



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 117/2023

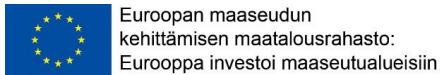
Kasvinsuojelu luomuvihannestuotannossa

**Pirjo Kivijärvi, Sari Himanen, Sauli Jaakkola, Timo Lötjönen,
Anne Nissinen, Johanna Pihala, Marika Rastas, Laura Reuna,
Jari Ruski, Pentti Ruuttunen ja Terhi Suojala-Ahlfors**

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 117/2023

Kasvinsuojelu luomuvihannestuotannossa

**Pirjo Kivijärvi, Sari Himanen, Sauli Jaakkola, Timo Lötjönen, Anne Nissinen,
Johanna Pihala, Marika Rastas, Laura Reuna, Jari Ruski, Pentti Ruuttunen ja
Terhi Suojala-Ahlfors**



Viittausohje:

Kivijärvi, P., Himanen, S. Jaakkola, S., Lötjönen, T., Nissinen, A., Pihala, J., Rastas, M., Reuna, L., Ruski, J., Ruuttunen, P. & Suojala-Ahlfors, T. 2023. Kasvinsuojelu luomuvihannestuotannossa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 117/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 105 s.

Pirjo Kivijärvi ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0003-0613-1493>



ISBN 978-952-380-846-1 (Painettu)

ISBN 978-952-380-847-8 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-847-8>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Pirjo Kivijärvi, Sari Himanen, Sauli Jaakkola, Timo Lötjönen, Anne Nissinen, Johanna Pihala, Marika Rastas, Laura Reuna, Jari Ruski, Pentti Ruuttunen ja

Terhi Suojala-Ahlfors

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2023

Julkaisuvuosi: 2023

Kannen kuva: Sari Himanen

Tiivistelmä

Pirjo Kivijärvi¹, Sari Himanen¹, Sauli Jaakkola², Timo Lötjönen³, Anne Nissinen⁴, Johanna Pihala², Marika Rastas⁵, Laura Reuna², Jari Ruski², Pentti Ruuttunen⁵ ja Terhi Suojala-Ahlfors⁶

¹ Luonnonvarakeskus (Luke), Lönnrotinkatu 7, 50100 Mikkeli

² Pyhäjärvi-instituutti, Teollisuustie 4, 27510 Eura

³ Luonnonvarakeskus (Luke), Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

⁴ Luonnonvarakeskus (Luke), Juntintie 154, 77600 Suonenjoki

⁵ Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 4, 31600 Jokioinen

⁶ Luonnonvarakeskus (Luke), Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö

Luomuvihannesten tuotannossa kasvintuhoojien hallinta perustuu ennakoivaan kasvinsuojeluun, jolla pyritään minimoimaan kasvintuhoojien aiheuttama sadon määrän ja laadun aleneminen. Hyvin suunnitellun ja toteutetun viljelykierron tehtävänä on estää rikkakasviuongelmien syntyä ja vähentää tauti- ja tuholaispainetta. Viljelykierto tulee laatia siten, että kestorikkakasvien määrä vähenee, sillä ne ovat hankalia torjuttavia vihannesvuosien aikana. Monivuotinen heinä- ja palkokasveja sisältävä nurmi on luomuviljelykiertojen tärkeimpiä elementtejä. Vihannesviljelyssä ei voida käyttää pitkäikäisiä tai paljon palkokasveja sisältäviä nurmia vihannesten tauti- ja tuholaisriskien takia. Kahden vuoden mittaisella, tiheään niitettävällä nurmella voidaan jo vaikuttaa peltovalvatin ja -ohdakkeen määrään. Juolavehnää torjutaan tehokkaimmin näännyttämällä juurakot muokkauksin sekä kuivatustekniikalla, jossa juurakot nostetaan pelton pintaan kuivumaan. Yksivuotisia rikkakasveja torjutaan harauksin, multauksin, liekittämällä ja kitkemällä.

Kasvitautilien ennaltaehkäisyssä on olennaista vähintään kolme välivuotta samaa sukua olevien vihannesten viljelyssä, terve lisäysaineisto ja hyvä viljelyhygieniat. Tasapainoinen lannoitus ja hyvä maan kasvukunto edesauttavat hyvää kasvua ja kestävyyttä taudinaiheuttajia vastaan. Mikäli käytetään lanta- ja kasviperäisiä komposteja, pitää kompostoinnin aikana lämpötilan nousta riittävän korkeaksi, jotta mahdolliset rikkakasvien siemenet ja taudinaiheuttajat tuhoutuvat.

Pellolla talvehtivien tuholaisten riskiä vähennetään sijoittamalla uusi kasvusto mahdollisimman kauas edellisen vuoden lohkoista ja suosimalla tuholaisten luontaisia vihollisia lohkoille ja lohkon reunoille perustettavilla kukkivilla kasvustoilla. Peltolohkojen ympäristöstä ja kaukokulkeutumana tulevia tuholaisia vastaan suojaudutaan kasvustoharsoin ja -verkoin. Luomussa sallittuja kasvinsuojeluaineita voidaan myös käyttää tarpeen vaatiessa.

Asiasanat: luonnonmukainen tuotanto, vihannekset, kasvinsuojelu, kasvintuhoojat, luontaiset viholliset, kastelu, viljelykierto, ekosysteemipalvelut

Sisällys

1. Ennakoiva kasvinsuojelu	7
1.1. Viljelykierron vaikutus rikkakasveihin, tauteihin ja tuholaisiin	7
1.2. Ravinnehuolto kasvinsuojelun näkökulmasta.....	11
1.2.1. Ali- ja ylilannoituksen merkitys.....	12
1.2.2. Karjanlannan käyttö	13
1.2.3. Viherlannoitus ja kerääjäkasvit	13
1.3. Terve lisäysaineisto	15
1.4. Kastelun merkitys ennakoivassa kasvinsuojelussa.....	17
1.4.1. Kastelutekniikan merkitys kasvinterveydelle.....	18
1.4.2. Kasteluveden laatu ja saatavuus	19
1.4.3. Kastelun tarve.....	21
1.5. Viljelyhygieniä	24
1.6. Ekosysteemipalvelujen hyödyntäminen.....	25
1.7. Kasvintuhoojien tunnistus ja tarkkailu.....	33
2. Suora torjunta	35
2.1. Rikkakasvit.....	35
2.1.1. Edeltävällä kasvukaudella tehtävä kestorikkakasvien torjunta.....	35
2.1.2. Kasvukaudella tehtävä suora torjunta.....	41
2.2. Tuholaiset ja kasvitaudit.....	46
3. Kasvikohtaiset kasvinsuojeluohjeet.....	48
3.1. Porkkana ja muut sarjakukkaiset	48
3.1.1. Rikkakasvit	48
3.1.2. Kasvitaudit	49
3.1.3. Tuholaiset.....	53
3.2. Kaalikasvit.....	61
3.2.1. Rikkakasvit	61
3.2.2. Kasvitaudit	63
3.2.3. Tuholaiset.....	68
3.3. Sipulit.....	77
3.3.1. Rikkakasvit	77
3.3.2. Kasvitaudit	78
3.3.3. Tuholaiset.....	81
3.4. Punajuurikas	84

3.4.1. Rikkakasvit	84
3.4.2. Kasvitaudit	84
3.4.3. Tuholaiset.....	85
3.5. Salaatit	87
3.5.1. Rikkakasvit	87
3.5.2. Kasvitaudit	88
3.5.3. Tuholaiset.....	89
3.6. Palkokasvit: herne, härkäpapu	93
3.6.1. Rikkakasvit	93
3.6.2. Kasvitaudit	93
3.6.3. Tuholaiset.....	97
Viitteet.....	104

Alkusanat

Vihannesten luomuviljely vaatii hyvää ammattitaitoa ja osaamista. Kasvintuhoojien hallinta pohjautuu pitkälti ennakoivaan kasvinsuojeluun, jossa pyritään estämään kasvintuhoojien pääsy viljelmälle ja niiden leviäminen peltolohkolta toiselle. Huolellinen viljelyn suunnittelu, kasvintuhoojien tarkkailu ja tunnistaminen sekä luonnon tarjoamien palveluiden, kuten tuhoojien luontaisten vihollisten suosiminen, ovat olennainen osa kasvinsuojelua. Suoria torjuntatoimiakin on käytettävissä, mutta niiden onnistumiseksi on oleellista tuntea tuhoojat ja ajoittaa torjuntatoimet oikein.

Tämän oppaan tarkoituksena on tarjota monipuolista tietoa luomuvihannesten kasvinsuojelun perustaksi. Opas on tuotettu Luonnonvarakeskuksen ja Pyhäjärvi-instituutin yhteistyönä Koulutuksella osaamista luomukasvituotantoon -hankkeessa, joka rahoitettiin Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmasta Satakunnan, Varsinais-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan ELY-keskusten kautta vuosina 2019–2023. Rahoitukseen osallistuivat myös Apetit Ruoka Oy, Finnamyl Oy, Jepuan Peruna Oy ja Kasvis-Kartano Oy. Hankkeen tavoitteena oli lisätä luomukasvisten tuotantoa Suomessa viljelykoulutusten avulla.

Oppaan ovat laatineet Luonnonvarakeskuksen tutkijat ja Pyhäjärvi-instituutin asiantuntijat. Kasvitauteja koskevat tekstit pohjautuvat suurelta osin vuonna 2020 edesmenneen erikoistutkija Asko Hannukkalan kirjoittamiin tautikuvauksiin, joita on julkaistu eri lähteissä hänen pitkän tutkijauransa aikana. Tekstit on muokattu ja päivitetty tähän oppaaseen.

Joulukuussa 2023

Kirjoittajat

1. Ennakoiva kasvinsuojelu

Ennakoivalla kasvinsuojelulla pyritään minimoimaan kasvintuhoojien esiintyminen ja niiden aiheuttama sadon määrän aleneminen ja sadon laadun heikentyminen. Toimenpiteillä pyritään estämään kasvintuhoojien pääsy viljelmälle sekä niiden leviäminen tilan sisällä lohkolta toiselle. Huolellinen viljelykierto-, lannoitus- ja kasvinsuojelusuunnitelma sekä terve lisäysaineisto ovat ennakoivan kasvinsuojelun perusta. Oleellista on myös viljelyhygieniä kaikissa työvaiheissa, kasvintuhoojien tarkkailu ja tunnistaminen, kastelun oikea-aikainen toteutus, luonnon tarjoaminen palvelujen, kuten tuholaisten luontaisten vihollisten hyödyntäminen, on olennainen osa ennakoivaa kasvinsuojelua.

1.1. Viljelykierron vaikutus rikkakasveihin, tauteihin ja tuholaisiin

Timo Lötjönen, Pentti Ruuttunen, Anne Nissinen, Pirjo Kivijärvi ja Marika Rastas

Viljelykierto on oleellinen osa luonnonmukaista tuotantoa. Sen tuoman vaihtelun tehtävänä on mm. estää rikkakasviongelmien syntyä, vähentää tauti- ja tuholaispainetta ja parantaa maan rakennetta, maan ravinteisuutta sekä maan multavuutta. Viljelykierron suunnittelu ja sen onnistuminen ovat erityisen tärkeitä viljeltäessä vihanneksia, jotka ovat vaativia kasveja ja herkkiä tautien, tuholaisten ja rikkakasvien vaikutuksille.

Rikkakasvit

Vihanneskasvien alkukehitys on usein hidasta ja peittävyys myöhemminkin vielä heikkoa verrattaessa vaikkapa viljoihin tai nurmiin. Siksi vihanneskasvit tukahtuvat helposti rikkakasveihin, mikäli ennakoivasta ja suorasta torjunnasta ei huolehdi. Viljelykierto tulee laatia rikkakasvien määrää vähentäväksi. Peltomaassa on laaja ja pitkäikäinen siemenpankki, josta riittää sopivien olosuhteiden koittaessa uusia taimettuvia rikkakasveja. Siten ei voida ajatella, että viljelykierrolla ratkaistaisiin kaikki rikkakasviongelmät. Viljelykierto tulisi laatia siten, että ainakin kestorikkakasvien määrä vähenisi, sillä ne ovat hankalia torjuttavia vihannesvuosien aikana. Suomessa luomupeltojen pahimpia kestorikkakasveja ovat juolavehänä, peltovalvatti ja pelto-ohdake. Näiden lajien mekaanisen hallinnan menetelmistä on julkaistu Luken asiantuntijoiden laatimat tietokortit (Salonen ym. 2022, 2023a, 2023b): [juolavehänä](#), [peltovalvatti](#), [pelto-ohdake](#). Tietokortteja muidenkin rikkakasvien tunnistamisesta ja ominaisuuksista löytyy muun muassa [LukeKasKas-palvelusta](#).

Taulukossa 1 on esitetty muutamia luomuun sopivia viljelykiertomalleja. Jotkut niistä ehkäisevät rikkakasviongelmia paremmin, toiset huonommin. Yleensä myyntikasvien maksimointi nurmen kustannuksella johtaa rikkakasvien, kasvitautien ja tuholaisten lisääntymisriskiin.

Taulukko 1. Luomuvihannestuotantoon soveltuvia viljelykiertoja, joilla pyritään pitämään monivuotiset rikkakasvit kurissa ja hoitamaan maan kasvukuntoa ja ravinnetaloutta.

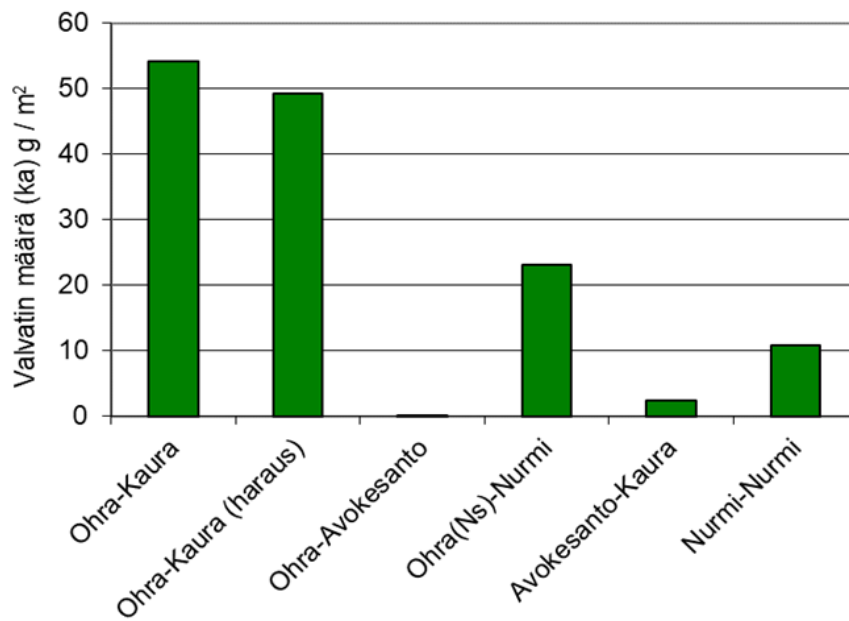
Vuosi 1	Vuosi 2	Vuosi 3	Vuosi 4	Vuosi 5	Vuosi 6
Viherlannoitus	Viherlannoitus+kerääjäkasvi	Kaalit	Porkkana tai sipulit		
Viherlannoitus	Viherlannoitus+kerääjäkasvi	Kaalit	Porkkana	1 v. säilörehu/viherlannoitusnurmi (1 niitto)	Sipulit
Viherlannoitus	Porkkana	Kaura	Viherlannoitus	Punajuuri	Kaura
Viherlannoitus	Porkkana	Sipulit	Kuituhamppu		
Viherlannoitus	Viherlannoitus	Lanttu	Avokesanto+syysruis	Ruis	

Voit katsoa taulukon 1 muutamien esimerkkikiertojen perusteluja ja ennakoituja vaikutuksia tarkemmin googlettamalla ”Maasta markkinoille” ja valitsemalla valikosta ”Viljelykiertomallinnuksia luomuviljelyyn”. Siellä esiteltävät kierrot edustavat luomukasvinviljelyä yleisesti, mutta siellä on myös muutama vihannestilalle sopiva viljelykierto. Yleisperiaate on, että jokaisena vuonna tulisi toimia niin, että rikkakasvien määrä vähenee.

Tarkastellaan taulukon kolmatta viljelykiertoa rikkakasvien hallinnan näkökulmasta: Viherlannoitusvuosien aluksi voidaan tehdä muokkaamalla 1,5–2 kuukauden mittainen alkukesän ke-sannointi, jos pellolla on merkittävästi kestorikkakasveja. Porkkanavuoden aikana kylvörivit voidaan liekittää ennen porkkanan taimettumista. Rivivälejä kannattaa harata ja mullata useampi kerta ja mahdollisimman läheltä viljelykasvirivejä. Silti kannattaa varata työvoimaa käsin-kitkentään, jota voidaan tarvita 100–150 tuntia hehtaarille. Kauralle voidaan käyttää myöhästettyä kylvöä, rikkakasviäestystä ja mahdollisesti sänkimuokkausta puinnin jälkeen, mikäli nurmea ei perusteta kauran aluskasvina. Punajuurelle on käytettävissä samat menetelmät kuin porkkanalle.

Viljelykierron ideana on, että siinä vuorottelevat tyypeä maahan lataavat palkokasvit ja tyypeä kuluttavat kasvit. Toki maahan voidaan tuoda tyypeä ja muita ravinteita myös täydennyslannoitteilla. Heinä- ja palkokasveja sisältävä nurmi on luomuviljelykiertojen tärkeimpiä elementtejä. Vihannesviljelykierrossa ei voida käyttää pitkäikäisiä nurmia vihannesten tauti- ja tuholaisriskien takia, mutta jo kahden vuoden mittaisella, tiheään niitettävällä nurmella voidaan vaikuttaa peltovalvatin ja -ohdakkeen määrään (Kuva 1).

Pelto-ohdake ja -valvatti ovat selvästi harvinaisempia luomukarjatiloiilla kuin luomukasvinviljelytiloilla. Tärkein selittäjä tälle on viljelykiertoon väistämättä kuuluva 2–4-vuotinen nurmi. Kokemuksen mukaan valvatti ja ohdake eivät juuri vähene nurmivuosien aikana, mutta ne eivät pääse lisääntymään. Niittoja tihentämällä ne saadaan myös vähenemään. Suomessa niittojen vaikutusta ohdakkeeseen on tutkittu harmillisen vähän, mutta norjalaiset ja tanskalaiset tutkimukset tukevat väitettä, jonka mukaan nurmen tiheä niitto ja viljelykasvin hyvä kilpailukyky vähentävät myös ohdaketta. Valkoapila on hyvä kasvi tuollaisessa nurmessa, sillä se kestää tiheää niittoa ja jälkikasvukyky on hyvä, jolloin esimerkiksi ohdake ja valvatti pakotetaan kasvaamaan pituutta ja pituuskasvu altistuu toistuvasti uusille niitoille.



Kuva 1. Nurmen ja avokesannon jälkivaikutus peltovalvatin määrään (kuiva-ainepaino, ka) vuoden 2003 kevätvehnäkasvustossa Vihdissä. Edeltävien vuosien 2001–2002 viljelykasvit ja käsittelyt näkyvät vaaka-akselilla. Nurmi niitettiin kolmesti kesässä (lähde: Vanhala ym. 2006).



Kuva 2. Usein niitettävä tiheäkasvuinen nurmi ehkäisee pahimpia kestorikkakasviongelmia. Kuva: Timo Lötjönen.

Juolavehnä pyrkii runsastumaan vanhoissa nurmissa, kun nurmet harvenevat. Siinäkin mielessä vihannesviljelykierrossa ei kannata suosia kahta vuotta pidempiä nurmia. Juolavehnan

herkkyyttä nurmen niitoille on tutkittu mm. Ruukissa järjestetyssä kokeessa. Siinä seitsemän niittokertaa lopetettavassa nurmessa vähensi juolavehnamäärän vain puoleen (Luku 2.1.1., Kuva 22). Nurmen niitto ei ole siis kovin tehokas keino juolavehnan torjunnassa.

Viljat ovat hyviä välikasveja vihannesviljelykiertoissa, sillä niillä ei ole juurikaan samoja tauteja vihannesten kanssa ja yksivuotisten rikkakasvien siemenpankkia voidaan pienentää viljavuosien aikana. Rikkakasviäestys sopii hyvin viljoille, ja toisaalta viljat ovat kohtuullisen hyviä kilpailemaan useimpien siemenrikkakasvien kanssa. Rikkaäestyksestä saadaan paras teho, kun ensimmäinen äestys tehdään ennen viljan orastumista (ns. sokkoäestys) ja toinen äestys viljan 2–4 lehtiasteella (Kuva 3). Tällöin voidaan kylvää myös aluskasvi. Jos aluskasvia ei kylvetä, rikkakasveja voidaan vielä vähentää heti puinnin jälkeen tehtävällä sänkimuokkauksella. Rikkaäestyksessä tehdään usein se virhe, että ei uskalleta säätää konetta ja ajonopeutta riittävän aggressiiviseksi. Tällöin teho rikkakasveihin jää laimeaksi. Hyvin orastunut vilja kestää jopa kokonaan maalla peittämisen, ja tärkeintä on, ettei oraita irtoile merkittävästi.

Jos monivuotiset rikkakasvit kuten juolavehna, pelto-ohdake tai peltovalvatti valtaavat pellon pahasti, viljelykiertossa on uhrattava mekaaniseen kesantoon kokonainen tai puolikas kasvu-kaudesta (katso kappale 2.1.1.).



Kuva 3. Oikein tehdyllä rikkakasviäestyksellä voidaan estää siemenrikkakasvien siemenpankin kasvua. Kuva: Timo Lötjönen

Taudit ja tuholaiset

Viljelykierrolla pyritään ennaltaehkäisemään ja torjumaan kasvitauteja ja -tuholaisia. Oleellista on arvioida kiertoön sisältyviä kasvintuhoojariskejä ja välttää samojen tuhoojien isäntäkasvien viljelyä samoilla lohkoilla peräkkäisinä vuosina. Tautiriskin pienentämiseksi saman suvun vihanneskasvien viljelyväli samalla lohkoilla tulisi olla vähintään kolme vuotta, koska tautien keskitiöt voivat säilyä elinkykyisenä maassa vuosia.

Viljelykierron kannalta haastavimpia ovat moni-isäntäiset kasvitaudit, joilla on pitkään maassa säilyviä kestromuotoja. Viljakasveilla ja heinillä on vihanneskasvien kanssa vähän samoja taudinaiheuttajia, joten ne ovat tautiriskin pienentämisen kannalta hyviä välikasveja vihannesten viljelykierrossa. Useimmiten käytetään kuitenkin maata parantavia ja tyypeä sitovia kaksivuotisia palkokasvipitoisia viherlannoitusnurmia. Viherlannoitusnurmet ovat yksi- tai kaksivuotisia, jotta riski pitkäikäisten nurmien aiheuttamasta tauti- ja tuholaispaineesta olisi mahdollisimman pieni (katso luku 1.2.3.).

Useat vihanneskasvien tuholaiset talvehtivat peltolohkolla tai siirtyvät talvehtimaan lohkon reunoille. Tämän vuoksi seuraavan vuoden kasvusto tulisi sijoittaa riittävän kauas edellisen vuoden lohkosta. Tarvittavaan etäisyyteen vaikuttaa mm. esteenä olevat metsiköt sekä tuholaisien kyky lentää. Porkkana- ja kaalikärpästen esiintyessä runsaana suositellaan, että uuden lohkon etäisyys edellisen vuoden lohkoon olisi vähintään kilometri. Silloin kun viljelykierrossa on samansukuisia kasveja, joilla on samoja tuholaisia (esimerkiksi porkkana, palsternakka ja selleri), on kasvit syytä sijoittaa kierrossa lähelle toisiaan, jotta seuraavana vuonna löytyy turvallisia kasvulohkoja riittävän etäältä. Sama koskee ristikukkaisia kasveja, kuten kaalit, lanttu ja retiisi.

