi ripsiäisten liikkumista kasvustossa
heinäkuussa.

Vuoden 2023 kenttäkokeen tu-
lostien perusteella otsonivedellä näyt-



Mikroskooppikuvat samasta ansarijauhiaistoukasta, joka oli kolme kertaa peräkkäisinä päivinä käsitelty yli 2 ppm pitoisella otsonivedellä. Mikroskooppikuvissa valon heijastuksen muuttuminen kertoo sitä, että toukat olivat elossa ja pumppasivat ravintoa kasvin nilasta. Kuvat: Anne Nissinen.

täisi olevan vaikutusta mansikkapunkin esiintymiseen kasvustossa. Eniten mansikkapunkteja havaittiin vesikäsitelystä. Tilastollisessa analyysissä kaikkein suurin selittäjä mansikkapunkkimäärille vuonna 2023 oli kuitenkin mansikkapunkkien määrä koeruuduilla edellisenä syksynä. Kasvihuonekokeessa otsonivedellä ei ollut merkitsevää vaikutusta mansikkapunkkeihin. Petopunkkien vaikutus mansikkapunkin munamääriin sen sijaan oli merkitsevä sekä vesi- että otsonivesikäsitelyissä. Yhteenvetona voitodeta, ettei otsonivedellä ollut juurikaan merkitseviä vaikutuksia mansikan tuholaisiin tässä tutkimuksessa.

Vaikutukset ansarijauhiaisiin

Ansarijauhiaiset kasvatettiin pensaspavulla ja munitettiin tarkoituksellisesti lehtien yläpinnoille, jotta voitiin olla varmoja, että käsittely osuu toukkiin. Pavunlehdet irrotettiin juuri ennen jauhiaisten toukkien kuoriutumista. Lehdet asetettiin suoriksi kastellun vaahtomuovin päälle muovirasiaan, jotta ne pysyisivät mahdollisimman pitkään elävänä ja jauhiaisen toukat saisivat ravintoa.

Jauhiaisten ensimmäisen asteen toukkien asetuttua paikalleen, lehdet käsiteltiin kerran päivässä 3–5 päivänä yli 2000 ppb pitoisella otsonivedellä. Käsitteily tehtiin kiinteän tuen päältä, jotta käsittelyetäisyys oli kaikilla koejäsenillä sama. Kontrollilehdet ruiskutettiin vesisijohtovedellä. Ansarijauhiaisen toukat kehittyivät seuraaviin toukka-asteisiin otsonivesikäsitelyistä huolimatta, eikä ruiskutusajanjakson aikana havaittu kontrollista poikkeavaa kuolleisuutta.

Otsonin vapautuminen ilmaan ja työturvallisuus

Happicon prototyyppilaitetta käytettäessä havaittiin otsonialtistus työntekijöillä, kun vettä jouduttiin kierrättämään pidemmän aikaa otsonipitoisuuden kohottamiseksi vedessä. Tämän seurauksena pyydettiin Työterveyslaitosmittamaan otsonitasoa laboratoriossa, kun ansarijauhiaiskoe oli käynnissä. Käsitteilyn aikana havaittiin piikki, jossa Työterveyslaitoksen mittausten mukaan laboratorioilmaan vapautui otsonia hetkellisesti altistuksen raja-arvot moninkertaisesti ylittävä määrä. Kohonneita otsonipitoisuuksia havaittiin myöhemmissä mittauksissa ruiskutustyön aikana myös kasvihuoneessa. Tällöin käytettiin uudempaa mallia otsoniveden valmistukseen tarkoitettua laitteesta. Näin ollen **otsoniveden valmistamista ja ruiskuttamista ei suositella tehtäväksi ilman asianmukaisia henkilösuojaimia. Otsonin suodattamiseen hengitysilmaasta vaaditaan kokonaamari B2-P2 suodattimella. Lisäksi on käytettävä kemikaalinsuojakäsineitä, jotka täyttävät standardin EN 374-1.**

Kirjallisuustietojen mukaan otsonin liukoisuuteen veteen vaikuttavat veden lämpötila ja pH sekä ilmanpaine, ja parhaimmillaankin otsonin liukoisuus veteen on vain 30–40 % veteen syötetyn otsonin määrästä. Lämpötilan noustessa 30 asteeseen ja pH:n 7,8:aan otsonin liukoisuus veteen laskee reilusti alle 10 prosenttiin, minkä perusteella voidaan olettaa, että kasvihuoneessa kesällä otsonin pysyminen vesifaasissa on varsin vähäistä. Kasvihuoneissa otsonivesiruis-

kutuksia tehtäessä olisi syytä kiinnittää huomioita työntekijöiden työturvallisuuteen.