Joidenkin maassa elävien tuholaisien, kuten sepän toukkien, osalta voidaan käyttää yksivuotisia kasveja ja muokkauksia vähentämään tuholaisriskiä ennen vioittuvia kasveja, kuten salaatti, peruna ja porkkana. Ankeroisten osalta on tärkeää tietää, mistä lajista on kysymys, koska jotkut lajit ovat varsin moniruokaisia ja voivat vaatia alttiiden isäntäkasvien viljelyn välttämistä pitkiäkin aikoja. Työkoneiden puhdistamiseen onkin syytä kiinnittää huomiota erityisesti yhteiskäytössä.

Pellon ulkopuolella talvehtivia lentokykyisiä tuholaisia, kuten kirpat ja luteet, on vaikea torjua viljelykierrolla, mutta uutta viljelystä ei kannata sijoittaa edellisen vuoden lohkon välittömään läheisyyteen. Mikäli riittävää etäisyyttä ei voida toteuttaa, on tuholaisien ennakoivaan torjuntaan kiinnitettävä entistä enemmän huomiota esimerkiksi istuttamalla houkutuskasveja tuholaisille, houkuttelemalla tuholaisien luontaisia vihollisia lohkoille kukkivien kasvustojen avulla tai estämällä tuholaisien pääsy kasveille kasvustoharsoja tai verkkoja käyttäen. Vaeltajalajien, kuten kaalikoi ja gammayökkönen, ennakkotorjunta on käytännössä mahdotonta viljelykierron avulla. Niitä koskevia varoituksia kannattaa seurata eri lähteistä ja estää verkkojen tai harsojen avulla aikuisten pääsy kasvustoon munimaan.

1.2. Ravinnehuolto kasvinsuojelun näkökulmasta

Pirjo Kivijärvi ja Terhi Suojala-Ahlfors

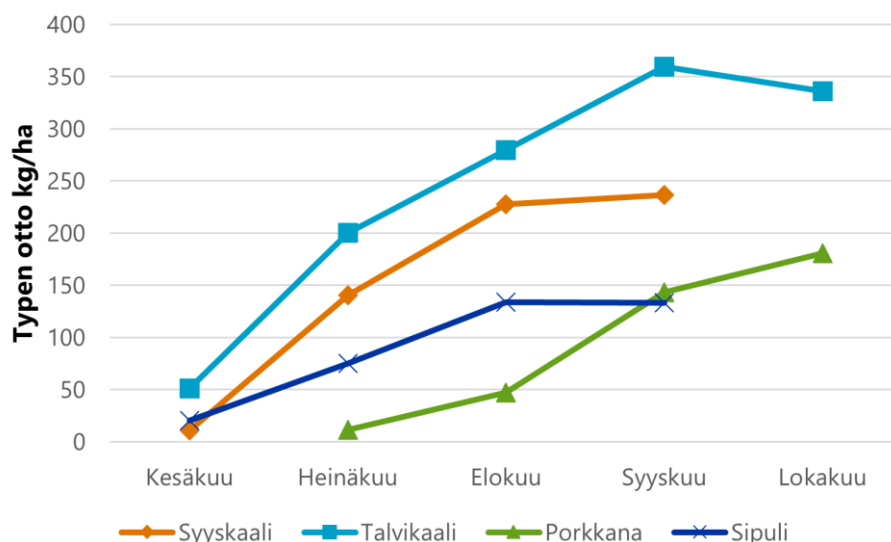
Riittävä ja tasapainoinen ravinteiden saanti on välttämätöntä laadukkaan sadon turvaamiseksi. Heikosti kasvava kasvi kilpailee huonosti rikkakasveja vastaan, ja heikentyneet kasvisolut ovat alttiita tautien iskeytymiselle ja tuholaisvioletuksille. Kasveille käyttökelpoisten ravinteiden saatavuuteen vaikuttaa maan pH-taso, mikä vihannesviljelyssä olisi hyvä olla 6,0–6,5. Ristikukkaisilla kasveilla (kaalit, lanttu, nauris, retikat, sinappi, rypsi, rapsi) esiintyvän kasvitautin, möhöjuuren (*Plasmodiophora brassicae*), lisääntymistä voidaan hillitä pellon korkealla pH:lla, mutta suositeltavampaa on pitää riittävän monta väli vuotta (5–6 vuotta) ristikukkaisten kasvien viljelyssä, jotta möhöjuuri ei pääsisi runsastumaan haitalliselle tasolle.

1.2.1. Ali- ja yllannoituksen merkitys

Typpilannoituksella on suurin merkitys, kun tarkastellaan vihannesten ravinnehuoltoa kasvin-suojelun näkökulmasta. Typpilannoitustarve vaihtelee suuresti vihanniskasvien välillä muutamasta kymmenestä kilosta yli 200 kiloon hehtaarilla. Saman vihannelajin typen otossa voi olla myös suurta vaihtelua vuosien, peltolohkojen ja tilojen välillä (Taulukko 2). Eri kasveilla typen oton rytmi on myös erilainen: esimerkiksi keräkaali kuluttaa typpeä runsaasti jo kesä-heinäkuussa, mutta porkkanan typpitarve painottuu loppukesään (Kuva 4). Huolellinen typpi-lannoitustarpeen arviointi ja lannoitussuunnitelma on sadon määrän ja laadun kannalta välttämätöntä erityisesti luomutuotannossa, jossa käytettävien orgaanisten lannoitteiden typpi vapautuu kasvien käyttöön maaperän biologisen hajotustoiminnan seurauksena. Eloperäisillä mailla ja runsasmultaisilla kivennäismailla typpeä voi vapautua runsaasti liukoiseen muotoon kasvukauden aikana, mikä kannattaa ottaa huomioon lannoitusta suunniteltaessa.

Taulukko 2. Esimerkki varastokeräkaalin, sipulin ja porkkanan ottamista typen määristä mitattuna sadonkorjuuvaiheessa Lukessa ja vihannestiloilla vuosina 2014–2016 toteutetuissa kokeissa. Luvut sisältävät sadon ja muiden maanpäällisten kasvinosien sisältämän typpimäärän. Lähde: Suojala-Ahlfors 2017.

Kasvilaji	Typen otto (koko kasvusto), kg/ha	Kokeiden määrä (kpl)
Keräkaali (varastokaali)	158–306	9
Sipuli	66–127	9
Porkkana	75–163	8



Kuva 4. Eri vihannelajien typen otto vuosien 1998–1999 keskiarvoina. Lähde: Tahvonen ym. 2001.

Kasvinravinteista typpi vaikuttaa eniten kasvien kasvuun. Typen puutteessa kasvu on hidasta ja heikkoa, jolloin rikkakasvit voivat päästä valloilleen lisäten huomattavasti rikkakasviharaus- ja kitkentätyötä. Heikosti kasvavan kasvin puolustuskyky kasvitauteja ja tuholaisia vastaan on usein myös heikentynyt.

Liiallinen typpilannoitus ja kasvien typen luksusotto heikentää esimerkiksi varastoon korjattavien juuresten ja sipulin laatua ja säilyvyyttä. Runsas typen saanti alentaa juuresten sokeri- ja kuiva-ainepitoisuutta, jolloin juurekset vaurioituvat nostossa helposti ja altistuvat nostovaiheessa maalevintäisille kasvitaudeille, kuten porkkanat mustamädälle (*Mycocentrospora acerina*) ja pahkahomeelle (*Sclerotinia sclerotiorum*). Korkean typpipitoisuuden sisältävät juurekset ja muut vihannekset ovat myös alttiimpia tautien leviämislle varastoinnin aikana.

Liiallinen typpilannoitus lisää vegetatiivista kasvua ja nuorten kasvinosien ja nuoren solukon osuutta kasvissa, jolloin se on alttiimpi sienitautien infektiolle. Liiallinen typpi vaikeuttaa myös kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin ottoa, mikä voi johtaa kasvin kasvun ja puolustuskyvyn heikentymiseen kasvitauteja ja tuholaisia vastaan.

Kalium, kalsium ja magnesium ovatkin typen ohella tärkeitä ravinteita tautien vastustuskyvyn kannalta. Näiden riittävä saatavuus edistää hyvää kasvinterveyttä. Samoin hivenravinteet ovat oleellisia vihannesten laadun kannalta. Esimerkiksi boorin puute voi aiheuttaa erityisesti fysiologisia kasvuhäiriöitä, kuten lantun ruskotautia ja porkkanan halkeilua. Vihannesmaiden ravinnetilaa (mukaan lukien hivenravinteet) on syytä tarkastella maa-analyysillä säännöllisesti ja pyrkiä varmistamaan ravinnetilan tasapaino pitkäjänteisesti.

1.2.2. Karjanlannan käyttö

Karjanlannan ja lietteestä separoidun kuivajakeen käyttö pelloilla lisää maan orgaanista ainetta ja pieneliötoimintaa. Karjanlanta onkin sellaisenaan ravinne- ja energialähde maaperän toisenvaraiselle eliöstölle, kuten bakteereille ja sienille. Karjanlanta lisää myös välillisesti maaperän biologista toimintaa kasvien parantuneen kasvun kautta. Vilkastuneella maaperän eliö- ja hajotustoiminnalla on vaikutusta kasveille haitallisten organismien, kuten taudinaiheuttajien ja joidenkin tuholaisien, elinkykyyn. Lantaa hajottavat pieneliöt kilpailevat energiasta ja ravinteista kasvintuhoojien kanssa. Ne voivat tuottaa antibioottisia aineita maahan ja muuttaa maaperän ominaisuuksia (kuten pH, happi- tai hiilidioksidipitoisuus) taudinaiheuttajille epäedulliseksi. Suurin vaikutus karjanlannan käytöllä lienee kuitenkin siinä, että se parantaa kasvien kasvua ja sitä kautta kasvien kestävyttä taudinaiheuttajia vastaan.

Käsittlemättömän tai huonosti kompostoidun karjanlannan mukana voi levitä rikkakasvien siemeniä peltoon. Useat rikkakasvien siemenet kulkevat elinkykyisinä eläinten ruoansulatusjärjestelmän läpi päätyen lantaan. Tällaisia rikkakasveja voivat olla mm. jauhosavikka ja tattaret. Myös käytetyistä kuivikkeista voi päätyä lannan sekaan siemeniä, jotka säilyvät itämiskykyisinä ilman huolellista kompostointia. Kompostoinnin aikana lämpötilan on noustava 60 asteeseen, jotta kompostissa olevat siemenet menettävät itävyyden.

1.2.3. Viherlannoitus ja kerääjäkasvit

Luomuvihanneskiirroissa käytetään yleisesti viherlannoituskasvustoja, joiden seoksissa on myös tyypeä sitovia palkokasveja. Luomutuotannon viljelyehdot jo edellyttävät palkokasvien käyttöä. Viherlannoituskasveja valittaessa on syytä ottaa huomioon, mikä satokasvi on samassa viljelykirossa, jotta viherlannoitus ei lisää tauti- tai tuholaispainetta (Taulukko 3).

Kaksivuotiset, useaa kasvilajia ja syväjuurisia kasvilajeja sisältävät nurmet ovat suositeltavia. Monivuotiset nurmet ovat tehokkaimpia maan rakenteen ja hiilivarantojen ylläpitäjiä, mutta yli kaksivuotisia heinä-apilanurmia ei suositella lisääntyvän sepäntoukka- ja pahkahomeriskin vuoksi. Varastovihanneksia viljeltäessä nurmipalkokasveja, kuten apilat tai mailaset, ei

suositella varastoitavien vihannesten esikasviksi kasvitautiriskien takia. Viljelyvarmuuden, vähäisen tautiriskin ja monimuotoisuuden lisäämiseksi suositellaan usean kasvilajin seoksia, esimerkiksi 50 % eri heinäkasveja, 25 % typensitojakasveja (apilat, mailaset) ja 25 % kukkivia kasveja (hunajakukka, ruiskaunokki).

Vihannestiloilta kerättyjen viherlannoituskasvien juurten tautimääritysten perusteella hernetä ei suositella vihannestilojen viljelykiertoihin silloin, jos viljellään varastoitavaksi tarkoitettuja vihanneksia. Herneessä esiintyy erityisen runsaasti satoa pilaavia *Fusarium*-lajeja ja lisäksi *Rhizoctonia*- ja *Pythium*-lajeja, jotka voivat heikentää esimerkiksi porkkanan ja muiden juuresten laatua. Herne on lisäksi pahkahomeen (*Sclerotinia sclerotiorum*) isäntäkasvi. Myös viherlannoitukseen tarkoitettujen nurmipalkokasvit voivat lisätä vihannesten varastotautien riskejä, joten varastoitaviksi tarkoitettuja vihanneksia ei ole hyvä sijoittaa kierrossa heti näiden kasvien jälkeen.

Viljoilla ja heinillä esiintyy vähän samoja taudinaiheuttajia kuin vihanneksilla, joten ne ovat turvallisia kasveja viherlannoitusseoksiin ja kerääjäkasveiksi. Ristikukkaisia kasveja, kuten sinapit ja retikat, ei suositella viherlannoitus- tai kerääjäkasviksi erityisesti möhöjuuririskin vuoksi, mikäli kierrossa on kaalikasveja. Sinapin on todettu lisäävän möhöjuurta pellossa. Lyhytaikaisessa kerääjäkasvikäytössä ristikukkaisten kasvien aiheuttamat tautiriskit ovat pienemmät kuin koko kesän jatkuvassa viherlannoitus- tai saneerauskasvikäytössä, mutta kerääjäkasvustojen lajivalintoja on silti syytä pohtia satokasvien näkökulmasta.

Viherlannoitus- ja kerääjäkasvina käytettyjen sinapin ja retikan juurista on löytynyt myös kaalikärpäsen toukan vioituksia, joten kaalikasvien kierrossa näitä kasveja on syytä välttää kaalikärpäsen lisääntymisen estämiseksi. Ristikukkaisilla kerääjä- ja saneerauskasveilla voi esiintyä myös muita kaalikasvien tuholaisia, joten seuraavan vuoden kaalilohkot kannattaa sijoittaa, jos mahdollista, yli kilometrin päähän edellisvuoden ristikukkaisia kasveja sisältäneen kasvuston lohkoista.

Taulukko 3. Arvio eri viherlannoitus- ja kerääjäkasvien merkityksestä avomaavihannesten tautiriskiin. Tieto perustuu viherlannoituskasvien juurista tehtyihin tautimäärytyksiin sekä kirjallisuuslähteisiin. Soluissa esiintyvien värikoodien selitykset: punainen= lisää tautia ja aiheuttaa sato- ja varastotappiota; keltainen= voi lisätä tautia ja aiheuttaa mahdollisesti sato- ja varastotappiota; vihreä= ei lisää tautia

Viherlannoitus / kerääjäkasvit	Sipuli, valkosipuli, purjo SIPULIMÄTÄ	Kaalikasvit MÖHÖJUURI	Keräkaali, porkkana, salaattit PAKKAHOME	Keräkaali, sipulit, salaattit HARMAAHOME	Kaalikasvit, salaattit, juurekset TAIMIPOLTE, TYVI- JA JUURISTOTAUDIT	Juurekset VARASTOMÄDÄT	Kaalikasvit, salaattit SEITTIMÄDÄT
Apilat (2. v)	Voi lisätä	Ei lisää	Lisää	Voi lisätä	Voi lisätä	Lisää	Voi lisätä
Mailaset (2. v)	Voi lisätä	Ei lisää	Voi lisätä	Ei lisää	Voi lisätä	Voi lisätä	Voi lisätä
Mesikäät (2. v)	Voi lisätä	Ei lisää	Voi lisätä	Ei lisää	Ei lisää	Voi lisätä	Ei lisää
Virnat	Voi lisätä	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Lisää	Ei lisää
Herne	Lisää	Ei lisää	Voi lisätä	Ei lisää	Voi lisätä	Lisää	Voi lisätä
Härkäpapu	Voi lisätä	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Voi lisätä	Voi lisätä	Voi lisätä
Sinapit	Ei lisää	Lisää	Lisää	Ei lisää	Voi lisätä	Ei lisää	Voi lisätä
Retikat	Ei lisää	Voi lisätä	Voi lisätä	Ei lisää	Voi lisätä	Ei lisää	Voi lisätä
Heinäkasvit	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää
Kaura	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää
Muut viljat	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Ei lisää	Voi lisätä	Ei lisää

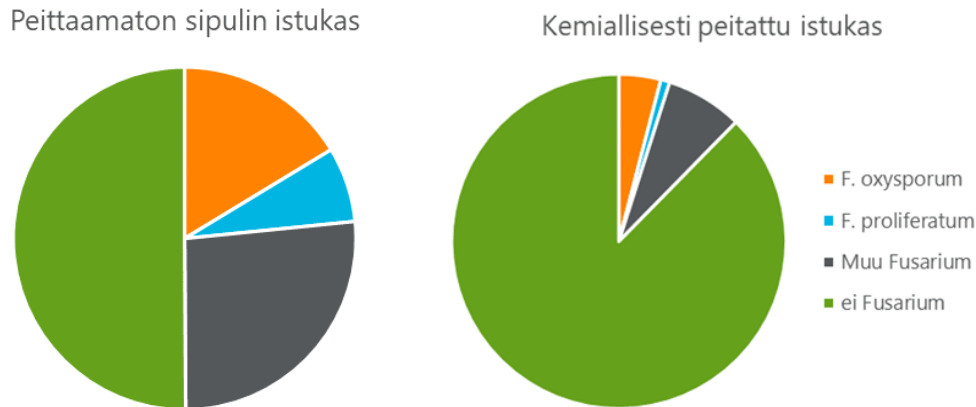
1.3. Terve lisäysaineisto

Terhi Suojala-Ahlfors, Pirjo Kivijärvi ja Anne Nissinen

Terve lisäysaineisto on tuotannon perusta. Avomaan vihannestuotannon lisäysmateriaali, siemenet, istukkaat ja taimet, tuodaan pääsääntöisesti ulkomailta. Etenkin istukkaiden ja taimien mukana on riski kasvintuhoojien kulkeutumiselle omalle tilalle, joten näitä käytettäessä on lisäysmateriaali tarkistettava huolellisesti ja seurattava kasvintuhoojien esiintymistä istutuksen jälkeen. Lisäysmateriaalin tuottajan on toimitettava taimien tai istukkaiden mukana kasvipassi, joka osoittaa lisäysmateriaalin täyttävien kasvinterveysvaatimukset. Kasvipasseja myöntävän toimijan on tehtävä kasvintuhoojien omavalvontaa, jossa tarkastetaan EU:n kasvinterveysasetuksen mukaiset karanteeni- ja laatutuhoojat. Myös muiden kasvintuhoojien hallintaa koskee kansallisia säädöksiä, ja lisäysaineiston tulisi olla käytännössä vapaita kaikista tuhoojista, jotka voivat heikentää sen laatua ja käyttökelpoisuutta. Kasvintuhoojia kuitenkin tarkkaillaan lähinnä silmävaraisesti, joten on mahdollista, että lisäysmateriaalin mukana kulkee kasvitauteja ja tuholaisia myös maasta toiseen ja kotimaassa taimituottajalta viljelijälle. Mikäli lisäysaineistossa epäillään olevan jotain karanteeni- tai laatutuhoojaa, Ruokaviraston tarkastaja on pyydetty ottamaan näyte ennen istutusta. Mikäli saastunut materiaali on ehditty istuttaa, reklaamaatiota on hyvin vaikeaa tehdä sen jälkeen.

Vihannesviljelyssä merkittäviä tautiongelmia on aiheutunut sipulin istukkaiden mukana tulleiden *Fusarium*-sienten takia. Suomessa tehtyjen tutkimusten mukaan (Kivijärvi 2019) myös oireettomissa istukkaissa esiintyy yleisesti eri *Fusarium*-lajeja, jotka aiheuttavat sipulinnäivetautia. Sipulinnäivete voi aiheuttaa pahoja vioituksia jo kasvukaudella ja pilata sipuleita varastoinnin aikana. Istukkaissa leviäviä taudinaiheuttajia voi tavanomaisessa tuotannossa hallita kemiallisella peittauksella (Kuva 5), mutta luomutuotannossa sallitut biologiset valmisteet

eivät ole kokeissa torjuneet tauteja kovin tehokkaasti. Istukkaissa oleva tautisaastunta ei välttämättä näy suoraan sadon tautisuutena, vaan siihen vaikuttaa myös kasvukauden sää ja pelto-ohkon tautitilanne. Istukkaissa leviävät taudinaiheuttajat lisäävät kuitenkin tautioireiden todennäköisyyttä myös kasvukaudella ja varastoinnin aikana. Sipuleiden tuottaminen taimista istukkaiden sijaan on tautien hallinnan kannalta hyvä vaihtoehto, mutta se vaatii erilaista viljelytekniikkaa ja mm. sipuliviljelmän perustamiskustannukset ovat moninkertaiset istukkaiden käyttöön verrattuna (Kivijärvi 2019).



Kuva 5. Eri *Fusarium*-lajien yleisyys (kappale-%) peittaamattomissa ja kemiallisesti peitatuissa sipulin istukkaissa vuosina 2013–2016 Luonnonvarakeskuksessa tutkituissa istukasnäytteissä. Lähde: Asko Hannukkala (julkaisematon).

Siementen mukana kasvintuhoojien leviämiskäsi on pienempi kuin taimien tai istukkaiden mukana, mutta myös siemenlevittäjiä kasvitaukeja esiintyy (kuten osa taimipoltteen aiheuttajista) ja ne voivat olla joskus ongelma luomutuotannossa. Siementen peittaukseen on saatavilla biologisia valmisteita, mutta niiden teho ei ole aina yhtä hyvä kuin kemiallisilla valmisteilla.

Tuontitaimia käytettäessä on myös riski, että taimipaakkujen mukana meille kulkeutuu tuholasia, joita meillä ei ennestään esiinny – siis vieraslajeja. Tyypillisimpiä näistä ovat etanat, kuten espanjansiruetana ja uutena lajina hiljattain havaittu mustapäätana. Molemmat lajit on säädetty kansallisesti haitallisiksi vieraslajeiksi. Vieraslajeista löytyy lisätietoa vieraslajiportaalista (<https://vieraslajit.fi/>). Vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta säädetään myös lailla, johon sisältyy myös kiinteistön omistajan tai haltijan velvollisuus hävittää tai rajoittaa leviämistä Euroopan unionin luetteloon kuuluvan tai kansallisesti merkityksellisen haitallisen vieraslajin osalta (<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20151709>). Kansallinen vieraslajiluettelo on myös nähtävillä vieraslajiportaalisissa (<https://vieraslajit.fi/lajit?FiList=true>).

Joissain tapauksissa vihannessiementen mukana on peltoon levinnyt myös haitallisia rikkakasveja. Muun muassa rikkakananhirssiä (Kuva 6) ja viherpantaheinää on tavattu pelloillamme, ja ne luokitellaan tarkkailtaviksi ja paikallisesti haitallisiksi vieraslajeiksi. Rikkakananhirssiyksilö voi tuottaa 80 000 siementä, jotka voivat säilyä maassa itämiskykyisinä jopa kymmenen vuotta. Se on myös erittäin tehokas typen ottaja. Näiden vieraslajien tarkkailu pelloilla on tärkeää, jotta esiintyvät yksilöt ehditään kitkeä ennen kuin ne muodostavat siementä. Luomussa näiden ainoa tehokas torjunta on kitkentä, yksilöiden kuljettaminen pois pellolta ja huolellinen hävittäminen.



Kuva 6. Rikkakananhirssiä porkkanapellolla. Rikkakananhirssillä on vaalea raita lehden keskellä, eikä lehden tyvellä ole kielekettä. Kuva vasemmalla: Pirjo Kivijärvi, kuva oikealla: Ruokavirasto

Omassa taimituotannossa on huolehdittava viljelyhygieniasta, jotta tuotettava taimimateriaali säilyy puhtana taudinaiheuttajista. Taimituotantotilat ja taimikennot puhdistetaan huolellisesti jokaisen kasvukauden jälkeen. Taimien kasvatusalustana käytetään taudeista ja tuholaisista vapaita materiaaleja. Taimikasvatusvaiheessa voidaan käyttää sienitautien ennaltaehkäisyyn luomussa sallittuja valmisteita kasvualustaan sekoitettuna, kasteluna tai ruiskutteena (katso luku 2.2.). Viljelyn aikana pyritään huolehtimaan, että taimikasvustilaan ei pääse tuholaisia, jotka voivat runsaana esiintyessään tuhota taimia.

1.4. Kastelun merkitys ennakoivassa kasvinsuojelussa

Laura Reuna, Johanna Pihala, Jari Ruski ja Sauli Jaakkola

Vihannekset sisältävät paljon vettä ja ovat viljelykasveista herkimpiä kuivuudelle. Vihannekset eivät yleensä ole kovin syväjuurisia, ja ne ottavat veden verrattain pienestä maatilavuudesta. Jo lyhytkin kuivuusstressi vaikuttaa negatiivisesti sadon määrään ja laatuun. Kastelu edesauttaa viljelykasvien kykyä kilpailla rikkakasvien kanssa. Elinvoimainen kasvusto kestää paremmin tauteja ja on vastustuskykyisempi tuholaisia vastaan (Järvenpää & Savolainen 2015). Sopivalla vedensaannilla on merkitystä myös mikrobitasolla: optimaaliset kosteusolosuhteet tarjoavat otolliset olosuhteet kasvintuhoojia tai niiden vaikutuksia torjuville hyville mikrobeille. Näistä syistä kastelun voidaan katsoa olevan kasvinsuojelumenetelmä.

Tunnetuin suora tapa vaikuttaa kastelulla viljelykasvien kasvintuhoojiin lienee peruna- tai porkkanaruven torjunta: kastelulla maan olosuhteet muuttuvat rupea aiheuttavalle bakteerille epäedullisiksi, mikä vähentää ruven esiintymistä mukuloissa. Muita ruven torjunnan kaltaisia,

yhtä suoraan kastelua kasvintuhoojien torjuntakeinona hyödyntäviä menetelmiä ei suomalaisessa vihannestuotannossa ole ainakaan toistaiseksi käytössä, mutta pellon ja kasvustojen kosteusolosuhteiden hallinnalla voidaan silti vaikuttaa kasviterveyteen. Kastelun vaikutukset kasvustoihin eivät välttämättä ole aina pelkästään myönteisiä, mikä on hyvä huomioida viljelyn ja kastelun suunnittelussa mahdollisuuksien mukaan. Kastelun toteutukseen ja kosteusolosuhteiden hallintaan liittyen kannattaa tarkistaa ainakin seuraavat seikat: kasteluun käytettävät laitteet ja pisarakoon säätämismahdollisuudet, kastelun ajallinen tasaisuus sekä viljeltävän kasvin kasvustorakenne. Elinvoimaisen, kasvintuhoojia vastaan mahdollisimman hyvin kilpailevan kasvuston muodostumiseksi tulee lisäksi varmistua, että hyvälaatuista vettä on kasvien tarpeeseen nähden ylipäätään sopivasti niille saatavilla.

1.4.1. Kastelutekniikan merkitys kasvinterveydelle

Kasteluun liittyvät kasvintuhoojariskit liittyvät ennen muuta erilaisten taudinaiheuttajien pääsyyn ja leviämiseen kasvustoissa. Mikrobit, mm. sieni-itiöt, voivat levitä pisaratartuntoina viljelykasveihin ilmasta tai kasveista toiseen. Mikrobeja voi päätyä viljelykasveihin myös maasta, kun vesipisararat iskeytyvät peltoon. Tehokkain tapa vähentää kastelusta johtuvia taudinaiheuttajien pisaratartuntoja on käyttää viljelyssä tihkukastelua, jolloin pisaroiden roiskumista kasvustossa ei tapahdu lainkaan (Kuva 7). Muovikatteita käyttämällä mikrobien siirtymistä vähennetään entisestään. Avomaan vihannestuotannossa valtaosalla kasveista muovikatteiden ja tihkukastelun käyttö ei yleensä ole kuitenkaan mahdollista. Yleisimmin käytössä ovat erilaiset päältä kasteluun tarkoitetut laitteet. Näitä käytettäessä mikrobien leviämistä voidaan vähentää kiinnittämällä huomioita kastelutekniikkaan: pienet sadettimet ja pienet pisarat ovat mikrobien leviämisen kannalta pienempi riski kuin suuret kastelutykit ja isot pisarat (Kuva 8). Käytännön viljelyssä keinot torjua pisaratartuntoina leviäviä mikrobeja ovat kuitenkin usein rajalliset, ja varsinkin kuivina kausina taudinaiheuttajariskit ovat pienempi paha kuin kasvuston kuivuminen.



Kuva 7. Maanpinnan katteet, kuten biohajoavat kalvot, vähentävät veden haihduntaa maasta. Katteita käytettäessä hyödynnetään kastelussa yleensä katteen alle levitettyjä tihkuletkuja.

Kuva: Terhi Suojala-Ahlfors



Kuva 8. Piensadettimet ovat yleistyneet vihannespelloilla. Kuva: Sauli Jaakkola

Kosteusolosuhteiden tasainen ylläpito

Kastelun intensiteetissä tulisi pyrkiä tasaisuuteen, mutta kuitenkin niin, ettei kasvusto ole koko ajan märkä. Kuivien ja kosteiden olosuhteiden jyrkät vaihtelut aiheuttavat viljelykasveille jo sinällään stressiä, mutta vaihtelu voi myös nostaa taudinaiheuttajapainetta kasvustossa suuremmaksi kuin mitä se olisi olosuhteissa, joissa kasvusto on saanut vettä tasaisesti. Toisaalta lehtien pintojen pitäisi päästä myös kuivahtamaan irtovedestä, sillä jatkuva märkyys lisää tautipainetta (Dixon 2015.) Kastelun aloittamisajankohtaa ei siis välttämättä ole perusteltua arvioida pelkästään viljelykasvin vedentarpeen mukaan, vaan myös kasviterveyden huomioiminen voi olla kastelupäätöksessä tarpeen.

Kasvustorakenteen hallinta

Kasvustorakenne vaikuttaa oleellisesti kasvuston kosteusolosuhteisiin, ja sitä säätämällä voidaan vähentää kosteissa oloissa viihtyvien taudinaiheuttajien esiintyvyyttä. Tiiviissä kasvustoissa kosteus säilyy paremmin, joten esim. taimi- ja/tai rivivälien suurentamisella voidaan edesauttaa kasvustojen tehokkaampaa tuulettumista. Kasvustorakennetta tarkasteltaessa on huomioitava, että myös rikkakasvit vaikuttavat kasvuston tiiveyteen. Runsas rikkakasvien esiintyminen voikin lisätä myös taudinaiheuttajien esiintymistä, kun kasvustojen riittävä tuulettuminen on estynyt.

1.4.2. Kasteluveden laatu ja saatavuus

Kasteluveden lähteenä voidaan käyttää luonnonvesistöjä, niistä kaivettuja kasteluojastoja tai lampia, kaivoja tai vesilaitosten tuottamaa talousvettä. Vesilähteen valinta riippuu useista tekijöistä, kuten sijainnista, resurssien saatavuudesta ja ympäristötekijöistä. Kasteluveden laatu voi vaihdella eri vesilähteissä, ja se voi vaikuttaa kasvien kasvuun ja terveyteen. Paikalliset säännökset ja ympäristötekijät vaikuttavat siihen, millaisia vesilähteitä saa käyttää kasteluun ja millaisia toimenpiteitä on noudatettava veden kestävästä käytön varmistamiseksi. Suomessa

kasteluveden ottamista vesistöistä säätelee Suomen vesilaki (587/2011). Lain mukaan kasteluveden vedenottoon tarvitaan lupa, jos toiminnasta aiheutuu haittaa tai vahinkoa vedenotto- paikan vettä käyttäville. Tarvittaessa luvan myöntää alueellinen ELY-keskus. Lupatarpeen arvioinnissa voi pyytää apua kunnalliselta ympäristönsuojeluviranomaiselta. Lupamenettelyssä arvioidaan veden ottamisen vaikutuksia muiden veden käyttäjien lisäksi vesistön ekologiaan. Pohjaveden ottamista säännellään erikseen pohjavesilain (132/2014) kautta. Kunnat voivat lisäksi säätää omia paikallisia määräyksiä ja asetuksia, jotka liittyvät veden ottamiseen ja sen käyttöön.

Ilmastonmuutos tulee muuttamaan kasteluveden tarvetta, sadannan määriä ja sateiden ajankohtia. Ilmastonmuutoksen ennustetaan lisäävän sekä sadantaa talvisin että pitkiä niukkasaiteisia hellejaksoja kesäisin. Tulevaisuudessa viljelymaiden kastelulle on entistä suurempi tarve erityisesti alkukesällä. Keskilämpötilojen noustessa, kasvukauden pidentyessä, haihdunnan lisääntyessä ja kesän kuivuusjaksojen pidentyessä pohjavesien pinta laskee loppukesällä ja syksyllä. Talvien lyhentyessä - ja lumien toistuvasti sulaessa talven aikana - pohjavedet tulevat olemaan yleisesti talvisin ja alkukevällä nykyistä korkeammalla. Äärimmäiset sääilmiöt lisääntyvät, jolloin toisinaan talvet saattavat olla poikkeuksellisen kylmiä ja pitkiä. Pienemmät pohjavesimuodostumat ehtyvät pitkien kuivuusjaksojen myötä herkemmin.

Vihannestuotannossa käytettävän kasteluveden laadulla on merkittävä vaikutus tuotteiden turvallisuuteen. Erityisesti veden laadulla on vaikutusta silloin, jos se on kosketuksissa tuotettavien kasvien syötävien osien kanssa ja kasvikset syödään kypsentämättöminä. Kasteluveden laatuun voi vaikuttaa monenlaiset tekijät, ja sen heikentyminen voi johtua useista syistä. Veden saastuminen voi olla mahdollista esimerkiksi lähellä sijaitsevan teollisuuslaitoksen tai jätevesipäästön vuoksi. Maaperästä voi liueta raskasmetalleja veteen erityisesti silloin, kun maaperä on saastunut tai sen luonnollinen koostumus sisältää raskasmetalleja. Vesilähteet, jotka ovat alttiita mikrobiologisille saasteille, kuten bakteereille, viruksille tai leville, voivat aiheuttaa kasvien terveysongelmia ja riskin ihmisten terveydelle. Veden pH-arvon liiallinen nousu tai lasku voi vaikuttaa kasvien ravinteiden saatavuuteen ja siten heikentää niiden kasvua.

Pohjavedet ovat yleisesti paremmassa suojassa laatua heikentäviltä tekijöiltä kuin pintavedet. Pohjavesien laatua voivat kuitenkin heikentää maa- ja kallioperän tai pohjaveteen yhteydessä olevan pintaveden haitta-aineet. Puhdas ja runsas joki- tai järvivesi on erinomainen vaihtoehto kasteluveden lähteeksi. Pohjavesi on usein laadultaan luotettava vesilähde, mutta sen käyttöön voi liittyä sääntelyä ja pohjaveden pinnan seuranta ympäristösyistä. Lammikoita tai tekoaltaita käytettäessä kasteluvetenä vesivarantoja voidaan täydentää sadevettä keräämällä. Pienet vesilähteet ovat alttiimpia haitallisille muutoksille.

Maailmanlaajuisesti jo nyt havaittavat, entistä useammin esiintyvät, ankarammat ja pidempikestoiset kuivuusjaksot ja toisaalta vesistöjen lämpötilan nousu edesauttavat veden laadun heikkenemistä. Erityisesti pintavesissä muutokset saattavat aiheuttaa bakteerien ja viruksien lisääntymistä, sekä kiintoainemäärien ja rautapitoisuuksien nousua. Kuivuus voi pohjavesissä aiheuttaa maku- ja hajuhaittoja, alhaisen happipitoisuuden aiheuttamia korkeita rauta- ja mangaanipitoisuuksia, pH-arvojen ja lämpötilan muutoksia, kemiallisen hapenkulutuksen kohoamista, kiintoainemäärien nousua, passiivisten happamien sulfaattimaiden aktivoitumista ja haitta-aine-esiintymien leviämistä. Rankkasateet ja tulvat puolestaan lisäävät pinta- ja pohjavesien sekoittumista, jolloin veden laatu saattaa myös heiketä.

Kasteluveden laadun heikkenemisen estämiseksi ja kasvien terveyden takaamiseksi on tärkeää seurata ja arvioida kasteluveden laatua säännöllisesti. Tarvittaessa voidaan käyttää veden puhdistamiseen tai parantamiseen tarkoitettuja tekniikoita ja menetelmiä, kuten suodattimia, desinfiointia tai veden pehennystä. Kastelusuunnitelma ja vesilähteen valinta ovat tärkeitä tekijöitä kasteluveden laadun hallinnassa. Tutkimuksia veden hygieenisestä laadusta ei vaadita, jos kasteluun käytetään terveysuojelulain mukaisesti valvotun, talousvettä toimittavan laitoksen vettä. Laatututkimuksia ei myöskään vaadita, jos kastelu tapahtuu alta kasteluna, jolloin vesi ei ole suoraan kosketuksissa kasvin syötäviin osiin. Kasvien sellaisenaan syötävien osien suoraan kasteluun, puhdistamiseen ja suoraan jäähdyttämiseen käytettävän veden laatu on tutkittava. Laatuanalyysit tulee tehdä Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa. Tämän lisäksi on hyvä tehdä veden laadun aistinvarainen arviointi vedenotto paikalla. Laboratorioanalyseissa vedestä on tutkittava vähintään *Escherichia coli* -bakteerit ja suolistoperäiset enterokokit. Aistinvaraisesti on arvioitava veden väriä, hajua ja luonnonpintavesien osalta myös syanobakteerien massaesiintymiä.

Suoraan kasteluun käytettävässä vedessä saa esiintyä *Escherichia coli* -bakteereita korkeintaan 300 pmy/100 ml ja suolistoperäisiä enterokokkeja korkeintaan 200 pmy/100 ml. Kasteluvessä ei saa esiintyä sellaista poikkeavaa väriä, hajua tai syanobakteerien massaesiintymää, josta voi olla vaaraa elintarviketurvallisuudelle. Veden laatu on tutkittava ennen sen käyttöönottoa ja tämän jälkeen säännöllisesti kolmen vuoden välein. Tuottajan on säilytettävä viimeisin todistus tutkimustuloksista. (MMM 318/2021, 7 §) Jos on syytä epäillä veden laadun heikentyneen muiden kuin aiemmin mainittujen tekijöiden takia niin, että tuotteiden elintarviketurvallisuus voi vaarantua, on vedestä tehtävä tutkimukset myös näiden tekijöiden osalta. Vedenoton paikka suunniteltaessa on hyvä huomioida mahdolliset käsiteltyjen jätevesien purkupaikat. Kannattaa seurata jätevedenpuhdistamoiden tiedotusta mahdollisten häiriötilanteiden varalta, sekä kunnallisten terveysturvallisuuden uimavesitarkkailuja paikallisilta rannoilta. Kemiallisten muuttujien osalta alkutuotannossa käytettävän veden laatua on hyvä arvioida noudattaen pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun STM:n asetuksen (401/2001) vedelle asetettuja laatuvaatimuksia ja -suosituksia. Vaikka laadun seuranta vaatimukset eivät kata kastelulaitteistoa, myös letkujen, putkien ja muiden kastelujärjestelmän osien kuntoa ja puhtautta on syytä seurata kastelun mikrobiologisen ja kemiallisen turvallisuuden varmistamiseksi.

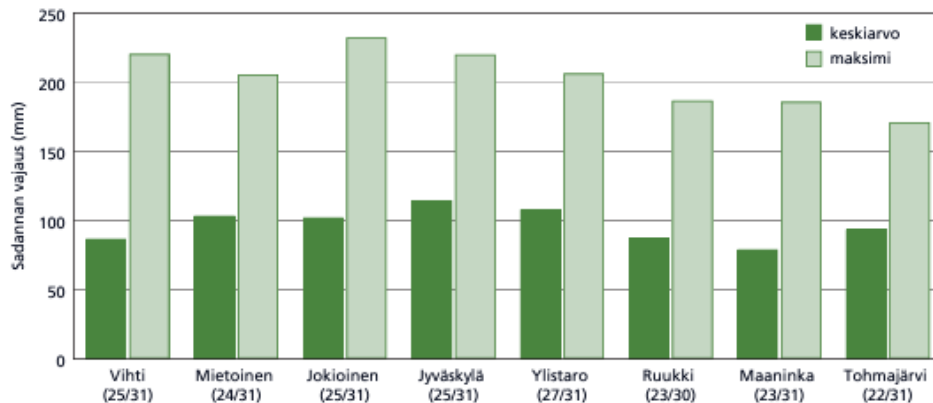
1.4.3. Kastelun tarve

Vihannesten hehtaarisadon arvo on usein hyvin korkea ja kastelu on useimpina kesinä selvästi kannattavaa. Tämän takia kasteluun, sen suunnitteluun ja hyötyjen maksimointiin on vihannestuotannossa järkevää panostaa. Kastelutarvetta määrittää kasvien vedentarpeen lisäksi sadannan vajuus ja pellon luontaiset ominaisuudet, mm. maalajit. Kastelun hyötysuhteeseen vaikuttaa lisäksi pellon vesitalouden toimivuus ojituksen jne. osalta (Järvenpää & Savolainen 2015).

Kasvien vedentarve

Kasvin kasvu ja tätä kautta sadon määrä ovat tiiviisti riippuvaisia kasvukaudella käytössä olevan veden määrästä. Vihannesten kastelutarpeen määrittävät mm. maan vesitalousominaisuudet, sade sekä kasvin vedentarve. Suomen vihannesviljelyalueilla sadannan vajuus on merkittävä ja vihannesten kastelu on usein kannattavuusmielessä hyvin suositeltavaa (Kuva 9).

Kastelun tarve korostuu karkeilla vähämultaisilla mailla kuumissa ja vähäsateisissa olosuhteissa. Onnistuminen kastelussa edellyttää, että viljelijä tuntee maan ominaisuudet.



Kuva 9. Keskimääräinen ja suurin sadannan vajaus touko-heinäkuussa 1970–2000 eri paikkakunnilla. Laskentaan on otettu mukaan ne vuodet, jolloin sadannan vajausta esiintyi. Näiden vuosien ja koko laskentajakson vuosien lukumäärä suluissa. (Linner 2016)

Vihannesten kastelutarve on sateettomissa olosuhteissa noin luokkaa 25–40 mm viikossa riippuen voimakkaasti kasvusta, kasvuvaiheesta, olosuhteista ja maan ominaisuuksista. Monilla vihanneksilla kriittisimpiä hetkiä kastelun suhteen on kasvin korjattavan osan eli esimerkiksi porkkanalla juuren ja kukkakaalilla kukinnon kasvattaminen. Mitä korkeampi ilman lämpötila on, sitä enemmän kasvi tarvitsee vettä tyydyttämään kasvun ja viilennyksen tarpeensa. Lämpötila on otettava myös huomioon kasteluveden haihdunnan osalta. Helteillä vettä haihtuu sekä ilmassa vesipisaroiden matkalla maahan että maassa ennen veden imeytymistä.

Kastelutarpeen määrittäminen

Kastelu tulisi aloittaa viimeistään, kun noin puolet pellon käyttökelpoisesta vedestä on käytetty. Peltomaan kosteuden silmämääräinen arviointi ja kasvuston kuivumisen merkkien havainnointi eivät anna kasvin vedentarpeesta ajantasaista kuvaa. Mikäli maassa tai kasvustossa jo näkyy merkkejä kuivumisesta, on kastelu jo myöhässä ja satomenetykset mahdollisia. Tämän takia kastelutarpeen määrittämiseksi ja maan vesitilanteen selvittämiseksi on tärkeää mitata maan kosteusolosuhteita juuristovyöhykkeessä.

Peltomaan kosteusolosuhteiden määrittämisen luotettavuus on huomattavasti parempi käytettäessä maahan upotettavia kosteusantureita. Anturit kertovat reaaliajassa maan kosteusprosentin. Kastelupisteen lukema eli kastelun aloituksen ajankohta tunnistetaan, kun tiedetään lohkon lakastumisraja (= tilanne, jossa kasvi ei saa enää maasta vettä) ja kenttäkapasiteetti (= tilanne, jossa ylimääräinen vesi on poistunut maasta sateen jälkeen). Nämä voi selvittää esimerkiksi Eurofins Oy:n NIR-analyysillä, jonka antamasta vedenpidätyksikäyrästä selviää prosentteina lohkon kenttäkapasiteetti, kastelun aloituspiste ja kasvin lakastumispiste. Mikäli kosteusantureiden käyttäminen ei ole mahdollista, ovat peltomaan alipaineen vaihtelun mittaamiseen perustuvat perinteiset tensiometrit hyvä apuväline kastelutarpeen määrittämiseen.

Pellon ominaisuuksien merkitys

Peltomaan lajitesuhteet ja multavuus pääosin määrittävät maan kyvyn pidättää vettä. Eri maalajeilla on erilainen kyky sitoa ja siirtää kapilaarisesti vettä kasvien käyttöön. Saves pidättää runsaasti vettä, mutta merkittävä osa vedestä on niin pienissä huokosissa, etteivät vihannekset käytännössä voi sitä hyödyntää. Kivennäismaissa on noin 15–25 % maan tilavuudesta sellaisia huokosia, joissa vesi pysyy painovoimasta huolimatta ja joista kasvit saavat sen käyttöönsä (Vakkilainen 2016). Multavuuden kasvu parantaa maan vedenpidätysominaisuuksia (Minasny & McBratney 2018). Esimerkiksi, jos peltomaassa on 20 % sopivan kokoisia vettä pidettäviä huokosia ja vihanneksen juuristo menee 40 cm:n syvyyteen, on kasvin käytössä kenttäkapasiteetissa 80 mm vettä. On kuitenkin huomioitava, että kastelu vihanneksilla tulee aloittaa jo, kun kenttäkapasiteetista on jäljellä 50–70 %. Maan kuivuessa vesi on kiinni aina pienemmissä huokosissa, ja kasvit saavat rajoitetummin vettä käyttöönsä. Kenttäkapasiteetissa olevan maan puskurointikyky veden suhteen riittää siis tässä tapauksessa vain noin viikoksi ja kasteluväli on tällöin yksi viikko. Mikäli kasteluraja halutaan pitää ylempänä, on kasteluväli luonnollisesti lyhyempi.

Maalajien vaihtelu voi olla hyvinkin suurta paitsi eri peltolohkojen välillä, myös saman lohkon sisällä. Muokkauskerroksen maalajin lisäksi kastelutarpeen määrittämiseen vaikuttaa myös pohjamaan maalaji ja -tyyppi. Pellon ominaisuuksien selvittäminen kannattaa aloittaa satelliittikarttoja ja ilmakuvia tarkastelemalla, jolloin voidaan havaita lohkon kasvuominaisuuksien vaihtelu esimerkiksi runsaampana/niukempana kasvustona. Näiden havaintojen mukaan kohdennettavat maanäyteanalyysit tarkentavat tietoa maalajeista ja multavuudesta. Uutena mahdollisuutena pellon ominaisuuksien selvittämiseksi voidaan käyttää myös maaperäskannausta.

Toimiva vesitalous ja ojitus

Nykyiset pellot ovat ojitettu pääsääntöisesti 1950-luvulta 1980-luvun loppuun sijoittuvalla ajanjaksolla. Ikänsä puolesta suurin osa on huollon tarpeessa tai jopa uudistus- tai täydennysojituksen tarpeessa. Riippuen pohjamaan maalajista ojastoon on voinut kulkeutua hienojakoista maa-ainesta ja käytettävissä olevasta putkiston vesitilavuudesta voi olla vain puolet käytössä. Hyvin toimiva ojitus on myös toimivan kastelun edellytys, joten ojaston kunnosta on hyvä olla selvillä ja tehdä siihen parannuksia mahdollisuuksien mukaan.

Toimivan ojaston merkitys pellon vesitaloudelle korostuu myös kastelukauden ulkopuolella. Pelto esimerkiksi kuivuu keväällä muokkaukseen nopeammin/tasaisemmin, kun ylimääräinen vesi pääsee ojaston laskuaukoista vapaasti pois. Mikäli pellolle on asennettu säätökaivot, ne on syytä tarkastaa heti roudan sulettua ja tarvittaessa avata. Avaamisen tarpeen määrittäminen voi olla alkuun hankalaa. Pohjaveden pinnan korkeutta ja maan kosteutta pellolla voi arvioida lapiolla kaivetun kuopan avulla tai helpommin vaikka maakairalla. Pellolle voi myös asentaa pohjaveden tarkkailuputken, josta vesitilannetta keväisin ja syksyisin voi tarkkailla esimerkiksi narun ja kohon avulla.