Yhteenveto

Tutkimuksemme osoitti, ettei otsonivedellä ole merkitseviä vaikutuksia avomaamansikalla ripsiäisiin, mansikkapunkkiin tai harmaahomeeseen. Otsoniveden käyttö kasvintuhoojien torjuntaan vaatii toistuvia käsittelyjä, jolloin sillä voi olla jopa harmaahometta lisäävä vaikutus. Pelkällä vesikäsitteilyllä voidaan joissakin tilanteissa havaintojemme mukaan saavuttaa sama torjuntateho. Otsonivettä käytettäessä on muistettava työturvallisuus.

Kirjoittajat työskentelevät erikoistutkijoina Luonnonvarakeskuksessa.



Uusi opas luomuvihannesten kasvinsuojeluun

Anne Nissinen, Terhi Suojala-Ahlfors & Sari Himanen

Kasvinsuojelun onnistuminen on yksi kannattavan luomuvihannestuotannon kulmakiviä. Uudesta oppaasta saa tukea ennakoivaan kasvinsuojeluun, kasvintuhoojien tunnistamiseen ja suoran torjunnan keinoihin.

Viime syksynä julkaistiin Luken raportti-sarjassa uusi opas Kasvinsuojelu luomuvihannestuotannossa Luken tutkijoiden ja Pyhäjärvi-instituutin asiantuntijoiden yhteistyönä. Edellinen Luomuvihannesten kasvinsuojelu -opas oli vuodelta 2000, ja se oli jo ajat sitten loppuun myyty. Antikvariaateista vanhaa opasta löytää edelleen, joten kysyntää on ollut.

Edellisessä oppaassa oli 95 sivua, uudessa on 105 ja se on saatavana vain pdf-tiedostona ja ladattavissa täältä: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-847-8>



Luomuvilja- ja biotilakseen tutkimus 117/2021

**Kasvinsuojelu
luomuvihannestuotannossa**

Piija Kläjävi, Sari Himanen, Senni Jaakkola, Teemu Laitinen,
Anne Nissinen, Johanna Pihala, Marika Saastam, Laura Saara,
Jari Raatik, Pentti Ruottinen ja Terhi Suojala-Ahlfors

Luke
LUKUTUTKIMUSkeskus



Kukkivien kaistojen avulla voidaan edistää luontaisten vihollisten esiintymistä. Kuvassa kukkakärpänen ruiskukaunokilla. Kuva: Sari Himanen

Ennakointi luomuvihannes- tuotannon perusta

Ennakoiva kasvinsuojelu on luomuvihannestuotannossa välttämätöntä, sillä suoria torjuntakeinoja on vähän. Oppaassa on paneuduttu ennakoivan kasvinsuojelun eri osa-alueisiin. Hyvin suunniteltu ja toteutettu viljelykierto on luomuvihannesten viljelyssä keskeistä. Viljelykierron nurmivuodet ovat tärkeitä rikkakasvien hallitsemiseksi, sillä erityisesti kestorikkakasveja (juolavehneä, pelto-ohdaketta ja peltovalvattia) on hankala torjua vihannesvuosina. Vihannesviljelyssä ei kuitenkaan suosita pitkäikäisiä nurmia tauti- ja tuholaisriskien takia.

Pellolla talvehtivien tuholaiden riskiä vähennetään sijoittamalla uusi kasvusto mahdollisimman kauas edellisen vuoden lohkoista ja tukemalla tu-

holaiden luontaisia vihollisia kukkivilla kasvustoilla. Oppaassa on tietoa ekosysteemipalveluiden hyödyntämisestä viljelyssä sekä kuvia luontaisista vihollisista. Myös tasapainoinen lannoitus ja kastelu sekä maan kasvukunnon parantaminen ovat osa kasvinsuojelua, sillä ne edistävät kasvien hyvää kasvua ja kestävyyttä tuhoajia vastaan. Hyvä viljelyhygienia, terve lisäysmateriaali ja huolellisuus viljelyn eri vaiheissa on tärkeää kasvin-tuhoajien hallinnan kannalta. Torjuntatoimien suunnittelussa ja ajoittamisessa tärkeää on kasvintuhoajien tarkkailu, johon oppaassa annetaan vinkkejä.