Kastelun jälkeen veden on päästävä imeytymään nopeasti maahan siellä olevien juurien käyttöön. Kasteluveden nopea imeytyminen on tärkeää myös pellolla tehtävien konetöiden kannalta, esimerkiksi harattaessa rikkakasveja. Kasteluveden maksimaaliseksi hyödyntämiseksi tulee myös huolehtia, ettei vettä kulkeudu painanteisiin tai muuta peltoa korkeammilta alueilta pois pintavaluntana. Veden kertymisen estämiseksi lohkon ongelma-alueet voidaan tasata. Pieniä maamääriä tai -alueita voi tasoittaa traktorin perälevyllä, mutta käytännössä joko laserin tai satelliitin avustamana suoritettu tasaustöiden antaa parhaan tuloksen niin laadullisesti

kuin taloudellisestikin. Veden imeytymistä ja pellon rakennetta voidaan puolestaan parantaa esimerkiksi maan kuohkeutuksella eli jankkuroinnilla. Toimenpiteen jälkeen pellolla olisi hyvä kasvaa syväjuurinen kasvi, jotta jankkuroinnilla aikaansaadut halkeamat eivät umpeudu.

1.5. Viljelyhygieniä

Terhi Suojala-Ahlfors ja Pirjo Kivijärvi

Yleinen viljelyhygieniä ja huolellisuus viljelyn eri vaiheissa on tärkeää ennakoivaa kasvinsuojelua. Koneet ja laitteet on syytä puhdistaa huolellisesti siirryttäessä lohkolta toiselle, jotta taudinaiheuttajat, tuholaiset tai rikkakasvien siemenet tai juurakot eivät pääse leviämään tilan sisällä hallitsemattomasti. Jos jollain lohkolta tiedetään esiintyvän esimerkiksi maalevintäisiä kasvitauteja tai ankeroisia, viljelytyöt pyritään tekemään tällä lohkolta viimeisenä ja puhdistamaan koneet ja laitteet erityisen tarkasti töiden jälkeen. Usean tilan yhteiskäytössä olevat koneet on pestävä huolellisesti ennen siirtymistä toiselle viljelmälle. Vierailijoita ei ole syytä päästä viljelmille ilman asianmukaisia suojajalkineita.

Kasvustoharsoja ja -verkkoja käytettäessä ne kannattaa kerätä pellolta pois kuivana ja varastoida katon alla tai muuten suojattuna. Mikäli katteen peittämissä kasvustossa on esiintynyt hankalia kasvintuhoojia, katteiden uudelleen käyttöä (samalla tai samansukuisella kasvilla) on harkittava tarkkaan.

Taimikenttien ja varasto- ja esikäsitteilytilojen sekä varastolaatikoiden puhdistus on tehtävä huolella. Vihannesten lajittelussa ja kauppakunnostuksessa syntyvät sivuvirrat on syytä kompostoida huolellisesti tai toimittaa esimerkiksi biokaasulaitokseen käsiteltäviksi. Kompostissa olevien taudinaiheuttajien hävittämiseksi lämpötilan on oltava yli 50 asteen. Mitä korkeampi lämpötila, sitä lyhyempi aika vaaditaan taudinaiheuttajien eliminoimiseksi. Yli 50 asteen lämpötilassa kasvintuhoojat häviävät kahdessa viikossa ja 65 asteen lämpötilassa viikossa. Yli 70 asteessa taudinaiheuttajat tuhoutuvat muutamassa tunnissa (Salo ym. 2006).

Aumakompostointi ei usein ole riittävän tehokas, jotta taudinaiheuttajat ja rikkakasvien siemenet tuhoutuisivat kokonaan, joten vihannekompostia ei ole syytä levittää samoille peltolohkoille, joilla vihanneksia viljellään. Sen sijaan rumpukompostoinnilla voidaan päästä lämpötiloihin, joissa taudinaiheuttajat ja rikkakasvien siemenet tuhoutuvat.

Käytettäessä tilan ulkopuolelta hankittavia lannoitevalmisteita on oltava tarkkana mahdollisten kasvintuhoojariskien suhteen. Lainsäädännön mukaan lannoitevalmisteiden käytöstä ei saa aiheutua kasvi- tai eläintautien leviämisen vaaraa. Myös kasteluveden, puhdistus-, pesu- ja jäähdytysveden laatu on varmistettava laboratoriotutkimuksin ennen käyttöä, jos kyseessä ei ole terveydensuojelulain mukaisesti valvotun talousvettä toimittavan laitoksen vesi ja vettä käytetään sellaisenaan syötävien kasvien (esim. salaattit, kesäporkkanat) kasteluun tai pesuun.

1.6. Ekosysteemipalvelujen hyödyntäminen

Anne Nissinen ja Sari Himanen

Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan ekosysteemien eli eliöyhteisöjen tuottamia ilmaisia, aineellisia ja aineettomia hyötyjä ihmiselle. Ekosysteemipalvelut jaetaan tuotanto-, ylläpito-, sääntely- ja kulttuuripalveluihin. Maanviljely toimii näistä ylläpitopalveluiden alueella, joihin kuuluvat mm. fotosynteesi, ravinteiden kierrätys, maaperän muodostus sekä sääntelypalveluiden alueella, johon kuuluvat ilmaston sääntely, veden ja ilman puhdistus sekä luontainen biologinen torjunta ja pölytys. Fotosynteesi sekä veden ja ravinteiden kierto ovat niin perustavaa luokkaa olevia ekosysteemipalveluita, että niiden roolia maataloudessa harvoin edes muistetaan. Kasvipeitteisyys estää tuulen ja veden aiheuttamaa maaperän eroosiota ja ylläpitää veden kiertokulkua ekosysteemissä. Ekosysteemipalveluista pölytys ja luontainen biologinen torjunta ovat olleet lisääntyvän huomion kohteina viime vuosikymmeninä luonnon monimuotoisuuden huetessa.

Hajottajat

Maaperässä elävillä mikrobeilla, sekä selkärangattomilla eliöillä on hyvin merkittävä rooli hajottajina. Ne huolehtivat ravinteiden kierrosta hajoavista kasviosista takaisin seuraavien kasvien käyttöön, mikä on erityisesti luomutuotannossa tärkeää. Erilaiset hajottajasienet erittävät kemikaaleja, joiden avulla ne hajottavat kasvosia maan pinnalla yksinkertaisemmiksi yhdisteiksi. Osan näistä ne käyttävät itse omaksi ravinnokseen ja osan ne vapauttavat muille eliöille ravinnoksi. Bakteerit jatkavat hajotustyötä ja palauttavat ravinteita kiertoon. Hyppyhäntäiset, punkit ja monien kärpästen toukat syövät hajoavaa kasvimateriaalia. Lierot syövät hajoavaa kasvi- ja eläinperäistä materiaalia, sieniä ja bakteereita, kun ne nielevät maata. Ulosteissaan ne vapauttavat mineraaleja ja ravinteita kasvien käyttöön. Ne kaivavat käytäviä, jotka ilmastuttavat maata ja edesauttavat veden imeytymistä maahan. Naturessa julkaistun tutkimuksen mukaan hyppyhäntäislajiston monipuolistaminen lisäsi vehnän verson biomassaa 11 %, tähkän 7 % ja juurten 56 %. Tutkimus osoittaa, että hajottajayhteisön monimuotoisuuden ylläpito on voimakas ja kestävä tapa lisätä satoa (Eisenhauer ym. 2018).

Orgaanisen katteen käytön on havaittu lisäävän hajottajamikrobien määrää. Hyppyhäntäisten määrä vaihtelee kasvukauden kuluessa ja kasvaa syksyä kohti. Hyppyhäntäiset hyötyvät maanpinnalla olevista mikrohuokosista ja runsaasta kasvipeitteisyydestä. Lierot suosivat hieta- ja hiesumaita. Hiesumailta lierotiheys oli lähes 400 yksilöä neliömetrillä. Lierot viihtyvät monivuotisissa nurmissa; apilat tuottavat lieroille sopivaa kariketta pintamaahan. Lierot eivät viihdy märässä maassa, joten ojitus pitää olla kunnossa.

Pölyttäjät

Pölytys on hyönteispölytteisille luonnonkasveille ja viljelykasveille välttämätön ekosysteemipalvelu, josta huolehtivat luonnonvaraiset eläimet, pääosin hyönteiset. Hyönteispölytyksestä hyötyy yli 75 % maailman viljelykasveista. Vihanneskasveista hyönteispölytystä tarvitsevat mm. pavut, kurkut ja kurpitsat. Avomaankurkun ja kesäkurpitsan riippuvuus hyönteispölytyksestä on peräti 90 %.

Maailmanlaajuisesti pölyttäjähyönteisiä uhkaaviin keskeisiin tekijöihin kuuluu mm. elinympäristöjen ja mesikasvien väheneminen sekä niille haitalliset kemikaalit. Myös eri uhkatekijöiden yhteisvaikutukset voivat olla merkittäviä. Luomuviljely ja kemikaalittomat

kasvinsuojelumenetelmät voivatkin olla keinoja vähentää pölyttäjähönteisiin kohdistuvia uhkia muiden suojelutoimien ohella.

Pölyttäjistä keskeisimpiä ja tunnetuimpia ovat mesipistiäiset, kuten mehiläiset ja kimalaiset, mutta on hyvä muistaa, että pölytystä tekevät myös mm. ampiaiset, päivä- ja yöperhoset, monet kärpäset, erityisesti kukkakärpäset, ja jotkut kovakuoriaiset (Kuvat 10 ja 11.) Myös kasvatettu tarhamehiläinen (*Apis mellifera*) voi tuottaa pölytyspalvelua, mutta se ei kuulu kotimaiseen luonnonlajistoomme. Monimuotoinen luontainen pölyttäjälajisto varmentaa pölytystä, koska eri hönteisryhmät ja -lajit täydentävät toisiaan. Esimerkiksi kimalaiset pystyvät lentämään viileämmässäkin säässä keväällä, ja loppukesästä runsaimmillaan esiintyvät kukkakärpäset liikkuvat myös isojen peltoalueiden keskiosissa.

Vihannesviljelykierroissa käytetyillä viherlannoituskasvustoilla ja monilajisilla nurmilla, kerääjäkasveilla ja monimuotoisuuspelloilla ja -kaistoilla sekä pientareilla voi olla merkitystä pölyttäjähönteisille ja niiden populaatioiden kehittymiselle viljely-ympäristössä lisäämällä mesikasvikirjoa ja -runsautta. Pölyttäjät hyödyntävät paitsi luonnonkasvien, myös monien viljelykasvien mettä ja siitepölyä. Pölyttäjälajien välillä on suuria eroja niiden erikoistumisessa tietynlaisille kukille tai kyvyssä hyödyntää laajaa kasvikirjoa. Esimerkiksi tarhamehiläinen kykenee hyödyntämään monien eri kasvilajien mettä ja siitepölyä. Myös kukkien ominaisuudet vaikuttavat niiden soveltuvuuteen eri pölyttäjähönteisille. Esimerkiksi sarjakukkaisten kasvien avoimet kukat soveltuvat laajasti eri hönteisryhmille.

Pölyttäjien kannalta on tärkeää, että kukkivia kasveja on tarjolla tilalla kevästä syksyyn. Pajut ovat tärkeitä pölyttäjille keväällä, kun muita kukkivia kasveja ei vielä ole. Seuraavina tulevat rikkakasveista leskenlehdet ja voikukat sekä puutarhakasveista krookukset, helmililjat, herukat, omenat ja sitten mansikat. Monet yrttikasvit ovat pölyttäjien suosiossa esimerkiksi oregano, iisoppi, ajuruohot, ja rohtoraunioyrtti. Sekä puutarha- että villivadelmat houkuttelevat voimakkaasti mehiläisiä, kimalaisia, ampiaisia ja kukkakärpäsiä, vaikka niiden kukat ovat vaatimattomia. Luonnonkukista mm. apilat, orvokit, koiran- ja vuohenputket, kurjenpolvet, kultapiiskut ja kanervat ovat hyviä pölyttäjien kannalta. Ravinnon lisäksi luontaiset pölyttäjät tarvitsevat niille soveltuvia monivuotisia elinympäristöjä, kuten avoimia niittymäisiä alueita, lisääntymistä varten pesimispaikoiksi soveltuvaa paljasta maata ja suojaisia maan- ja puunkoloja sekä lahoppuuta lähiympäristössä.



Kuva 10. Kimalainen rohtoraunioyrtillä. Kuva Anne Nissinen



Kuva 11. Monet hyönteislajit tarvitsevat mettä ja siitepölyä ravinnokseen. Samalla ne toimivat pölyttäjinä. Kuvassa erakkomehiläinen ja kukkajääriä. Kuvat: Sari Himanen

Luontaiset viholliset

Luontainen biologinen torjunta on luonnon eliöstön tarjoama ekosysteemipalvelu, jonka hyöty nähdään vähentyneenä tuholaispaineena ja tuholaiden populaatioiden kasvun rajoittajana. Luontaista biologista torjuntaa toteuttavat monet niveljalkaisryhmät. Näihin kuuluu niin maata pitkin saalistavia yleispetoja, kuten maakiitäjäisiä, kuin kasvustossa liikkuvia erikoistuneempia loispistiäisiä. Monipuolista luontaisten vihollisten kirjoa voidaan lisätä viljely-ympäristössä niitä huomioivien viljely- ja monimuotoistamistoimien avulla. Tällä voidaan tukea ennakoivaa kasvinsuojelua yli vuosien.

Vihannesviljelyssä kukkivien kasvien esiintymisen keskeinen hyöty on, että ne tarjoavat siitepölyä ja mettä petohyönteisille ja loispistiäisille. Monet petohyönteiset – kuten kukkakärpäset ja harsokorennot, joiden toukat ovat petoja, sekä kätköpistiäiset, joiden toukat loisivat toisten hyönteisten eri kehitysvaiheissa – käyttävät ravinnokseen siitepölyä ja/tai mettä. Samoin aikuiset leppäpirkot, sylkikuoriaiset, jotkut lyhytsiipiset sekä petopunkit käyttävät ravinnokseen mettä tai siitepölyä silloin, kun saalista ei ole saatavilla.

Monipuolisella luonnonkasvillisuudella on saalistajien kannalta myös toinen merkitys: ne tarjoavat vaihtoehtoisia isäntiä tai saalista silloin, kun kasvintuhoojia, joita niiden toivotaan saalistavan, ei ole tarjolla. Luonnonkasveilla on monimuotoinen lajisto kirvoja ja perhostoukkia kätköpistiäisten isänniksi sekä ripsiäisiä, punkkeja ja muiden hyönteislajien munia ja toukkia saaliiksi. Teiden ja peltojen pientareet ovat hyviä kasvupaikkoja luonnonkukille, kun aho- ja ketomaat ovat vähentyneet maatalousympäristöissä. Piennarten niitto kannattaakin jättää loppukesälle siellä, missä poistettavia vieraslajeja ei esiinny, jotta luonnonkukat ehtivät kukkia ja niitä ravinnokseen käyttävät hyönteiset, esimerkiksi perhostoukat, aikuistua. Pientareilla ja pellonreunassa pensaat ja erilaiset viljelylohkoa monipuolistavat maisemarakenteet ja monimuotoisuuskaistat tarjoavat myös ravintoa, suojaa ja lisääntymispaikkoja monille luontaisille vihollisille.

Kukkivia kaistoja voidaan myös aktiivisesti perustaa vihannesmaiden reunoihin ja hoitokäytävälle. Erilaisia kukkivia kaistoja on kokeiltu viime vuosina luomuvihanneslohkojen monimuotoistamistoimina edistämään luontaisten vihollisten ylläpitoa. Kokemuksia erilaisista kukkivien kasvien seoksista, siemenmääristä, kukkimisajoista ja luontaisten vihollisten esiintymisestä

kaistoilla voi lukea KASVIS-hankkeen loppuraportista (Suojala-Ahlfors ym. 2023). Perhostoukkien ja kirvojen loispetoina toimivien kätköpistiäisten tukemiseen luomukaalilohkon yksivuotisissa kukkakaistoissa sopi hyvin härkäpapu, joka tuottaa kukintojen ulkopuolista mettä loispistiäisten ravinnoksi. Härkäpapu ei toimi kaalin tuholaisten isäntäkasvina, mutta kaalilohkolle lisätyillä härkäpapukaistoilla esiintyi runsaasti kätköpistiäisiä etenkin heinäkuun lopulla (Kuva 12). Ruiskaunokki-veriapilakaistoja hyödynnettiin puolestaan kukkakärpästen tukemiseen kaalikirvan hallinnassa (Kuva 13). Myös monipuolinen viljely voi lisätä luontaisten vihollisten aktiivisuutta: luomukaalin ja -sipulin sekaviljelykokeessa sipulilla liikkui etenkin pieniä hyrräkittäjäisiä, jotka syövät mm. sipulikärpäsen munia ja toukkia. Kaalilla liikkui etenkin suurikokoisempia saalistajia, sysikiitäjäisiä.



Kuva 12. Kätköpistiäinen härkäpavulla. Kuva: Sari Himanen



Kuva 13. Kukkakärpäsen ruiskaunokki-veriapilakaistalla. Kuva: Sari Himanen

Luontaisia vihollisia tukevia monimuotoisuuskaistoja räätälöitäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota tauti- ja tuholaisriskien välttämiseen. Kukkakaistojen yksi tavoite on tarjota luontaisille vihollisille vaihtoehtoista ravintoa, mikä tarkoittaa paitsi mettä ja siitepölyä, myös luontaisten vihollisten isäntinä ja saaliina toimivia kasvinsyöjähyönteisiä. Kaistaseosten räätälöinnissä vihannestiloille onkin keskeistä pyrkiä säätämään tasapainoa luontaisia vihollisia tukevaan suuntaan valitsemalla mukaan kasvilajeja, joita keskeisimmät tuholaislajit eivät pysty hyödyntämään, mutta jotka ylläpitävät keskeisimpiä luontaisia vihollisia ja monipuolista saalistajalajistoa. Yksivuotisissa seoksissa tärkeää on kaistan riittävän nopea kasvuunlähtö rikkakasviongelmien ehkäisemiseksi.

Monivuotisilla monimuotoisuuspeleillä ja -kaistoilla on järkevää pyrkiä käyttämään ensisijaisesti monilajisia kotimaisia niittykasviseoksia luontaisen hyötyhyönteislajistomme tukemiseksi, siementen saatavuuden ja kustannusten sallimissa rajoissa. Monimuotoisuusseoksen valinnassa on huomioitava kasvupaikan olosuhteet. Yksivuotiset, viljelylohkon reunoille ja esimerkiksi hoitokaistoille lisätyt, viljelykasvikohtaisesti räätälöidyt seokset ovat täydentävä tapa tukea keskeisiä luontaisten vihollisten ryhmiä ja niiden siirtymää vihanneslohkoille (Kuva 14). Luontaisten vihollisten elinolosuhteita onkin tärkeää edistää mahdollisimman monin tavoin sekä peltolohkoilla että niiden ulkopuolella.



Kuva 14. Kylvetty härkäpapu-hunajakukka-seoskasvusto keräkaalilohkon päisteessä. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Linnut

Monet linnut käyttävät niveljalkaisia (hyönteiset, hämähäkkieläimet) ravintonaan. Yleisesti pihapiireissä esiintyvistä linnusta mm. västäräkit, kirjosiepot, tiaiset ja pääskysket ovat hyönteissyöjiä. Monet muut yleiset linnut, kuten punarinta, leppälintu, pensaskerttu ja pajusirkku käyttävät keskikesällä hyönteisravintoa ja syksyllä marjoja ja siemeniä. Myös kanalinnut, kuten pel-opyy ja fasaani, käyttävät myös hyönteisravintoa. Peltopyyn osalta on tutkittu, että sen poikaset tarvitsevat ensimmäisten elinviikkojensa aikana hyönteisravintoa selviytyäkseen.

Englannissa havaittiin avainkuolevuustekijäksi hyönteisravinnon vähäisyys poikasvaiheessa. Kun syytä selvitettiin, havaittiin, että rikkakasvien torjunta-aineet hävittivät pelloista leveälehtiset rikkaruohot, jotka olivat erityisesti sahapistiäistoukkien ja luteiden ravintoa, joita puolestaan peltopyyt keräsivät ravinnoksi poikasilleen. Suomessa peltopyykantojen pienentymiseen on vaikuttanut keskeisesti talviruokailupaikkojen eli heinälatojen, josta peltopyyt saivat siemeniä talvella, poistuminen käytöstä viljelytapojen muutosten myötä. Maatalousekosysteemien muutoksilla on hyvin monimuotoisia vaikutuksia ravintoketjuissa.

Monet ennen peltoympäristöissä eläneet linnut ovat vähentyneet. Näistä osa on sellaisia, jotka syövät myös tuholaisina esiintyviä lajeja; tässä esimerkkinä tsekkiläisestä tutkimuksesta luteita saalistavia lintuja. Kuneluteita, joihin peltoludekin kuuluu, käyttivät ravinnokseen eniten pähkinänakkeli, sepelsieppo, tiltalti, sirittäjä ja kivitasku (Exnerová ym. 2003). Tiltalttien syömistä luteista 100 % oli kuneluteita, sirittäjien syömistä 92 % ja kivitaskun syömistä luteista 18 %. Kivitasku söi eniten tyyppyluteita (24 %), joihin kuuluu myös marjalude. Tiltalti ja sirittäjä ovat melko yleisiä lintuja. Tiltalti on maassa pesivä havu- tai sekametsien laji, joka muistuttaa pajulintua, ja sirittäjän elinympäristöjä ovat puolestaan korkearunkoiset lehti- ja sekametsät. Varpuslintuihin kuuluva kivitasku on aiemmin ollut yleinen lintu. Sen pesimäpaikkoja ovat pelot, joissa on kivikasoja, teiden penkat ja hakkuaukeat. Kivikasoja sisältäneiden joutomaiden vähentyminen on johtanut kivitaskun kannan taantumiseen etelässä, mutta pohjoisessa kanta on edelleen vahva. Pähkinänakkeli ja sepelsieppo ovat Suomessa harvinaisia.

Monien pikkulintujen kannalta on oleellista, että peltojen ympärillä tai pihapiirissä on pensaita, joihin ne voivat pesiä. Metsän reunassa olisi hyvä olla vaihettumisvyöhyke, jossa kasvaa harvempaa ja matalampaa puustoa, erityisesti lehtipuita. Laitumet ja hakamaat ovat hyviä luomaan linnuille sopivia puoliavoimia ekosysteemeitä, jotka tarjoavat myös monipuolista kasvillisuutta ja mahdollisesti karjan lantaa hyönteisille ravinnoksi. Metsässä pitäisi myös olla lahoppuuta kolopesijöille, ja lintujen pesintää voidaan edesauttaa sijoittamalla linnunpönttöjä puutarhaan ja metsänlaitoihin sekä asentamalla räystäiden alle laudat helpottamaan pääskysten pesintää.

Hyödyllisiä hyönteisiä



Kuva 15. Leppäpirkon toukka (vas.) on peto, joka saalistaa pääasiassa kirvoja. Oikealla kuvassa leppäpirkon koteloasteita härkäpavulla. Kuvat: Anne Nissinen ja Pirjo Kivijärvi



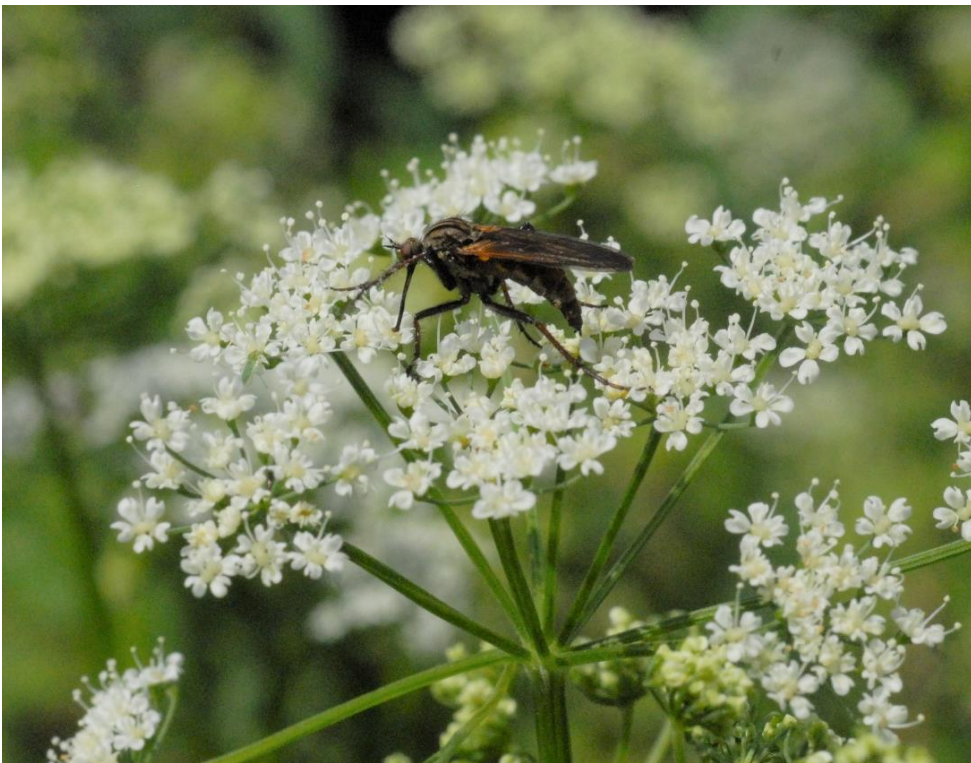
Kuva 16. Pihaharsokorenonnontoukka on peto, joka saalistaa toisten hyönteisten munia ja toukkia. Kuva Anne Nissinen



Kuva 17. Sylkikuoriaiset saalistavat sekä toukkana että aikuisena mm. kirvoja. Aikuiset käyttävät ravinnokseen myös siitepölyä. Kuva. Anne Nissinen



Kuva 18. Kukkakärpänen koiranputken kukinnolla. Kukkakärpästen toukat saalistavat erityisesti kirvoja. Kuva: Anne Nissinen.



Kuva 19. Petokärpänen koiranputken kukinnolla. Petokärpäset saalistavat muita hyönteisiä ja voivat siepata niitä suoraan ilmasta. Niillä on pitkä ja suora imukärsä, jolla ne puhkaisevat saaliin ihon. Kuva: Anne Nissinen

1.7. Kasvintuhoojien tunnistus ja tarkkailu

Anne Nissinen, Pentti Ruuttunen ja Marika Rastas

Rikkakasvit ja kasvitaudit

Kasvintuhoojien tarkkailu on tärkeää luomuvihannesviljelyssä erityisesti viljelykierron suunnittelussa sekä torjuntatoimien ajoittamisessa, esimerkiksi harsojen tai verkkojen levityksen tai rikkakasviharausten suhteen. Kestorikkakasvit on syytä pyrkiä hävittämään viljelykierrossa ennen heikommin kilpailevia riviviljelykasveja. Rikkakasvien kehityksen seuranta on tärkeää, jotta torjuntatoimet osataan kohdentaa eri lajien herkimpiin kehitysvaiheisiin. Kestorikkakasveilla tämä vaihe on ns. kompensatiopiste, jolloin kasvit ovat käyttäneet juurakoidensa vararavinnon. Siemenrikkakasvit tuhoutuvat herkimmin taimettumisvaiheessa ja pian sen jälkeen. Rikkakasvien lajinmääritys on tärkeää mm. niiden kasvurytmin ja levintätapojen ymmärtämiseksi. Maalevintäiset taudit voivat esiintyä pieninä pesäkkeinä ja runsastua seuraavina vuosina, mikäli lohkolla viljellään alttiita kasveja. Lakastumis- ja juuristotautien oireet voivat näkyä kasvuston nuutumisenä tai kellastumisena, ja toisinaan voi olla vaikea erottaa oiretta ravinnepuutteista tai maan rakenteen ongelmista.

Apua kasvintuhoojien tunnistukseen ja toisaalta myös tuhoojapesäkkeiden sijaintipaikan muistiin merkitsemiseen lohkolla voi saada LukeKasKas-sovelluksesta. LukeKasKas-sovellus on Luken ylläpitämä kansalaishavainnointiin perustuva ilmainen sovellus, joka mahdollistaa rikkakasvi-, kasvitauti- ja tuhoeläinhavainnon tekemisen aikaan ja paikkaan sidottuna. Sovelluksessa olevat kuvat ja kasvintuhoojakuvaukset on tarkoitettu helpottamaan tunnistamista. Sovellus on kehitetty niin, että tuhoojahavainnon tekeminen on mahdollista suoraan pellolla mobiililaitteella, koska ohjelma paikantaa mobiililaitteen automaattisesti. Sovellukseen voi myös tallentaa pellolta otettuja kuvia. Sovelluksessa on pyritty helppokäyttöisyyteen, ja se on ilmaiseksi saatavilla osoitteessa (<https://maatalousinfo.luke.fi/fi/cms/kasterveys/lukekaskas>). Palveluun rekisteröitymällä käyttäjä voi tehdä kasvintuhoojahavaintoja mobiililaitteella suoraan pellolla ja saada tuhoojakuvista ja -kuvauksista apua tuhoojien tunnistamiseen sekä vastaanottaa ajankohtaisia kasvintuhoojatiedotteita valitsemistaan kasvilajiryhmistä.

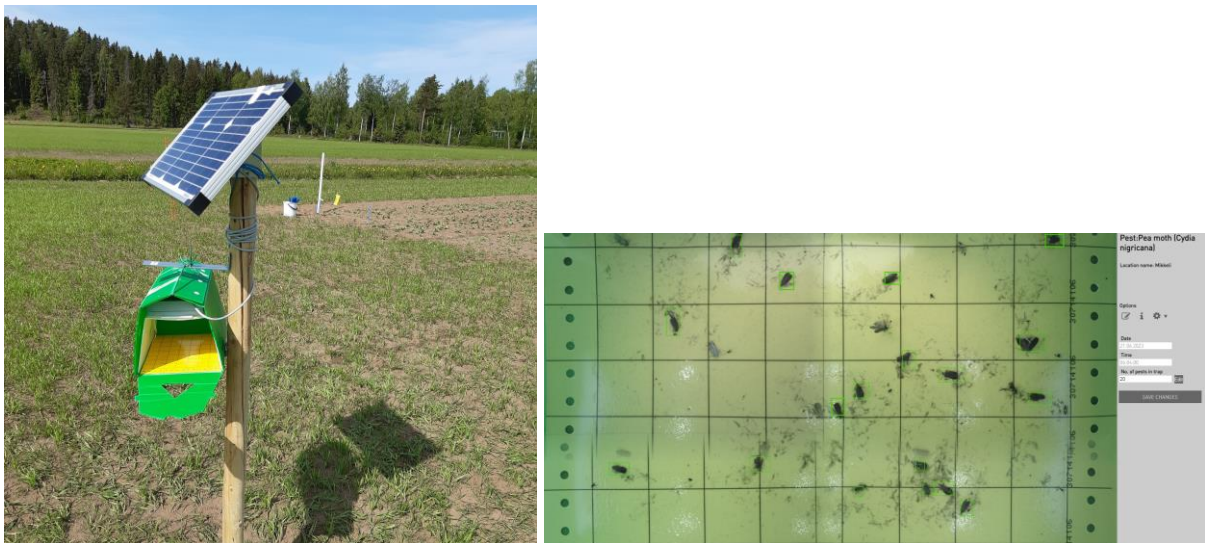
Kasvintuhoojien tunnistamisen apuna voi käyttää myös muita, yhä paremmiksi kehittyviä, kansalaishavaintoja hyödyntäviä mobiilisovelluksia, esimerkiksi iNaturalist Suomi (kaikki eliölajit), jossa on kotimaisia asiantuntijoita mukana, ja PlantNet (kasvit). Nämä ovat ilmaiseksi ladattavissa sovelluskaupasta. Painetuista rikkakasvioppaista suositeltavin suomenkielinen on Kasvinsuojeluseuran Uusi rikkakasviopas (Matti Erkamo), joka on tilattavissa seuran sivuilta <https://www.kasvinsuojeluseura.fi/julkaisut/tilauslomake/>. Tieteellisesti kattavin suomenkielinen kasvio on Retkeilykasvio (Hämet-Ahti ym. 1998). Retkeilykasviosta on kehitetty edelleen mobiiliversio nimeltään Retkikasvio, joka on ilmaiseksi ladattavissa sovelluskaupasta. Siinä olevia lajinkuvauksia on täydennetty ammattilaisten tarkastamalla valokuva-aineistoilla.

Tuholaiset

Monia vihannesten hyönteistuholaisia, kuten porkkanakärpänen ja porkkanakemppi tarkkailaan keltaisilla liima-ansoilla. Niiden ongelma on epäspesifisyys eli niihin tulee hyvin laaja kirjo hyönteisiä eri hyönteislahkoista ja -heimoista. Monien hyönteisten ja muiden niveljalkaisten tunnistaminen on vaativaa asiantuntijatyötä, etenkin silloin kun samasta suvusta esiintyy useita lähisukuisia lajeja samoilla isäntäkasveilla, kuten kaalikärpäset. Niiden osalta

tarkkailumenetelmäksi suositellaankin munalaskentoja lennon ajoittumisen varmistamiseksi. Hyönteisten tunnistamiseen on nykyisin saatavissa apua esim. iNaturalist-sivuston kautta (<https://inaturalist.laji.fi/>), jossa vastauksia antavat suomalaiset asiantuntijat. Google Lens –sovelluksessa voi ensimmäisenä ehdotuksena tulla lajeja, joita ei Suomessa esiinny, koska niistä on tallennettu enemmän havaintoja tietokantaan, jota sovellus käyttää. Tällöin tunnistuksen suhteen on syytä olla kriittinen. Tuholaisten tunnistamisen lisäksi iNaturalist-sivustoa voi hyödyntää myös tuholaisten luontaisten vihollisten tunnistamisen apuna. Luomuviljelijän on tärkeää tunnistaa niin haitalliset kuin hyödylliset hyönteisryhmät kasvustohavainnoiteja tehdessään. Keskeisimpien luontaisten vihollisten esiintymistä ja liikkumista peltolohkolla voi tarkkailla myös kasvustoa haavimalla tai kuoppapyydyksillä.

Feromoniansoja on saatavissa lähinnä perhostuholaisille kuten hernekääriäiselle (Kuva 20). Feromoniansoihin laitetaan haihdutin, joka vapauttaa tietyn lajin naaraiden sukupuoliferomonin kaltaista synteettistä yhdistettä tai yhdistettä, ja se houkuttelee spesifisesti tämän yhden lajin koiraita. Tällöin ansojen luenta on helppoa ja voidaan automatisoida kameratekniikan ja juuri näitä hyönteisiä tunnistavan algoritmin avulla. Tällöin saadaan etäluettava ansa, joka lähettää tiedon ansasaaliista puhelini liittymän kautta tietokoneelle. Etäluettavia ansoja on kehitetty erityisesti hedelmien ja marjojen tuholaisille. Feromoniansojenkin osalta on syytä muistaa, että aina feromonin syntetisointi ei onnistu, ja tällöin on vaarana, että tuholaisia ei tule ansoihin ollenkaan tai ansoihin tulee jotain muuta lähisukuista lajia.



Kuva 20. Etäluettava hernekääriäisen feromoniansa (vas.) ja ansan keltaliimapohja (oik.), josta ansa tunnistaa ja laskee hernekääriäiset. Kuvat: Pirjo Kivijärvi

Lämpösummapohjaiset ennustemallit on saatavissa porkkanakärpäselälle ja pikkukaalikärpäselälle. Lisäksi tarjolla on uusi ennustemalli porkkanakempille, joka hyödyntää myös muuta säädataa kuin lämpösummaa. Lentoennusteiden pohjalta voidaan ajoittaa tarkkailu- ja torjuntatoimenpiteitä, kuten verkkojen tai harsojen laittamista paikoilleen tai avaamista rikkakasvihaarausten ajaksi. Ennustemallit ovat katsottavissa ilmaiseksi Luken Luonnonvaratieto-sivuilla <https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/maatalouden-kasvintuhoojien-ennustepalvelu>.

2. Suora torjunta

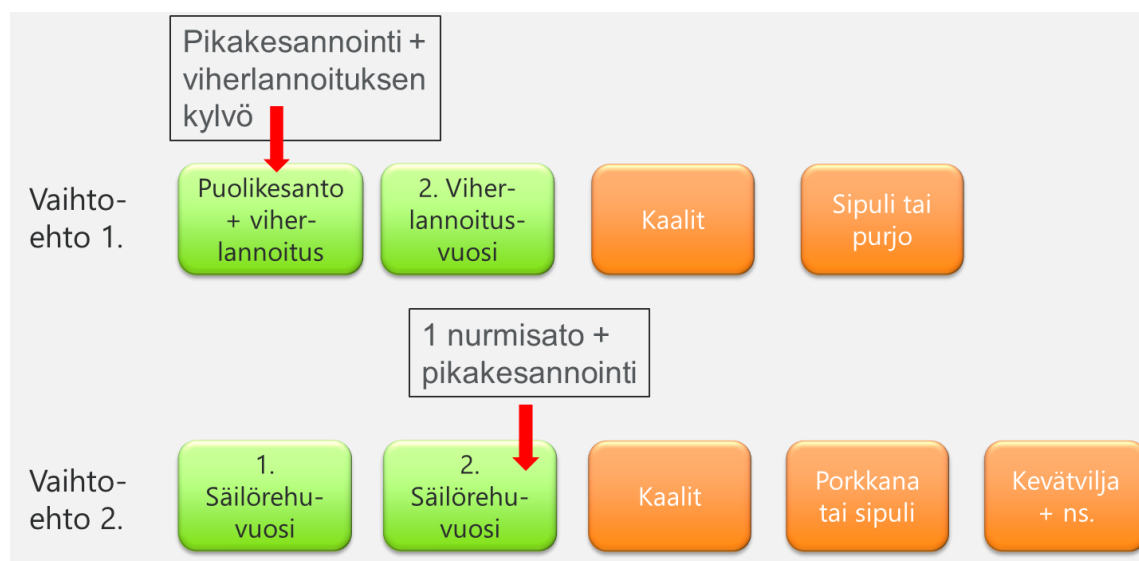
Timo Lötjönen, Anne Nissinen, Pentti Ruuttunen, Pirjo Kivijärvi ja Marika Rastas

2.1. Rikkakasvit

2.1.1. Edeltävällä kasvukaudella tehtävä kestorikkakasvien torjunta

Koska vihannesten kilpailukyky on heikko, kannattaa luomuvihannesviljelyssä kestorikkakasvien torjunta hoitaa kuntoon vihannesvuotta edeltävinä vuosina. Myöskään suoran torjunnan menetelmät, kuten riviväliharat, eivät toimi tukkeutumatta maassa, jossa kasvaa runsaasti vaikkapa juolavehneä.

Kuten edellä todettiin, pelto-ohdakkeeseen ja -valvattiin voi yrittää vaikuttaa nurmen tihen-
nettyjen niittojen avulla, mutta juolavehneään niittomenetelmä ei oikein tehoa. Kaikkiin kesto-
rikkakasveihin tehoaa hyvin hoidettu avokesanto. Koska koko kesän kestävä avokesanto ku-
luttaa polttoainetta, koneita, työaikaa ja maan rakennetta, on otettu käyttöön parin kuukau-
den mittaisia puoli- tai pikakesantoja. Pikakesanto voidaan ymmärtää myös muutaman viikon
mittaiseksi, intensiivisesti hoidetuksi kesannoksi, joka toteutetaan heinäkuun helteissä. Sänki-
muokkauksetkin ovat tavallaan pikakesantoja.

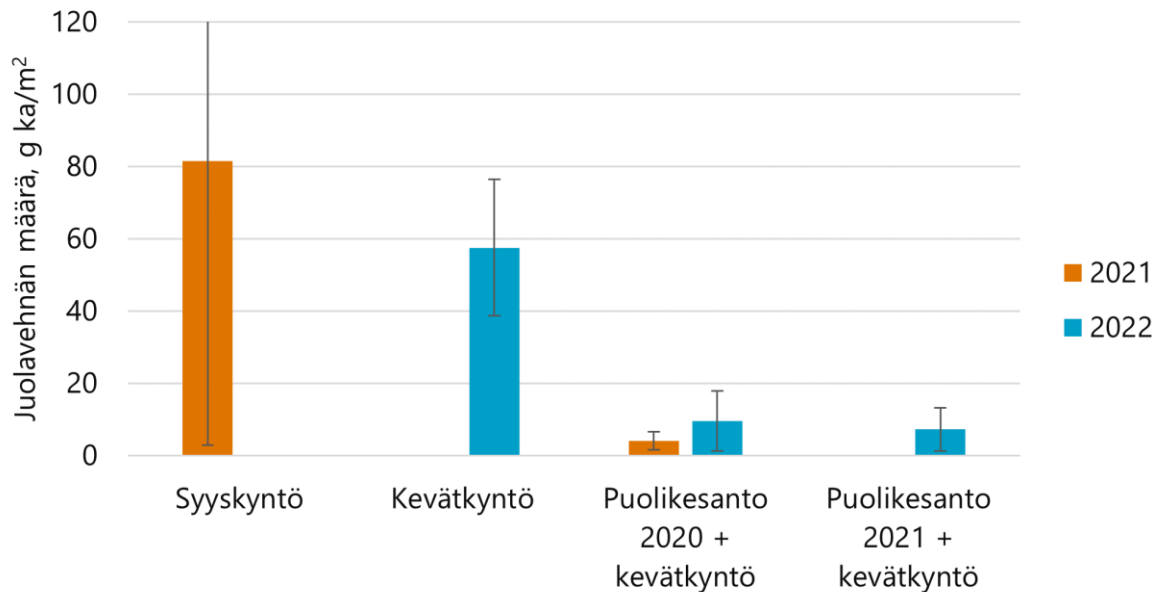


Kuva 21. Esimerkkejä puolikesannon sijoittumisesta viljelykiertoon (Lähde: T. Lötjönen).

Alkukesän puolikesanto

Puolikesanto voidaan toteuttaa alkukesästä tai loppukesästä (Kuva 21). Luontevimmin alkukesän kesanto sopii tilanteeseen, jolloin pelto on ollut yksivuotisella kasvilla (esimerkiksi viljalla). Maata ei kannata kyntää, vaan sitä voidaan alkaa sänkimuokata kerta-ajolla jo syksyllä, jota sitten jatketaan 3–4 muokkauksella touko-kesäkuun ajan. Tämän jälkeen (ennen heinäkuun alkua) kylvetään nopeakasvuinen viherlannoituskasvusto, joka sitoo ravinteita ja tukahduttaa mahdollisesti henkiin jääneet rikkakasvit. Viherlannoituskasvusto voi olla yksi- tai kaksivuotinen. Maataloustukien näkökulmasta kesäkuun loppuun mennessä kylvetty viherlannoitus

voidaan merkitä esimerkiksi säilörehunurmeksi. Tällaisen kesannon teho juolavehnään on ollut varsin hyvä (Kuva 22). Kyntö kesannointivuoden päätteeksi parantaa tehoa rikkakasveihin.



Kuva 22. Touko-kesäkuun puolikesannon vaikutus juolavehnään turvemaalla. Kesannointi tehtiin Kvickfinn-laitteella 3–4 ajokerralla. Kesäkuun lopulla näille koeruuduille kylvettiin nopeakasvuinen viherlannoitusseos. Muilla ruuduilla viljeltiin vuosina 2020–2021 ohraa ja vuonna 2022 kaikki ruudut kylvettiin kauralle. Juolavehnan määrä mitattiin viljan joukosta ennen viljan puintia 2021 ja 2022 (Lähde: Timo Lötjönen).

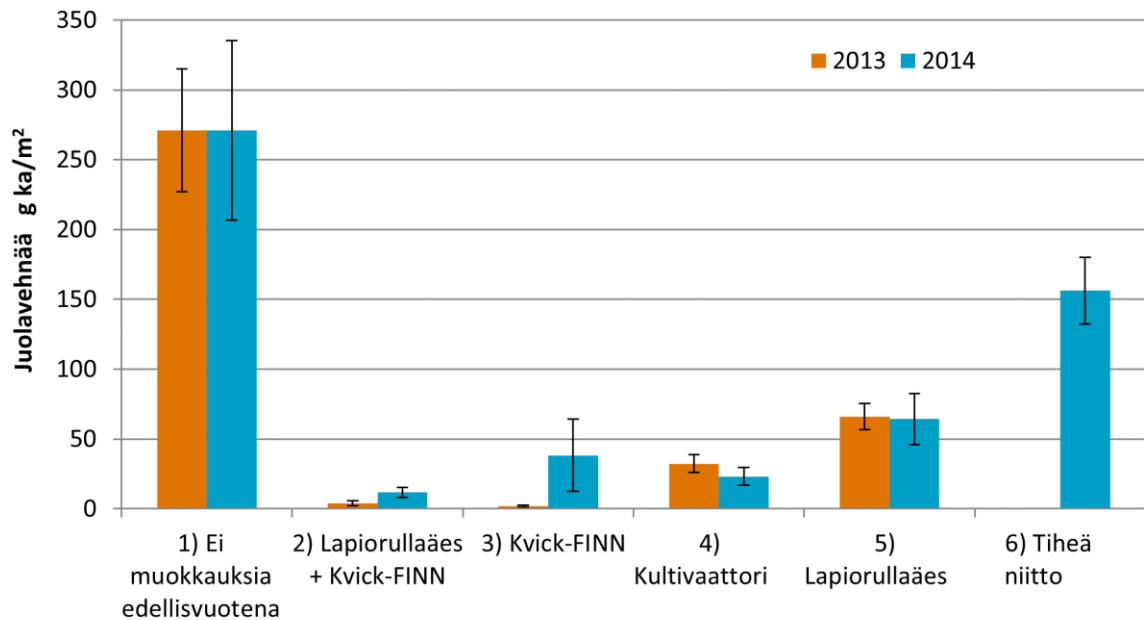
Keskikesän tai loppukesän puolikesanto

Loppukesän puolikesanto sopii ehkä parhaiten monivuotisen nurmen lopettamiseen. Monet korjaavat nurmesta ensin yhden sadon, tällöin pelto voidaan merkitä säilörehunurmeksi. Kesannointi aloitetaan tämän jälkeen. Vanhassa nurmessa mm. juolavehnan juurakko kasvaa maan pintakerroksessa. Mikäli on tarvetta torjua juolavehää, nurmea ei kannata ensitöikseen kylvää, vaan aloitetaan muokkaamaan nurmen pintaa niin, että mahdollisimman paljon juurakoista saadaan nostettua maan pinnalle kuivumaan. Ensimmäisen ajokerran ei tarvitse tehdä täydellistä muokkaustulosta, vaan riittää että pintaa saadaan rikottua (Kuva 23). Loppukesän kesannossa tarvitaan usein 4–5 ajokertaa, jotta torjuntatuloksena olisi riittävä (Kuva 24).

Kesanto olisi hyvä saada talveksi kasvipeitteiseksi. Sopivia kasveja loppukesän/keskikesän kesannon jälkeen ovat mm. syysrypsi, ruis, syysvehnä tai joku nopeakasvuinen kerääjäkasvusto. Puolikesantoon kylvettävä kasvi määrittelee sen, kuinka pitkä aika kesannointiin on käytettävissä. Syysrypsin kylvö tulee niin aikaisin heinäkuun loppupuolella, että voidaan puhua keskikesän kesannosta. Varmaankaan kaikki kestorikkakasvien juurakot eivät ole kuolleet noin yhden kuukauden kesannoinnissa, mutta jos kesantoa hoidetaan tehokkaasti ja rypsi kasvustosta saadaan peittävä, teho on ollut viljelijöiden kokemusten mukaan usein riittävä.



Kuva 23. Nurmirikon aloittaminen onnistuu kapeateräisellä kultivaattorilla. Tästä voi jatkaa esimerkiksi S-piikkiäkeellä, mikäli se ei mene tukkoon. Tai sitten jatketaan kultivaattorilla. Tehokkain kone tähän on kuitenkin juolannostin. Kuva: Timo Lötjönen.