Rikkakasvit kuriin luomumene- telmin

Rikkakasvien suorasta torjunnasta oppaaseen on koottu uutta tietoa ja runsaasti kuvia erilaisista menetelmistä ja laitteista. Kahden vuoden mittaisella, tiheään niitettävällä nurmella voidaan vaikuttaa peltovalvatien ja -ohdakkeen määrään. Juolavehneä torjutaan tehokkaimmin näännyttämällä juurakat muokkauksin sekä kuivatustekniikalla, jossa juurakat nostetaan pellon pintaan kuivumaan. Yksivuotisia rikkakasveja torjutaan harauksin, multauksin, liekitämällä ja kitkemällä. Myös myöhästetty kylvö, maanpinnan katteet ja tulevaisuudessa myös harausrobotit ovat luomuvihannestilan vaihtoehtoja rikkakasvien torjunnassa.

Tuholaisten ja kasvitautien torjunnassa suoria keinoja on käytössä rajallisesti. Tuholaisten pääsy kasvuun voidaan estää lähinnä harsoilla ja verkoilla. Biologisia torjuntaeliöitä käytetään vielä varsin vähän avomaatuotan-

nossa. Porkkanan pahimman tuholaisen, porkkanakempin, hallinnassa on tutkittu myös petohyönteisten levittämistä kasvustoon. Pihaharsokorennon toukat vähensivät kokeissa porkkanakempin munia, mutta niiden levitysmäärät ovat suuria ja siten peltomittakaavassa käytettynä kalliita. Niillä voisikin olla merkitystä lähinnä harsojen tai verkkojen ulkopuolelle jäävillä alueilla estämään kantojen kasvua. Myös mahdollisuuksia käyttää toukkia edullisempia pihaharsokorennon munia tulisi tutkia vihannes-ten tuholaisien torjunnassa.

Perhostoukkien ja joidenkin kasvitautien hallintaan on käytössä mikrobipohjaisia tuotteita, joista tällä hetkellä markkinoilla olevat ja luomutuotannossa käytössä olevat valmisteet on esitelty oppaassa. Ruokaviraston verkkosivuilla on ajantasainen luettelo luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvista kasvinsuojeluaineista, mukaan lukien mikrovalmisteet.

Kasvikohtaista kasvinsuojelutietoa

Kasvikohtaisiin kasvinsuojeluohjeisiin on koottu tietoa tietyn vihanneskasvin tai kasviryhmän rikkakasvintorjunnan erityispiirteistä ja näillä kasveilla tyypillisesti esiintyvistä kasvitaudeista ja tuholaisista sekä niiden elämäntierrosta ja hallintamahdollisuuksista. Porkkanan

osalta ”kestosuosit” porkkanakemppi ja porkkanakärpänen on päivitetty uusimmalla tutkimustiedolla. Tuholaisiin on lisätty sepäntoukat, jotka helposti vaivaavat vihanneskasveja, jos viljelykierrossa on pitkäikäisiä nurmia.

Kaalin osalta tuholaisiin on lisätty kaalilude, jonka esiintyminen on ollut lisääntymään päin varsinkin idässä, sekä lanttusäski, josta on ensimmäinen havainto jo tehty Suomesta. Palkokasvien uusista tuholaisista on kuvattu härkäpapupiilokas, ja muutenkin palkokasvien kasvinsuojeluohjeita on laajennettu. Uusvanhoista tuholaisia, jotka ovat esiintyneet satunnaisesti menneinä vuosikymmeninä, on nostettu esiin hernepiilokas herneellä ja gammayökkönen, joka voi olla runsaana esiintyessään hyvin monen vihanneskasvin tuholainen.

Kasvukausi on aluillaan, joten nyt on hyvä aika tutustua oppaaseen! Elektroninen muoto mahdollistaa nopean tiedon etsinnän hakukomennolla, joten aikaa ei kulu turhaan sivujen plärräämiseen.

Kirjoittajat työskentelevät erikoistutkijoina Luonnonvarakeskuksessa.

Kavinsuojelu luomuvihannestuotannossa -opas on ladattavissa täältä: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-847-8>