Kuva 24. Juolavehnnän torjunta loppukesän kesannolla. Lopetettavasta nurmesta korjattiin yksi säilörehusato. Tämän jälkeen muokkauksia 4–6 kertaa, niittoja 7 kertaa. Juolavehnnän määrä mitattiin viljakasvustosta seuraavana syksynä ennen viljan puintia. Koepaikat Ruukissa, maalajit turvemaa (2013), erm karkea hieta (2014). (Lähde: Lötjönen & Salonen 2016).

Mikäli ei ehditä tai haluta kylvää mitään kasvia, puolikesannon lopettaminen syyskynnöön voi olla parempi vaihtoehto kuin maan jättäminen paljaaksi kesannoinnin jäljiltä. Tällöin kynnön

aikaansaama karkea rakenne suojelee maata hiukan liettymiseltä ja ravinteiden karkaamiselta. Samoin vielä hengissä olevat kestorikkakasvit voivat kuolla joutuessaan haudatuksi syvemmälle maahan.

Sänkimuokkaukset

Sadonkorjuun jälkeisillä ja toisaalta kylvöä edeltävillä sänkimuokkauksillakin voidaan rikkakasvien määrään vaikuttaa varsinkin, jos lisäksi käytetään syys- tai kevätkyntöä. Sänkimuokkaukset idättävät maahan varisseita rikkakasvien siemeniä, joista syntyneet taimet sitten tuhoutuvat uusintamuokkauksissa. Kestorikkakasveista varsinkin juolavehnää saadaan näännytettyä syysmuokkauksilla ja kuivatettua kevätmuokkauksilla. Peltovalvatti aloittaa talvilevon jo aikaisin syyskesällä, joten se ei yleensä enää lähde uudelleenkasvuun syysmuokkausten jälkeen.

Keski- ja Pohjois-Suomessa syksyn sänkimuokkauksille on yleensä sadonkorjuun jälkeen vähemmän aikaa kuin Etelä-Suomessa, eikä kovin myöhään syksyllä tehdyillä muokkauksilla saavuteta tavoiteltua hyötyä. Monesti voi toimia taktiikka, jossa syksyllä muokataan kerran ja keväällä kahdesti. Jos maalaji ja aikataulu sallivat kevätkynnön sänkimuokkausten päätteeksi, saadaan tehoa vielä parannettua. Tällä tavoin Luke Ruukin kokeissa saatiin kahden syksyn ja kahden kevään sänkimuokkauksilla alennettua juolavehnan määrää jopa 70 %. Tulos toki riippuu sääoloista ja millä tavoin muokataan.

Käytettävissä olevat taktiikat

Avokesannon hoitoon voidaan käyttää kahta taktiikkaa: 1) juurten/juurakoiden nostamista maan pintaan kuivumaan auringon ja tuulen vaikutuksesta tai 2) kestorikkakasvien näännyttämistä antamalla niiden kasvaa kompensatiopisteeseen ja tehokasta juurakoiden pintaan nostoa/katkaisua tässä kohtaa.

Kompensatiopisteellä tarkoitetaan hetkeä, jolloin kestorikkakasvin juurten/juurakoiden vararavintovarot ovat pienimmillään. Silloin kasvi on käyttänyt suuren osan vararavinnostaan verson ja lehtien kasvattamiseen, mutta yhteyttäminen ei ole vielä niin tehokasta, että merkittävästi tapahtuisi ravinteiden virtaamista juurakkoon päin. Karkeasti yleistäen kompensatiopiste on juolavehnällä, pelto-ohdakkeella ja peltovalvatilla 2–4 lehtiasteella, valvatilla ehkä vähän myöhemmin. Tuoreimpien ruotsalaisten tutkimusten mukaan ajankohdat ovat aikaistuneet siitä, mitä niiden ajateltiin aiemmin olevan. Muokkauksissa tai niitoissa ei siis kannattaisi myöhästyä.

Kuivatustaktiikka toimii hyvin silloin, kun on kuivaa, aurinkoista, lämmintä ja tuulista. Silloin kesantoa kannattaa muokata vähän tiheämmin, 1–2 kertaa viikossa. Jos on sateista, kannattaa turvautua näännytystaktiikkaan. Siinä muokkauksia tulee 10–14 päivän välein. Tietysti maan pitää olla sen verran kuivaa, että muokkaamisella ei aiheuteta merkittäviä vaurioita maan rakenteelle. Käytännössä näitä taktiikoita kannattaa yhdistellä sääolojen mukaan. Välillä kesannoinnin tehoa kannattaa havainnoida lapiolla kaivamalla: miten syvällä on vielä elossa olevia juurakoita, pitääkö muokkausta syventää ja muokkauksia vielä jatkaa?

Muokkaukoneet kestorikkojen torjuntaan

Puolikesantoon tai sänkimuokkaukseen kannattaa käyttää mahdollisimman hyvin juuria/juurakoita pintaan nostavia koneita, jotta kesannoinnin teho olisi riittävä ja selvittäisiin vähillä ajokerroilla. Työhön on kehitetty ns. juolannostimiksi nimettyjä koneita, joissa on traktorilla

pyöritettävä tiheäpiikkinen roottori. Roottori irrottaa ja nostaa rikkakasvin juurakoita pellon pinnalle kuivumaan ja nääntymään. Konetyyppi on kehitetty ensisijaisesti juolavehnän pintaan nostoon, mutta se toimii myös ohdakkeella ja valvatilla. Näiden juuret ovat hauraampia kuin juolavehnän juurakot, joten kerta-ajolla ei saavuteta yhtä hyvää tulosta kuin juolavehnällä, mutta useammalla ajokerralla saadaan torjuntatehoa myös ohdakkeeseen ja valvattiin. Markkinoilla olevia merkkejä ovat mm. Kwickfinn, Tiustech ja BioRotor.



Kuva 25. Kwickfinn-juolannostin toimii myös valvatin torjunnassa. Pinnalle saadut juuret kuivuvat kuoliaaksi tai alkavat kasvattaa uusia juuria ja versoja. Kuva: Timo Lötjönen.

Perinteisempiä maanmuokkaukoneita on kahden tyyppisiä: kiinteäteräisiä (kultivaattorit, s-piikkiäkeet, kyntöaura) ja pyöriväteräisiä (lautasmuokkarit, lapiorullaäkeet, jysimet). Näilläkin saadaan tuloksia aikaan, mutta ajokertoja voidaan tarvita enemmän kuin edellä esitellyllä juolannostimella (Kuva 25). Kiinteäteräiset muokkaimet sopivat pyöriväteräisiä paremmin torjuntamuokkauksiin, sillä ne eivät pilko juurakoita ja juuria kuten esimerkiksi lautasmuokkari (Kuva 26). Jokaisesta juurenpalasta voi kasvaa uusi itsenäinen kestorikkakasviyksilö. Jos lähdetään pilkkomistaktiikkaan, tulee huolehtia, että juurenpätkät saadaan varmasti hengiltä toistamalla muokkauksia riittävästi ja päättämällä kesanto kyntöön. Joskus voi olla perusteltua aloittaa pikakesanto lapiorullaäkeellä, jos esimerkiksi vanhaa nurmea halutaan pilkkoa ennen kultivointia.



Kuva 26. Lautasmuokkarit muokkaavat maan pintakerroksen tehokkaasti, mutta kannattaa seurata, kasvaako muokkarin pilkkomista kestorikkakasvien juurenpaloista uusia yksilöitä. Kuva: Timo Lötjönen.

Yleensä paras kultivointitulos saavutetaan hanhenjalkaterillä varustetulla kultivaattorilla. Tällöin terät limittyvät jopa hieman toistensa yli, jolloin maa saadaan leikattua irti täydellisesti halutusta syvyydestä. Juurille/juurakoille ei jää tällöin yhteyttä muokkaamattomaan maahan ja kesannointiteho paranee.

Kevyessä turve- tai hietamaassa, jossa on usein paljon juolavehnän juuria, leveäteräinen hanhenjalkakultivaattori saattaa lohkoa maasta isoja lauttoja. Näitä on tuskallisen hidasta yrittää hajottaa seuraavilla ajokerroilla. Tällaisessa tapauksessa kapeäteräinen kultivaattori voi toimia paremmin. Kerta-ajo ei pysty leikkaamaan maata ja rikkakasveja täydellisesti irti, mutta seuraava ajokerta ristiin edellisen kanssa sujuu nopeasti, kun pellon pinta on kohtalaisen tasainen. Koska teriä voi olla tarpeen vaihtaa tilanteen mukaan, kehittyneimmissä kultivaattoreissa on terien pikakiinnitys, jolloin vaihdot sujuvat nopeasti.

Lisätietoja kestorikkakasvien mekaanisesta hallinnasta Luke.fi –sivustolta kirjoittamalla hakukenttään ”tietokortti juolavehna valvatti ohdake”

<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202301092077>

<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023032733307>

<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023032733301>

Pelto-ohdakkeen ja -valvatin torjuntaan on kehitetty ns. juuristoleikkuri, jolla voidaan tehdä koko koneen työlevyeltä kattava maan irtileikkuu esimerkiksi 10–25 cm:n syvyydeltä (Kuva 27). Kone on Kvernelandin kehittämä ja tätä kirjoitettaessa vielä proto- ja testausvaiheessa. Toimintaperiaatteena on, että maan ja juuriston irtileikkuuta pikkuhiljaa syvennetään, jolloin ohdakkeen elossa oleva juuristo jää niin syvälle, ettei se enää jaksa nousta pintaan

yhteyttämään. Muokkausten aikana pellolla voidaan mahdollisesti viljellä viherlannoitus- tai kerääjäkasvikasvustoja, koska koneen pellon pinnalle jättämät jäljet ovat melko vähäiset.

Juuristoleikkuria käytettäessä käsittelykertoja on oltava useita. Pohjois-Saksassa tehdyssä kokeessa 4–6 ajokertaa kesässä kahden peräkkäisen kesän aikana antoi hyvän tehon ohdaketta vastaan. Parhaaksi leikkuusyvyydeksi arvioitiin 20 cm. Norjassa savimaalla tehdyissä kokeissa yksi ajokerta puinnin jälkeen syksyllä ja yksi keväällä toistettuina kahden vuoden ajan tehosi kohtalaisen hyvin ohdakkeeseen. Lukessa samalla tavalla tehtyjen kokeiden tulosten mukaan laitteella ei ollut kovin hyvää tehoa hietamaalla kasvaneisiin juolavehnään ja peltovalvattiin. Näiden kasvien juuret kasvavat aika pinnassa, jotta syvemmillä tehty leikkuu ei kovin hyvin tehoa niihin.



Kuva 27. Juuristoleikkurilla kestorikkakasvien juuret voidaan leikata poikki ilman, että maanpäällinen kasvusto merkittävästi häiriintyy. Kuvat: Timo Lötjönen.

Käytettiinä muokkauksiin mitä konetyyppiä hyvänsä, koneiden oikeat ja tilanteeseen sopivat säädöt kannattaa opetella tekemään siten, että vaikutus rikkakasveihin olisi mahdollisimman tehokas. Näitä ovat mm. koneen työsyvyys, suoruus, ajonopeus, mahdollinen jousikuorma tai roottorin pyörintänopeus.

2.1.2. Kasvukaudella tehtävä suora torjunta

Vihannesvuosina suora rikkakasvien torjunta on lähinnä yksivuotisten rikkakasvien hallintaa. Rikkakasvien torjuntatarve riippuu satokasvista, sen kasvunopeudesta ja peittävydestä ja kilpailukyvyistä rikkakasveja vastaan. Taimesta istutettavat vihannekset, kuten kaalit ja salaattit, tarvitsevat rikkakasvitorjuntaa lähinnä alkukasvukaudella, ennen kuin kasvusto peittää maan pinnan. Niiden viljelyssä on myös suhteellisen helppoa käyttää maanpinnan katteita estämään rikkakasvien kasvua. Siemenistä tai istukkailla kylvetyt kasvit (porkkana, sipuli) ovat heikkoja varjostajia ja kilpailijoita rikkakasveja vastaan, joten näiden osalta rikkakasvien torjunta erityisesti alkukasvukaudella on tärkeää, jotta vältetään rikkakasvien aiheuttamilta satomenetyksiltä. Myös sadonkorjuu vaikeutuu, jos pellossa on paljon rikkakasveja sadonkorjuuvaiheessa. Kasvukaudella käytettävissä olevat torjuntatoimet ovat maanpinnan katteet, haraukset, liekitys ja käsin kitkentä.

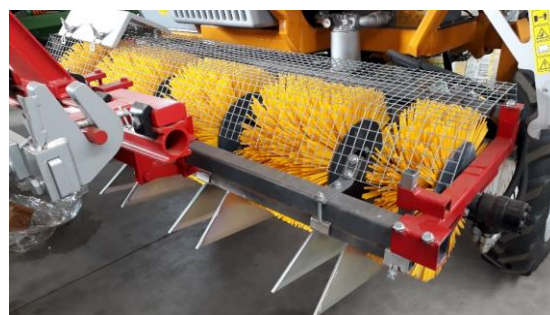
Myöhästetyllä kylvöllä voidaan vähentää siemenrikkakasvien määrää lyhyen kasvuajan lajien kuten salaattien, herneen ja punajuurikkaan viljelyssä. Tällöin pelto muokataan mahdollisimman aikaisin keväällä kylvökuntoon. Muokkaus herättää lepotilassa olevat pintakerroksen rikkakasvien siemenet itämään. Kun rikkakasvit ovat taimettuneet parin viikon kuluttua, tehdään varsinainen kylvömuokkaus mielellään hieman edellistä matalampaan, jolloin rikkakasvien

taimet tuhoutuvat. Toinen kylvämuokkaus herättää ensimmäistä vähemmän uusia rikkakasveja. Menetelmä tepsii erityisesti aikaisin keväällä taimettuviin lajeihin, kuten pillikkeisiin, jauhosavikkaan, tattariin ja ristikukkaisiin.

Maanpinnan katteista yleisin on biohajoava kalvo, jota käytetään yleisimmin salaattien, avomaakurkun ja kesäkurpitsan viljelyssä. Luomussa biohajoavia kalvoja käytetään jonkin verran rikkakasvien torjuntaan myös muilla käsin korjattavilla kasveilla, kuten kaaleilla. Kate auttaa pitämään satokasvin puhtaana mullasta ja nostaa maan lämpötilaa etenkin kasvukauden alussa. Biohajoava kalvo on kasvitärkkelyspohjainen tuote, ja sen hajoamisnopeuteen vaikuttavat sää, kasvuston peittävyys ja kalvon paksuus. Vihannesviljelyssä käytetään yksivuotisille kasveille tarkoitettuja kalvoja. Myös maatuivia, puukuitupohjaisia paperikatteita voidaan käyttää. Viljelykokeissa niiden vetolujuus ja kestävyys eivät kuitenkaan vastanneet niille asetettuja tavoitteita (Salonen ym. 2017). Kate repeytyi ja halkeili rikkakasvien torjunnan kannalta liian nopeasti levityksen jälkeen. Orgaanisia maanpinnan katteita, kuten vihermassaa ja olkea, käytetään lähinnä pienen mittakaavan vihannestuotannossa.

Mekaaninen ja terminen torjunta

Mekaanisessa torjunnassa riviväleissä kasvavat rikkakasvit irrotetaan maasta tai mullataan maahan. Riviväliharaus on useimmin käytetty suoran torjunnan muoto vihanniskasveilla. Jotta haraus on sujuvaa, pellon pinnan on oltava tasainen ja rivien suhteellisen suorina. Tällöin voidaan haraus tehdä läheltä riviä, jolloin vähennetään mahdollista käsin kitkentää. Yleisimmin harauksessa käytetään hanhenjalkateriä, veitsiteriä, lautas- ja sormiharoja tai näiden yhdistelmiä (Kuva 28).



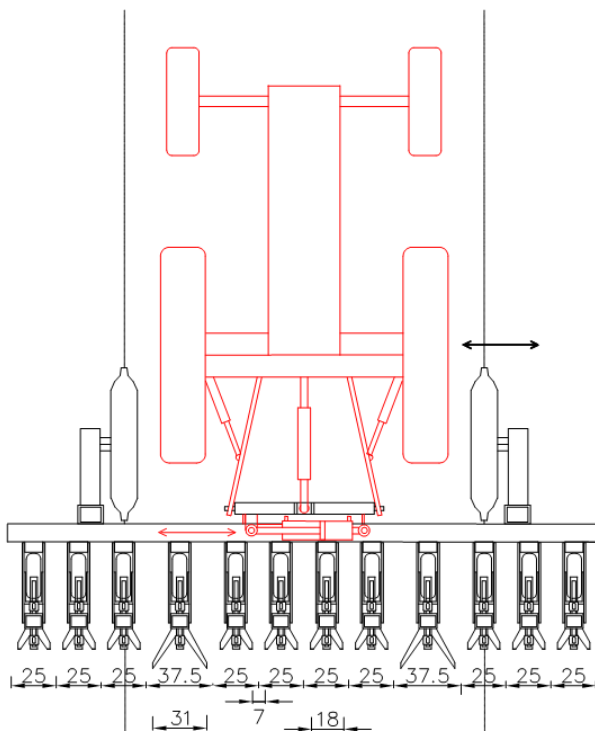
Kuva 28. Vasemmalla hanhenjalkaterillä, lautasilla ja sormiharoilla varustettu hara, oikealla riviväliharjalaite. Kuvat: Pirjo Kivijärvi

Viljelykasvien juurten ominaisuuksista ja haran ohjaustarkkuudesta määräytyy se, kuinka leveä haraamaton kaista rivin kohdalle on jätettävä. Mitä suurempi on riviväli, sitä suurempi osuus maan pinnasta voidaan käsitellä haran terillä. Haran ja kylvökoneen on oltava samaa työlevyettä, jottei kylvöksen saumakohtissa aiheudu tuhoa.

Yleensä ei riitä, että haraa vedetään traktorin perässä ja ohjataan traktorin pyörillä, sillä riviväliharojen ohjaustarkkuuden on oltava luokkaa ± 2 cm. Vanhoissa sokerijuurikas- ja vihannesharoissa tämä toteutettiin mekaanisella ohjauksella, jota käytti haran takana istuva apuhenkilö. Seuraava askel oli kiinnittää hara traktorin eteen, jolloin tarkkuusohjaus voitiin tehdä traktorin etupyörillä. Kuljettajalle tämä ohjaustapa on kuitenkin erittäin kuormittavaa. Mekaanisesti toimiva automaattinen tarkkuusohjaus keksittiin toteuttaa kylvön yhteydessä vedettyjen urien avulla, joita traktorin taakse kiinnitetyn haran korkeaharjaksiset kannatuspyörät

seurasivat (Kuva 29). Tämä ohjaustapa toimi hyvin tasamaalla, mutta ei niinkään kaltevissa rinneissä.

Uudempaa teknologiaa edustavat haran ohjaaminen rtk-gps:n avulla tai kameranäköön perustuvat ohjaustavat. Rtk-gps-ohjauksessa kylvöriivit merkataan kylvön yhteydessä kartalle, joita tarkkuusohjattu hara seuraa. Gps-järjestelmän ajoittaiset kuuluvuusongelmat ja häiriöt ovat aiheuttaneet sen, että kameranäköön perustuvat järjestelmät ovat tällä hetkellä yleisty-
mässä nopeammin. Kuljettajalle leppoisa työskentely-ympäristö saadaan, kun traktoria ohjataan rtk-gps:ään perustuvalla automaattiohjauksella ja haran tarkkuusohjaus hoidetaan kameranäköön avulla.



Kuva 29. Riviväliharan teräasetelmat ylhäältäpäin katsottuna. Riviväli on tässä 25 cm ja käsittelemätön harauspalkki 7 cm. Haran tarkkuusohjaus on toteutettu maahan vedettyjen urien ja korkeaharjaksien kannatuspyörien avulla. Tällä haralla harattiin luomuviljoja muinaisessa MTT/Vakolassa. Kuva: Timo Lötjönen.

Harausrobotit ovat tulossa markkinoille (Kuva 30). Ne ovat yleensä (aurinko)sähkökäyttöisiä ja pystyvät haraamaan muutaman rivivälin kerrallaan. Kapasiteetti perustuu siihen, että laite voi toimia itsenäisesti pellolla 24/7. Varsinaiseen kitkentätyöhön nämä eivät vielä pysty. Ihmissilmän ja -käden korvaaminen elektromeaanisesti on yhä kova haaste, jos ajatellaan vaikkapa tarkkuutta, mitä porkkanan taimien kitkentätyössä vaaditaan.

Kamera- eli konenäöllä varustetulla laitteella pystytään puhdistamaan myös taimivälit rivissä, mikäli taimet ovat tarpeeksi isoja ja niiden väli on vähintään 15 cm. Toiminta perustuu taimien tunnistamiseen paikkatiedolla tai konenäöllä ja sen ohjaamiin, paineilmalla nopeasti liikkuviin veitsiin (Kuva 31). Laitteet voivat olla traktorivetoisia tai autonomisia, kuten FarmDroid-pelto-robotti.



Kuva 30. Rivivälien haraukseen sopiva sähkötoiminen harausrobotti. Kuva: Timo Lötjönen.



Kuva 31. Konenäöllä varustettu harauslaite, jolla pystytään haraamaan myös rivissä taimien välissä, kunhan kasvit ovat riittävän isoja ja tarpeeksi harvassa. Käytännössä tämä edellyttää istutettuja taimia. Kuva: Timo Lötjönen.

Myös riviväliharjausta voidaan käyttää (Kuva 28). Harjausta tehdessä maan on oltava riittävän kuivaa, jotta irrotetut rikkakasvit eivät juurru takaisin maahan, eikä maata tiivistetä liikaa. Harjaus lähinnä piiskaa rikkakasvit kappaleiksi, joten sitä voidaan käyttää myös isompien rikkakasvien torjunnassa.

Herneen ja härkäpavun rikkakasvien torjunnassa voidaan käyttää samanlaista pitkäpiikkistä rikkakasviäestä kuin viljoilla (Kuva 3). Herneen rikkakasviäestyksestä on hiljattain valmistunut suomalainen opinnäytetyö (Lukkaroinen 2019). Asiaa käydään tarkemmin läpi jäljempänä kappaleessa 3.6.

Rikkakasvien liekityksessä liekki kuumentaa hetkellisesti rikkakasvien lämpötilan niin korkeaksi, että soluseinien valkuaisaineet hajoavat ja kasvi kuivettuu. Liekityksen jälkeen kasvien pinta tummuu ja teho tulee selvemmin esille vasta parin päivän kuluttua. Mitä isompi rikkakasvi on, sitä hitaammin on ajettava, jotta liekin aiheuttama kuumuus on riittävä valkuaisaineiden hajottamiseksi. Tällöin liekitykseen kulutettu työaika ja kaasun määrä lisääntyy, ja liekityksen kustannus kasvaa. Liekityksen tehoa voidaan lisätä ja kaasun kulutusta vähentää koteloidulla polttimolla, jotta tuulen vaikutus olisi mahdollisimman vähäinen (Kuva 32). Liekitystä käytetään yleisesti mm. porkkanalla ja sipulilla, joskin viimeaikainen nestekaasun kallistuminen on heikentänyt liekityksen kannattavuutta.



Kuva 32. Liekittimen polttimoiden kotelointi parantaa liekitystehoa. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Käsin kitkentä ja haraus on yleistä luomuvihannestuotannossa. Kitkentätyötä helpottamaan on kehitetty moottoroituja kitkentälustoja, joissa kitkijä makaa vatsallaan ja vaunu liikkuu esim. aurinkoenergialla. Vaunuja on yhden hengen vaunuista aina usean henkilön vaunuihin (Kuva 33). Käsin kitkentään menevä hehtaarikohtainen työaika vaihtelee vuosittain kasvuolosuhteista ja kasvilajista riippuen. Kasvustojen päällä tuholaisten torjuntaan käytettävät kateharsot ja -verkot luovat otolliset kasvuolot rikkakasveille, joten harsoja/verkoja käytettäessä rikkakasvien torjuntatyö yleensä lisääntyy. Harsojen/verkkojen pois otto ja uudelleenlevitys harauksen tai kitkennän yhteydessä teettää myös lisätyötä.



Kuva 33. Aurinkoenergialla kulkeva usean henkilön kitkentaalusta. Kuva: Pirjo Kivijärvi

2.2. Tuholaiset ja kasvitaudit

Torjuntaeliöt

Vihannesten viljelyssä biologisia torjuntaeliöitä käytetään vielä vähän, mutta marjanviljelyssä, erityisesti tunneleissa, ne ovat jo laajasti käytössä. Petoja, joilla voisi olla merkitystä myös vihannesviljelmillä, ovat tyrninokkaluteet ja pihaharsokorenonnontoukat. Niitä on kokeiltu porkkanakempin munien ja nuoruusasteiden torjunnassa (Nissinen ym. 2023). Molemmat lajit ovat Suomessa luontaisesti esiintyviä moniruokaisia petoja. Nokkaluteita on muualla tutkittu myös kaalikoin toukkien saalistajina. Petopunkkien käyttöä on tutkittu kaalikasveilla ripsiäisten hallinnassa, ja hyönteispatogeenisiä sukkulamatoja kaalikärpästen toukkien torjunnassa. Loispistiäisistä esim. *Diadegma semiclausum* -lajia, joka loisii kaalikoin toukissa, on saatavana joissakin maissa kaupallisesti torjuntalevyiksiin.

Mikrobipohjaiset valmisteet

Bacillus thuringiensis subsp. *aizawai* kantaa GC-91 käytetään perhostoukkien, kuten kaalikoin, kaaliperhosen ja yökkösten toukkien, torjuntaan kaalikasveilta, lantulta ja nauriilta. Käsittely tehdään perhostoukkien ilmaantuessa kasvustoon. Kun valmistetta joutuu toukan suolistoon, missä pH on korkea, toksiinit vapautuvat valkuaiskristalleista, toukka lakkaa syömästä muutamassa tunnissa ja kuolee muutaman päivän kuluessa. Valmiste tehoaa parhaiten nuoriin toukkiin. Torjuntateho riippuu ensisijaisesti tuhoojakannan herkydestä *B. thuringiensis* kannalle GC-91. On tärkeää, että valmiste leviää tasaisesti eri puolelle kasvia. *B. thuringiensis* itiöt ovat herkkiä UV-valolle, joten käsittely tulee tehdä illalla tai pilvisellä säällä lämpötilan ollessa yli 15 °C.

Trichoderma harzianum kantaa T-22 käytetään ennaltaehkäisevästi maalevintäisiä sieniä vastaan (esim. *Pythium* spp., *Fusarium* spp, *Rhizoctonia* ja *Sclerotinia*). Valmiste parantaa

juuriston kasvua, ravinteiden ottoa ja siten koko kasvin kehitystä sekä sadon kehitystä epäedullisissa lannoitus-, kastelu- ja ilmasto-olosuhteissa. Sieni lisääntyy monentyypisillä kasvu- alustoilla sekä eri kasvien juuristossa 10–34 °C lämpötilassa ja pH:n ollessa 4–8.

Coniothyrium minitans kantaa CON/M/91-08 käytetään pahkahomesienen (*Sclerotinia sclerotiorum*) lepovaiheisiin, rihmoihin ja rihmastoon. Sieni toimii loisen tavoin ja hajottaa homepahkasienen lepovaiheet. Niiden hajoaminen kestää 2–3 kuukautta. Valmiste sopii pahkahomeelle alttiiden kasvien viljelyyn avomalle ja tunneliin. Sitä voidaan käyttää ennakoivasti sadonkorjuun jälkeen edellisenä vuonna tai ennen pahkahomeelle alttiin viljelykasvin kylvöä samana vuonna. Valmiste ruiskutetaan kosteaan maahan. Se vaikuttaa parhaiten 12–25 °C lämpötilassa ja pH-alueella 4,5–8. Jos lämpötila on alle 0 °C tai yli 27 °C, *C. minitans* jää lepäämään maahan, kunnes lämpötila on sopiva.

Gliocladium catenulatum -sienen rihmastoa ja itiöitä voidaan käyttää ennaltaehkäisevästi *Pythiumin*, *Phytophthoran*, *Fusariumin* ja *Rhizoctonian* aiheuttaman taimipoltteen ja juuristotautien torjuntaan vihannestuotannon taimikasvatuksessa ja avomaalla. Sienivalmiste sekoitetaan veteen (väkevyyttä 0,5–1,0 %), ja se voidaan levittää ruiskuttamalla, kastelemalla, tippukastelun kautta tai kasvualustaan sekoittamalla.

Streptomyces K61-sädebakteeria voidaan käyttää *Fusarium*- ja *Alternaria*-sienten aiheuttamien juuristotautien ja taimipoltteen torjuntaan vihannesten taimikasvatuksessa, siementen peittauksessa ja istukkaiden upotuskäsittelyssä. Taimikasvatuksessa valmiste voidaan sekoittaa vesiseoksena kasvualustaan, antaa kasteluv veden mukana tai ruiskuttamalla. Siementen peittauksessa jauhemainen valmiste sekoitetaan hyvin siemeniin. Siementen säilytys viileässä alle +8 °C ja kylvö viikon sisällä peittauksesta. Istukkaat upotetaan 15 minuutiksi valmisteen vesiseokseen juuri ennen kylvöä. *Streptomyces*-sädebakteeria on testattu mm. sipulin taimien ja istukkaiden upotuskäsittelynä (Kivijärvi 2019).

Avomaalla Suomen olosuhteissa torjuntaeliöiden ja mikrobyvalmisteiden käytön rajoittavana tekijänä on usein sää. Alkukesällä sekä ilman että maan lämpötila saattaa olla liian viileä torjuntaeliöiden lisääntymiseen tai kasvuun tai kosteus liian alhainen mikrobyvalmisteiden toimimiselle.

Ruokavirasto julkaisee vuosittain verkkosivullaan luettelon Luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvista kasvinsuojeluaineista, mukaan lukien mikrobyvalmisteet. Kasvinsuojeluaineiden hyväksyntä- ja lupatiedot sekä ohjeet aineiden turvallisesta käytöstä on koottu KemiDigi-tietokannan kasvinsuojeluineregistriin: <https://www.kemidigi.fi/kasvinsuojeluineregistri/haku>.

3. Kasvikohtaiset kasvinsuojeluohjeet

Anne Nissinen, Pentti Ruuttunen, Timo Lötjönen, Marika Rastas ja Pirjo Kivijärvi

3.1. Porkkana ja muut sarjakukkaiset

3.1.1. Rikkakasvit

Porkkanan ja sen sukulaiskasvien, kuten palsternakan ja persiljan, taimettuminen ja kasvuun lähtö on hidasta, joten ne kilpailevat huonosti rikkakasveja vastaan. Viljelykasvien hidas taimettuminen antaa toisaalta hyvän mahdollisuuden torjua rikkakasveja liekittämällä ennen viljelykasvin taimettumista. Liekitys kohdennetaan vain penkin päälle tai rivin kohdalle nestekaasun säästämiseksi. Rikkakasvit liekitetään yleensä juuri ennen viljelykasvin taimettumista (Kuva 34). Rivin liekittäminen vähentää huomattavasti myöhemmin käsin tehtävää rivinkohdan kitkentätyötä. Liekittämisen jälkeen levitetään yleensä harsot tai verkot kasvuston päälle torjumaan vihanneksia uhkaavia tuhohyönteisiä, kuten porkkanakemppiä, porkkanakärpystä ja luteita.



Kuva 34. Porkkanapenkin päällyksen liekittäminen juuri ennen porkkanan taimettumista.

Kuva: Pirjo Kivijärvi

Kasvukauden aikana tarvitaan rikkakasvitilanteen mukaan useita harauksia, jolloin rikkakasvit torjutaan penkkien sivuilta ja väleistä. Kasvustoharsojen alla myös rikkakasvien kasvu on nopeampaa kuin ilman harsoa olevissa kasvustoissa. Haroissa käytettävät terät, harjat ja multaimet sovitetaan kulloisenkin tilan viljelymenetelmään soveltuviksi. Rikkakasviharoja ja -harjoja esitellään kappaleessa 2.1.2. Porkkanarivejä on myös mullattava vähintään kerran kasvukaudessa estämään kannan vihertyminen, jolloin samalla voidaan harata ja mullata myös penkin sivulla ja penkkien väleissä kasvavat rikkakasvit. Rivistä rikkakasvit joudutaan kitkemään käsin. Kitkentätyö on fyysisesti helpompaa, jos käytettävissä on kitkentäalusta (Kuva 33).

3.1.2. Kasvitaudit

Merkittävimmät porkkanan taudeista ovat sadon ulkonäköä ja säilyvyyttä heikentävät kuoppataudit sekä erilaiset porkkanaa varastoinnin aikana pilaavat taudit. Varastossa porkkanaa ja muita juureksina varastoitavia sarjakukkaisia uhkaavat pahkahome, harmaahome ja mustamädät. Kuoppa- ja varastotautien aiheuttajan selvittäminen ei aina ole helppoa ja useita taudinaiheuttajia voi esiintyä yhtä aikaa. Maalevintäisiä ja satojätteissä säilyviä taudinaiheuttajia torjuntaan hyvällä viljelykierrolla, ja tauteja aiheuttava sieniä esiintyykin vähemmän silloin kun porkkanan viljelyssä on vähintään kaksi väliuotta (Hannukkala ym. 2020). Myös myöhäisellä nostoajankohdalla, korjuuvaurioiden välttämällä ja hyvillä varastointiolosuhteilla voidaan ennaltaehkäistä varastotuhoja. Lehtilaikkutaudit eivät yleensä ole porkkanalla merkittävä ongelma, mutta ne voivat etenkin loppukesästä pilata persiljan ja lehtisellerin laatua.

Taimipoltteet

Taimipoltteet voivat aiheuttaa huonoa taimettumista ja heikentää siementen itävyyttä. Oireita aiheuttavat erilaiset sienitaudit, joista osa on maalevintäisiä (*Pythium* sp. ja *Rhizoctonia solani*) ja osa leviää siementen välityksellä (*Alternaria dauci*). *Alternaria dauci* voi lämpiminä kesinä levitä myös porkkanan naatteihin, joihin ilmaantuu mustia kuoliolaikkuja eli lehtipoltetta (Kuva 35). Laikkujen laajentuessa naatit voivat tuhoutua kokonaan. Siemenlevintäistä tautia voidaan torjua käyttämällä hyvälaatuista ja hyvin itävää kylvösiementä. Maalevintäisiä patogeeneja hallitaan tehokkaimmin hyvällä viljelykierrolla. Tarvittaessa siemen voidaan peitata *Streptomyces*-sädebakteerivalmisteella.



Kuva 35. Porkkanapoltteen vioittamaa luomuporkkanakasvustoa. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Kuoppatauti

Taimipoltetta aiheuttavat *Pythium*-lajit voivat iskeytyä myös täysikasvuisen porkkanan ja sellerin juuriin. Juureksiin syntyy kraaterimaisia kuoppia, joiden pinta on karhea ja ympäristöään tummempi. Vioitukset syntyvät pellossa kasvukauden aikana, varastossa tauti ei lisäännä (Kuva 36). Tauti säilyy maassa kestoitiönä, joten viljelykierto on tarpeen taudin hillitsemiseksi. Kosteus vaikuttaa kuoppataudin esiintymiseen: oireita on usein eniten kosteina kasvukausina

ja peltolohkon kosteimmissa kohdissa. Kuoppaireet tulevat ilmi yleensä vasta loppukesällä juurten koon kasvaessa. Lajikkeiden välillä on jonkin verran eroja kestävydessä.



Kuva 36. Kuoppia ja koloja porkkanassa. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Porkkanarupi

Kuivina vuosina porkkana voi kärsiä ruvesta (Kuva 37). Porkkanarupea aiheuttavat samat *Streptomyces*-sädebakteerit, jotka vioittavat perunaa ja juurikkaita ja tämä on syytä huomioida viljelykierrossa. Rupivaara on suurin lämpimillä, keveillä ja helposti kuivuvilla mailla, joiden pH on korkea.

Rupi voidaan estää tehokkaasti pitämällä maa sadetuksen avulla tasaisen kosteana porkkanan juuren paksuskasvun alkaessa, jolloin myös rupioireiden kehittyminen alkaa. Runsas kalkitus, sekä karjanlantaa ja olkea sisältävän kompostin käyttö lannoitteena lisäävät porkkanan ja muidenkin juuresten rupisuutta.



Kuva 37. Porkkanaruvan pahoin saastuttamia porkkanoita. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Pahkahome ja harmaahome

Porkkanassa pahkahomeen (*Sclerotinia sclerotiorum*) vointu kohdistuu juuristoon. Sadekesinä porkkana voi alkaa pilaantua jo pellossa, mutta tavallisesti tuhoja ilmenee muutaman viikon varastoinnin jälkeen. Pahkahomeen saastuttama porkkana pehmenee ja vetistyy. Sairaana porkkanan pinnalla kasvaa valkoista homeetta, johon kehittyy mustia rihmastopahkoja. Taudin edetessä porkkanan solukot hajoavat kokonaan ja jäljelle jää vain limaista massaa. Varastossa pahkahome leviää herkästi kasvista toiseen ja voi tuhota nopeasti koko varastoitavan porkkanaerän, varsinkin jos varastolämpötila ei ole riittävän alhainen.

Pahkahome säilyy maassa rihmastopahkoina, jotka ovat elinkykyisiä 3–5 vuotta. Yleensä pahkahome ei tunkeudu kasveihin suoraan maasta, mutta märkinä vuosina porkkana voi kuitenkin saada tartunnan suoraan maassa olevista pahkoista. Osa pellon pintakerrokseen (1–4 cm) joutuneista pahkoista itää kasvukaudella, jos maa pysyy kosteana yhtäjaksoisesti 2–3 viikon ajan, jolloin ne kasvattavat itiöemän, josta itiöt vapautuvat. Tiheässä kasvustossa itiöt leviävät vain lähimpiin kasveihin. Avoimella paikalla muodostuneita itiöitä tuuli kuljettaa useita satoja metrejä, jopa kilometrejä.

Harmaahome (*Botrytis cinerea*) aiheuttaa varastossa hyvin samantapaista vointusta kuin pahkahome, ja molemmat taudit voivat esiintyä porkkanassa samanaikaisesti. Usein harmaahome alkaa tuhota porkkanoita vasta kevättalvella, kun pahkahomeen tuhot näkyvät jo muutaman viikon varastoinnin jälkeen. Viileässä varastossa harmaahomekin kasvattaa porkkanoiden pinnalle miltei valkoista homekasvustoa, joka muuttuu lämpimässä likaisenharmaaksi sienien alkaessa tuottaa itiöitä. Myös harmaahome kasvattaa porkkanan pintaan tummanruskeita rihmastopahkoja.

Harmaahomeen ja pahkahomeen pystyy parhaiten erottamaan toisistaan pahkojen perusteella. Harmaahomeen pahkat ovat läpikotaisin ruskeita. Pahkahomeen pahkoissa kuoriosaa on tummanruskeaa, mutta ydinosa lähes valkoinen (Kuva 38).



Kuva 38. Pahkahomeiden pilaamia porkkanoita pitkän varastoinnin jälkeen. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Jos epäillään tautivioituksien mahdollisuutta, voidaan porkkanan säilyvyyttä ennakoida ottamalla näyte-erä muovipussiin ja säilyttämällä sitä noin 10 asteen lämpötilassa kuuden viikon ajan. Ennustevarastoinnin aikana ilmenevät tautioireet antavat suuntaa antavan tiedon erän säilyvyydestä varastossa. Tietoa voidaan hyödyntää suunniteltaessa porkkanaerien myyntijärjestystä.

Maalevintäisiä taudinaiheuttajia torjuntaan hyvin suunnitellulla viljelykierrolla. Pahkahome ja harmaahome ovat moni-isäntäisiä ja monet viljeltävistä vihanneksista ovat niille alttiita. Eri kasvien vaikutuksista tautiriskeihin löytyy lisätietoa taulukosta 3.

Mustamätä

Porkkanan mustamätä (*Mycocentrospora acerina*) ilmenee porkkanoissa mustina mätälaikkuna ja kuoppina, jotka levitessään tuhoavat porkkanan kokonaan. Oireena voi olla porkkanan kärjestä tai kannasta alkava mustuminen. Monet muutkin sienet, kuten *Stemphylium*-, *Alternaria*- ja *Fusarium*-lajit aiheuttavat samantapaista vioitusta, mutta niiden merkitystä on pidetty vähäisempänä kuin varsinaisen mustamädän. Viimeaikaisen tutkimuksen mukaan *Fusarium*-sienet ovat kuitenkin yleistyneet myös porkkanan pilaajina (Hannukkala ym. 2020).

Mustamädän aiheuttaja säilyy maassa satojätteistä leviävien lepoitiöiden avulla ainakin 4–5 vuotta. Porkkanat saavat tartunnan kasvukaudella juuren kärjen, sivujuurten kannan tai sadonkorjuussa syntyneiden vioituksien kautta. Oireet ilmaantuvat tavallisesti vasta varastossa. Mustamätä pystyy kasvamaan hitaasti jo nollan asteen lämpötilassa, joten hyvässäkin varastossa tautia voi keväältävella esiintyä runsaasti. Varastossa tauti ei leviä porkkanasta toiseen.

Mustamätä torjutaan parhaiten viljelykierrolla, jossa isäntäkasveja on enintään joka neljäs vuosi. Jos porkkanalohko on päässyt saastumaan pahasti, maan puhdistamiseen tarvitaan 6–10 vuoden tauko mustamädän isäntäkasvien viljelyssä. Mustamätää vähentäviä kasveja ovat viljat, heinät ja peruna. Mustamädän ehkäisemiseksi myös liian aikaista nostoa tulee välttää.

Porkkanan lisäksi tauti voi lisääntyä muiden sarjakukkaisten (esim. selleri, persilja, kumina) juurissa aiheuttamatta näille kasveille merkittävää tuhoa. Myös sipulikasvit voivat ylläpitää mustamätää. Rikkakasveina yleiset orvokkilajit ovat vaarallisia mustamädän levittäjiä.

Muut varastotaudit

Mustia laikkuja ja nokimaista tummaa sienipeitettä pestyissä ja pakatuissa porkkanoissa aiheuttaa *Chalaropsis thielavioides* -sieni. Vioitus tulee pahimmin esiin pestyssä kosteana tiiviiseen pakkaukseen pakatussa porkkanassa, jos sitä säilytetään liian lämpimässä. Taudinaiheuttajaa esiintyy yleisesti maassa, mutta se ei haittaa porkkanaa kasvukaudella. Mullan mukana porkkanan pesuveteen päässeet taudin itiöt voivat tartuttaa isonkin porkkanaerän.

3.1.3. Tuholaiset

Peltolude, *Lygus rugulipennis*

Tunnistaminen

Peltolude on ruskehtavan vihreä, noin 4,7–5,7 mm pitkä hyönteinen. Se on helposti sekoitettavissa muihin saman suvun lajeihin, esimerkiksi ketoluteeseen (*Lygus pratensis*) tai nuoliluteeseen (*Lygus wagneri*). Peltoluteen peitinsiivet ovat tiheäkarvaiset, mikä erottaa sen nuoliluteesta, jonka siivet ovat kiiltävät. Selässä peitinsiipien välissä on luteille tyypillinen pikkukilpi, jonka kuviointi vaihtelevan mustavalkoinen ja muistuttaa usein W-kirjainta. Peltoluteen siivissä on pitkittäiskuvioiksi ryhmittyneitä ruskeita läiskiä. Cuneuksen, joka on kolmiomainen alue ennen peitinsiipien kärkien päällekkäin menevää kalvomaista osaa, ulkoreuna on kokonaan kapealti musta, kun taas nuoliluteella se on vain tyvestä ja kärjestä musta. Peltoluteet ovat nopealiikkeisiä ja lentävät häiritessä helposti pois pellolta.

Vioitus

Peltolude imee taimien avoinna olevasta kasvupisteestä solunestettä ja erittää samalla kasveille myrkyllistä sylkeä kasviin. Jos luteet tulevat pellolle porkkanan ollessa sirkkataimivaiheessa, osa taimista kuolee vioitukseen. Luteen vioitus saattaa jäädä porkkanapellolla huomaamatta. Viljelijä saattaa luulla kesäkuussa porkkanarivistä löytyvien kuivuneiden taimien johtuvan liekitysvirheestä tai epäillä myöhemmin rivissä olevia aukkoja esimerkiksi taimipoltteen aiheuttamaksi taimettumisongelmaksi. Taimen kasvu pysähtyy ja jatkuu taimen kehittäessä useita kasvupisteitä, jolloin siitä tulee kasvultaan pensasmainen, moninaattinen (Kuva 39). Tällainen taimi kasvaa huonosti eikä kehitä kunnan juurta. Voimakkaasti vioittuneet porkkanat jäävät hyvin pieniksi, joten ne jäävät yleensä myös nostovaiheessa huomiotta. Lievästi luteen vioittamat porkkanat puolestaan saattavat kasvaa lähes normaalin kokoiseksi, ainoastaan moninaattisuus erottaa ne terveistä. Luomuporkkanapelloilla peltolude osoittautui varsin merkittäväksi tuholaiseksi kesällä 1997 tehdyssä tutkimuksessa. Luteen vioitus vaihteli 4 ja 29 %:n välillä porkkanoiden kappalemäärästä laskettuna. Peltolude on erittäin moniruokainen laji; sen on havaittu käyttävän ravinnokseen yli 400 kasvilajia. Se vioittaa porkkanan lisäksi mm. kaalikasveja, sokeri- ja punajuurikasta, salaattia ja kurkkua. Kaali- ja juurikaspelloilla vioittuneiden kasvien ruusukemainen kasvu on helpompi havaita kuin porkkanan vioittuminen.

Elämänkierto

Peltoluteet talvehtivat aikuisena metsäkarikkeessa erityisesti kuivilla harjuilla, mistä ne siirtyvät viljelymaille toukokuussa ilmojen lämmettyä. Ludeongelmia esiintyy tyypillisesti suojaisilla ja lämpimillä peltolohkoilla. Peltoluteen muninta alkaa touko-kesäkuun vaihteessa. Kuukauden mittaisen munintajakson aikana naaras munii noin 70 munaa. Aikuista muistuttavat, siivettömät nuoruusasteet kuoriutuvat noin kolmen viikon kuluttua muninnasta. Kehitys munasta aikuiseksi kestää kokonaisuudessaan noin kaksi kuukautta. Peltoluteella on tavallisesti yksi sukupolvi vuodessa.

Luteet liikkuvat pellolla koko kesän ajan, mutta vain nuoret taimet ovat alttiita vioituksille. Luteet saattavat vioittaa taimia jo taimikasvatustilassa, joten jos tilalla viljellään vihannesten taimia, on tarkkailu aloitettava jo kausihuoneessa.

Tarkkailu ja torjunta

Tarkkailuun on käytetty sinisiä liimapyydyksiä, mutta asiantuntijoidenkin käsitykset sinisten liima-ansojen toimivuudesta vaihtelevat. Kasvustosta tarkkailu on kuitenkin luotettavin havainnointimenetelmä.

Harso- tai verkkokate luteiden estää vioituksen, mikäli se levitetään heti istutuksen tai kylvön jälkeen ja kiinnitetään tiiviisti reunoilta. Taimien kasteleminen usein istutuksen jälkeen vähentää luteiden liikkumista lohkoilla. Peltoluteen laajasta ravintokasvivalikoimasta olisi ehkä mahdollista löytää sopivia houkutuskasveja. Rikkakasveista peltoluteet suosivat ravintonaan meheviä kasveja, kuten saunakukkaa, vesiheinää ja savikkaa, joten porkkanapelolla näistä lajeista saattaa olla hyötyä luteen vaihtoehtoisina ravintokasveina. Viherlannoituskasveista virnat näyttävät edistävän *Lygus*-suvun luteiden lisääntymistä, joten niitä ei välttämättä kannata kasvattaa vihanneslohkoiksi aiotuilla lohkoilla edellisenä vuonna, jotta talvehtineiden aikuisten luteiden määrä ei nousisi suureksi seuraavana keväänä.



Kuva 39. Luteen vioitukset (voimakas/lievä) porkkanalla. Kuvat: Anne Nissinen

Porkkanakemppi (*Trioza apicalis*)

Tuntomerkit

Porkkanakemppi on noin 3 mm pitkä hyönteinen, jolla on kirkkaat, soikeat, ruumiiseen nähden melko suuret siivet. Levossa ne ovat kattolaskuisesti hyönteisen päällä. Porkkanakemppit voivat olla väriltään oranssinkeltaisia pellolle siirtyessään, mutta yleensä ne ovat vihreitä. Suomessa esiintyy useita muita saman suvun kemppejä, jotka voivat tulla liima-ansoihin samaan aikaan kuin porkkanakemppi. Porkkanakemppin tunnistaa parhaiten muista kemppilajeista siipisuonen pääsuonen jakautumisesta kolmeen osaan siiven ensimmäisen kolmanneksen

alueella ja tuntosarvien kahden uloimman jaokkeen mustasta väristä (Kuva 40). Takasäärissä juuri ennen nilkkajaokkeita on kaksi tummaa sukasta säären sisäpuolella ja yksi ulkopuolella. Tunnistamistyön vaikeutta kuvaa hyvin, että näilläkin tuntomerkeillä ei vielä voida sulkea pois koiranputkikemppiä, joka elää koiranputkella ja aloittaa tavallisesti munintansa jo toukokuun lopussa. On mahdollista, että varhaisimmat kemppihavainnot liima-ansoista ovat virheellisesti koiranputkikemppiä.



Kuva 40. Ylhäällä aikuinen porkkanakemppi naaras. Alhaalla olevassa lehdessä on sukkula-
maisia kellanvaaleita munia ja tummilla viivoilla osoitettuja porkkanakemppin soikeita, litteitä
ja väriltään kellertäviä nuoruusasteita (nymfit). Kuvat: Anne Nissinen

Vioitus

Talvehtineiden aikuisten naaraiden imentä aiheuttaa pahimman vioituksen. Ruokaillessaan porkkanalla kemppit erittävät syljessään ainetta, joka toimii kasvuhormonin tavoin ja aiheuttaa epänormaalia kasvua; tyyppillisesti lehtien kihartumisoireen. Kihartuminen tulee ilmi seuraavassa kasvulehdessä keskimäärin kahdessa päivässä syönnin alkamisesta. Sirkkalehti-2-lehtivaiheessa tapahtunut kolmen päivän imentä alentaa merkittävästi juuren painoa. Nelilehtivaiheen jälkeen tapahtuva imentä ei enää aiheuta juuren painon nopeaa alenemista. Mikäli kasvukausi on hyvin kuiva ja porkkanan kehitys hidasta, myös nelilehtivaiheen ylittäneet porkkanat saattavat vioittua vakavasti.

Porkkanakemppi siirtää *Candidatus Liberibacter solanacearum*-bakteeria, joka elää johtosolu-koissa. Bakteerin haplotyyppiä C havaittiin ensin Suomesta, mutta sitä on myöhemmin löydetty myös Ruotsista, Norjasta, Saksasta ja Britanniaista. Se aiheuttaa porkkanan lehtiin reunoista alkavan purppuran, pronssin tai keltaisen, ajan myötä syvenevän värityksen. Suomessa värittyminen tulee yleensä esiin noin kaksi kuukautta kemppien lentohuipun jälkeen. Porkkanan lehtien värittyminen on epäspesifinen oire, joka saattaa aiheutua porkkanakärpäsen vioituksesta juuressa, ravinnepuutoksista, maan tiivistymisestä, liiasta märkyydestä, tai fytoplasmainfektiosta, joten liberibakteeri-infektion varmaan tunnistamiseen tarvitaan molekyylibiologinen testi.

Liberibakteeri-infektio saattaa pienentää porkkanan juuren painoa vielä 14 % enemmän verrattuna pelkkään porkkanakemppinaaraan vioitukseen. Toisaalta runsas kemppien toukkien määrä kasvilla pienentää juuren painoa verrattuna kemppinaaraan vioitukseen. Liberibakteerin lisääntymiseen kasvilla ja väritymisoireen kehittymiseen vaikuttaa lämpösumma. Viileänä kesänä 2017 oireita porkkanakasvustoissa ei esiintynyt eikä liberibakteerin vaikutusta havaittu juuren painossa. Kasvukausien lämpösummien kohotessa myös liberibakteerin aiheuttaman sadonaleneman riski kasvaa.

Elämäkierto

Porkkanakemppien lento ajoittuu toukokuun lopulta heinäkuun loppupuolelle. Kirjallisuustietojen mukaan muninta alkaa noin 10 päivää sen jälkeen, kun ensimmäiset aikuiset ovat tulleet pellolle. Kotimaisten havaintojen perusteella muninta näyttäisi alkavan muutamassa päivässä. Muninta-aika on pitkä, 6–8 viikkoa. Sen aikana naaras pystyy munimaan 400–900 munaa, jotka ovat kellertäviä, alle millin mittaisia, sukkulamaisia ja kiinnittyneinä usein pitkin lehtien reunoja (Kuva 40). Munavaihe kestää noin 10 päivää +20 asteen lämpötilassa. Toukka on soikea, litteä, kellertävä, noin 2 mm pitkä, siivetön ja lähes liikkumaton. Toukkien kehittyminen aikuisiksi kestää noin kuukauden. Ensimmäiset uuden sukupolven aikuiset kuoriutuvat yleensä elokuun alkupuolella. Kempit talvehtivat aikuisina havupuilla, pääasiassa kuusella. Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan kempit pystyvät elämään kuusella yli 30 viikkoa.

Isäntäkasvit

Ruotsalaisessa tutkimuksessa, jossa oli mukana 16 sarjakukkaisiin kuuluvaa kasvia, porkkanakemppien todettiin munivan eniten porkkanalle, villiporkkanalle, korianterille ja persiljalle. Vähiten ne munivat kuminalle ja vuohenputkelle. Toukat eivät pystyneet kehittymään vuohen-, hukan- ja väinönputkella ja tillillä. Norjalaisissa tutkimuksissa todettiin aikuisten kemppien voivan elää tillillä, palsternakalla, mukulasellerillä ja kuminalla jopa neljä viikkoa. Koiran- ja vuohenputkella aikuiset kempit elivät 10–14 päivää. Ne pystyivät elämään myös pietarytillä, peltosauniolla, timoteilla sekä puna-apilalla muutaman päivän. Se, että porkkanakemppit pystyvät jossain määrin käyttämään ravintonaan muita kasveja kuin porkkanaa, mahdollistaa niiden siirtymisen lohkolle pitkän ajan kuluessa.

Tarkkailu

Porkkanakempeille on olemassa karttapohjainen lentoennuste osoitteessa <https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=kasvinsuojelu>. Kemppien lennon alkamista, runsautta ja päättymistä tarkkaillaan keltaisten liimapyydysten avulla. Tarkkailu tehdään erikseen jokaisella peltolohkolla, koska lohkojen välillä porkkanakemppien esiintymisessä voi olla suuria eroja. Pyydykset sijoitetaan kasvuston korkeudelle, joten taimettumisvaiheessa ne ovat lähes maanpinnan

tasalla. Pyydykset pitää vaihtaa ja tarkastaa vähintään kerran viikossa, koska ansat roskaantuvat tuulella tai täyttyvät muista hyönteisistä. Torjunnan kynnyсарvo on yksi kemppi pyydystä kohti viikossa. Luomutiloilla ansoja käytetään lähinnä lennon loppumisen toteamiseen, jotta kasvustokatteet voidaan poistaa turvallisesti.

Torjunta

Tehokkain kemppien torjuntakeino luomutiloilla on kasvuston kattaminen. Harso tai hyönteisverkko levitetään lohkolle ennen taimettumista, kiinnitetään huolellisesti reunoiltaan ja poistetaan vasta porkkanoiden ollessa vähintään nelilehtiasteella. Verkko tai harso estää tehokkaasti liberibakteerin siirtymisen porkkanoihin ja torjuu samalla myös muut hyönteiset, kuten porkkanakärpäset ja luteet. Kempin torjuntaan käytetään pienisilmäistä (0,5–0,6 mm) verkkoa, mutta verkon käyttöä rajoittaa kuitenkin sen korkea hinta. Houkutuskasvien ja karkeitusvaikutteisten kasviperäisten aineiden käyttöä kemppien torjunnassa on tutkittu, mutta käytännön torjuntatoimiksi ne eivät ole olleet riittävän tehokkaista.

Perunan viljelyä heti porkkanalohkon välittömässä läheisyydessä on syytä välttää alueilla, joissa esiintyy porkkanakemppiä, sillä liberibakteeri saattaa olla ongelmallinen perunalle (Kuva 41). Haplotyyppi C ei ole todettu aiheuttavan oireita perunalle, mutta Euroopassa esiintyvä haplotyyppi E saattaa aiheuttaa lieviä oireita mukuloissa. Perunaa ei myöskään suositella porkkanan esikasviksi jääntiperunaongelman vuoksi.



Kuva 41. Liberibakteeri aiheuttaa perunalla paistettaessa korostuvan säteittäisen mallon ruskeutumisen, josta tulee taudin nimi zebra chip. Tässä kuvassa on Amerikassa esiintyvien haplotyyppien A tai B aiheuttamaa oireita. Näitä haplotyyppien ei ole tavattu Euroopassa. Kuva: Anne Nissinen.

Luontaiset viholliset

Porkkanakasvustossa esiintyvistä pedoista lehvänokkalude (*Anthocoris nemorum*), olkinaskalilude (*Nabis fesus*), pihaharsokorennon (*Chrysopa carnea*) toukat sekä aikuiset viisipistepirkot (*Coccinella quinquepunctata*) voivat elää osittain tai kokonaan porkkanakempeistä koostuvalla

ravinnolla. Tyrninokkaludetta (*Anthocoris nemoralis*) ja pihaharsokorennon toukkia on tutkittu Suomessa porkkanakempin saalistajina. Yhdistettynä käsittelynä, jossa molempia petoja levitettiin kasvustoon viikon välein, ne vähensivät porkkanakempin munien määrää käsittelemättömään kontrolliin verrattuna. Luomuviljelyssä näitä petoja voitaisiin käyttää estämään kannan kasvua silloin, kun porkkanakemppien määrä lohkolla on vähäinen, eikä 5–10 kilometrin säteellä ole muita porkkanaviljelyksiä, joista kemppejä voisi tulla lisää. Kempeissä loisii myös *Tetrastichus*-sukuun kuuluvia loispistiäisiä, joiden loisinta-aste on ollut syyskesällä Saksassa jopa 36 %. Suomesta porkkanakempeistä löydettiin syyskesällä 1997 kiilukaisiin kuuluva loispistiäislaji *Tamarixia pronomus*, joka loisii porkkanakempin viimeisessä toukka-asteessa. Lajin elämäntietoa ja loisinta-astetta ei ole vielä selvitetty.

Porkkanakärpänen (*Chamaepsila rosae*)

Tuntomerkit

Aikuinen porkkanakärpänen on täysikasvuinen 4–6 mm pitkä, kiiltävän musta, hoikka ruumiin kärpänen, jonka raajat, otsa ja tuntosarvet, kolmatta jaoketta lukuun ottamatta, ovat keltaiset (Kuva 42). Raajojen kärjissä on vain kaksi mustaa kynttä, ei muita mustia sukasia tai karvoja. Silmät ovat punaruskeat ja siivet lasinkirkkaat. Naaraan takaruumis on terävä ja kärjestään muotoutunut munanasettimeksi. Koiraan takaruumis on tummempi ja pyörästynyt. Porkkanalla saattaa esiintyä myös saman suvun toinen laji *Chamaepsila nigricornis*, jonka erottaa varmimmin porkkanakärpäsestä tuntosarven kolmannen jaokkeen värityksestä. Myös *C. nigricornis* esiintyy Suomessa ja sen luontaisia elinympäristöjä ovat tuoreet niityt.



Kuva 42. Aikuinen porkkanakärpänen liima-ansassa. Kuva: Anne Nissinen

Elämäntieto

Naaras munii 30–90 munaa, jotka ovat valkeita ja pituussuunnassa selvästi kohojuovaisia ja kooltaan 1,0 mm x 0,4 mm. Munan toinen pää on kuroutunut nuppimaiseksi. Toukka on 8–10 mm pitkä ja väriltään kermanvalkoinen. Sen suipossa etupäässä on kaksi mustaa suukoukkuja

ja pyöreämmässä takapäessä kaksi mustaa kärkeä, joissa sijaitsevat hengitysaukot. Kotelo on vaalean keltainen, lieriönmuotoinen, etupäästään litistynyt ja 4–5 mm pitkä.

Kärpäset talvehtivat maassa koteloina. Aikuiset kärpäset viettävät suurimman osan ajastaan peltoa ympäröivien puiden ja pensaiden lehdillä. Ne välttävät avoimia ja tuulisia paikkoja ja lentävät pellolle vain munimaan, joten voimakkaimmat vioitukset keskittyvät peltojen reunoihin.

Naaras voi munia 2–3 päivänä keskimäärin 40 munaa kerrallaan. Munat ovat tavallisesti 3–4 munan ryhminä maan raoissa tai sen pinnalla, korkeintaan 4 cm:n etäisyydellä isäntäkasvista. Munien kuoriutumisenopeus riippuu lämpötilasta, mutta yleensä toukkia löytyy noin kaksi viikkoa muninnan jälkeen. Toukat lähtevät heti kuoriuduttuaan kaivautumaan alaspäin kosteutta kohti. Aluksi ne elävät porkkanan sivujuurilla ja alkavat vioittaa pääjuuren alaosaan toisen ja kolmannen asteen toukkina, jolloin ne kaivavat ohuita ruskettuvia käytäviä juureen (Kuva 43). Toukkien kehitys kestää noin kuukauden. Heinä-elokuussa toukat alkavat koteloitua maahan, lähelle porkkanan juurta, 6–10 cm syvyyteen. Suurin osa koteloista jää talvehtimaan ja lopulta kuoriutuu toisen sukupolven kärpäsiä elokuussa. Huomattavaa on, että rannikkoalueilla toisen sukupolven lento voi alkaa Etelä-Suomessa jo heinäkuun lopulla.



Kuva 43. Porkkanakärpäsen toukat kaivavat tummuvia käytäviä porkkananjuuren pintakerroksen alle. Kuva: Anne Nissinen.

Isäntäkasvit

Porkkana on porkkanakärpäsen tavallisin isäntäkasvi, mutta sen on havaittu elävän myös muilla sarjakukkaisilla, kuten palsternakalla, sellereillä, tillillä, persiljalla, kuminalla ja fenkolilla. Se voi elää myös useilla luonnonvaraisilla sarjakukkaisilla kasveilla.

Tarkkailu ja lentoennuste

Tarkkailu keltaisilla liimapyödyksillä aloitetaan toukokuun lopulla, Torjuntakynnys on noin viisi porkkanakärpästä pyydystä kohti viikossa. Kotimaisten havaintojen mukaan porkkanakärpäsiä tulee runsaasti ansoihin, jotka ovat suojaisissa paikoissa lohkon reunassa tai jopa sen ulkopuolella.

Kun porkkanakärpäsien lentohavaintoja vuosilta 2003–2019 tarkasteltiin, havaittiin, että erityisesti ensimmäisen lennon ajoittuminen on muuttunut. Rannikkoalueilla, missä lumipeite on ollut ohut ja maan lämpeneminen alkanut aikaisin uudessa porkkanakärpäsien lentoennusteessa on eri kynnyksarvot. Osa kärpäksistä lähtee liikkeelle aikaisemmin ja niiden huippulento ajoittuu jo 230 asteen tienoolle, missä lennon alku aiemmin oli. Muualla maassa kärpäset lähtevät liikkeelle myöhemmin ja niiden lento noudattaa likimain vanhan ennustemallin kynnyksarvoja. Uudistettu ennuste on saatavilla osoitteessa <https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=kasvinsuojelu>. Pohjois-Suomessa porkkanakärpäksellä on yleensä vain yksi sukupolvi.

Viljelykierron merkitys ja muu torjunta

Luomukas-projektin aikana tehdyissä satoanalyysissä porkkanakärpäksien aiheuttamat vioitukset luomuporkkanalla olivat vähäisiä, noin 1 %, mutta kärpäsvioitusten riski kasvaa, jos viljelykiertoa joudutaan jatkuvasti pyörittämään pienellä alueella. Porkkanakärpäset liikkuvat varsin lyhyitä matkoja; niiden on arvioitu leviävän 50–100 metriä päivässä joko kasvuston sisällä tai uutta kasvustoa etsiessään. Englantilaisissa tutkimuksissa on todettu, että kun etäisyys talvehtimispaikasta kasvaa kymmenkertaiseksi (esimerkiksi sadasta tuhanteen metriin), kärpäksien määrä vähenee 70-kertaisesti. Niinpä viljelykierto ja uuden lohkon sijoittaminen mahdollisimman kauas entisestä ovat erittäin tärkeitä porkkanakärpäsongelman ehkäisykeinoja.

Kasvustokatteet on todettu erittäin tehokkaiksi torjuntakeinoiksi porkkanakärpästä vastaan. Porkkanakärpäsien osalta on huomattava, että se koteloituu maassa. Jos porkkana sijoitetaan samalle kasvulohkolle kuin edellisenä kasvukautena, porkkanakärpäset voivat kuoriutua verkon tai harson alle. Porkkanan viljely samalla kasvulohkolla peräkkäisinä vuosina ei ole suositeltavaa kasvitautienkaan takia.

Sepäntoukat (*Agriotes* ssp.)

Tunnistus

Sepän toukat ovat kiiltäviä, keltaisia, täysikokoisina 2,2–2,6 cm pitkiä kovakuoriaistoukkia (Kuva 44). Seppien kehitys aikuisiksi kestää 5–6 vuotta, joten ne vaativat pitkäikäisen kasvuston kehittyäkseen. Aikuiset viljasepät, joita tavataan Suomessa kolme lajia, ovat pitkänomaisia, soikeita, hoikkaraajaisia kovakuoriaisia, ja niiden tuntosarvet ovat rihmamaiset. Tummat tai ruskeat peitinsiivet ovat yleensä selvästi pitkittäisuurteiset, ja etuselän takanurkat teräväkärkiset. Etuselän ja takaruumiin välinen nivel on taipuisa, joten jos ne joutuvat selälleen, ne pystyvät hypähtämään jaloilleen tämän nivelen avulla.



Kuva 44. Sepäntoukkia ja sepäntoukkien vioitusta porkkanalla. Kuvat: Anne Nissinen

Vioitus

Sepäntoukat käyttävät ravinnokseen kasvien juuria, maavarsia ja siemeniä. Sepän toukat syövät koloja porkkanan juuriin, ne voivat tunkeutua perunan sisään ja katkaista esim. salaatin tai mansikan taimet tyvestä istutuksen jälkeen. Tyypillisesti toukat kehittyvät pitkäikäisissä nurmissa, mutta myös minimimuokkauksella hoidetut viljapellot ovat olleet englantilaisten tutkimusten mukaan yhtä hyviä sepäntoukkien kehityksen kannalta. Viljapelloissa, joita viljeltiin taivonomaisella muokkauksella, sepät puolestaan vähenivät.

Tarkkailu ja torjunta

Sepän toukkien tarkkailuun on kehitetty erilaisia ansoja. Muovipurkkiin, johon on porattu parin millin reikä, laitetaan liotettuja viljan jyviä, ja purkki kaivetaan maahan 20 cm syvyyteen. Jyvien itämisen vapauttama hiilidioksidi houkuttelee sepäntoukkia purkkiin ja sen ympäristöön. Myös perunoiden kaivaminen syötiksi maahan muokkauksen jälkeen paljastaa, paljonko sepäntoukkia lohkolla on.

Muokkaukset vähentävät toukkia. Viljelykierrossa vähintään kolme vuotta ennen herkkää kasvia (esimerkiksi salaatti) ei saisi olla kasveja, jotka suosivat seppiä eli kasveja, jotka tarjoavat ympärivuotisen kasvipeitteen. Esikasveiksi on suositeltu riviviljelykasveja, kuten härkäpapua ja vihanneksia, jotka jättävät maan paljaaksi keväällä eivätkä suosi seppiä. Perunoilla lajikkeiden välillä on eroja seppiä vioitusalttiuden suhteen.

3.2. Kaalikasvit

3.2.1. Rikkakasvit

Kaalit istutetaan taimina peltoon suhteellisen suurella taimi- ja rivivälillä, jolloin suurin osa pellon pinnasta jää paljaaksi. Tämä antaa siemenrikkakasveille hyvät mahdollisuudet itämiseen ja kasvuun etenkin silloin, jos kasvustojen päällä käytetään harsoja. Kaalikasvien kasvun alussa on tärkeää vähentää rikkakasvien aiheuttamaa kilpailua kasvutilasta, vedestä ja ravinteista, jotta taimien kasvu pääsee hyvään vauhtiin.

Rikkakasvien haraus on pääasiallinen rikkakasvien torjunta kasvukauden alussa, kun kaalikasvusto ei vielä peitä ja varjosta pellon pintaa. Hanhenjalkaterillä ja sormiharoilla varustetulla haralla saadaan rikkakasvit harattua rivivälistä ja läheltä riviä silloin, kun taimet ovat vielä pieniä (Kuva 45). Myöhemmin kasvukaudella ennen kasvuston umpeutumista käytetään rivivälien harauksessa haroja, joissa voi olla erilaisia leikkaavien ja pyörivien terien yhdistelmiä. Kameraohjatulla haralla voidaan rikkakasvit poistaa rivivälin lisäksi myös rivistä taimien välistä (Kuva 46). Kameraohjattavat harat ovat kalliita, joten niiden hankinta on kannattavaa vasta suurilla pinta-aloilla.

Haraukset toistetaan tarpeen mukaan riippuen kasvuajasta ja rikkakasvipaineesta. Pitkän kasvukauden vaativilla kaaleilla harauksia tehdään 3–4 viikon välein, kunnes kasvusto on kasvanut niin peittäväksi, että haraus ei enää onnistu. Myöhemmin kasvukaudella kasvustot on yleensä kitkettävä vähintään kertaalleen käsin, jolloin poistetaan suuret ja varjostavat sekä paljon siemeniä tuottavat rikkakasvit.

Biohajoavien kalvojen käyttö on myös mahdollista kaaleilla, jolloin riviväliharauksia ei tarvitse tehdä rikkakasvien torjumiseksi kasvustosta. Katettujen kaalipenkkien välit harataan tarvittaessa (Kuva 47).

Lanttu ja nauris kylvetään siemenestä, joten ne peittävät pellon pinnan hitaammin kuin istutettavat kaalit. Siksi niiden rikkakasvien torjunta on vaativampaa kuin kaaleilla, ja rikkakasvikilpailun aiheuttamat satotappiot voivat olla suuria. Ensimmäinen riviväliharaus tulisi tehdä heti kun se vain on mahdollista niin, etteivät pienet viljelykasvit peity tai vahingoitu. Harauksia joudutaan myös toistamaan useammin kuin istutettavilla kaaleilla. Silti käsin kitkentä on lantulla ja nauriilla välttämätöntä sadon varmistamiseksi. Kitkentäalusta helpottaa käsin kitkentää.



Kuva 45. Hanhenjalkaterillä ja sormiharoilla varustettu hara riviviljelykasvien rikkakasvien torjuntaan. Kuva: Pirjo Kivijärvi



Kuva 46. Kolmella yksiköllä varustettu kameraohjattu muokkain rivivälien ja taimiväljen muokkaamiseen. Kuva: Pirjo Kivijärvi



Kuva 47. Biohajoavaan kalvoon istutettua keräkaalikasvustoa. Kuva: Pirjo Kivijärvi

3.2.2. Kasvitaudit

Kaalikasveja vioittavat taimikasvatuksessa ja avomaalla siemen- ja maalevintäiset taimipoltteet. Pahin uhka tuotannolle on pitkään maassa säilyvä möhöjuuri, joka voi pakottaa luopumaan kokonaan kaalikasvien viljelystä. Varastoitavia kaalikasveja pilaavat varastoissa pahkahome ja harmaahome.

Möhöjuuri

Möhöjuuri on tuhoisa ja vaikeasti torjuttava kaalikasvien tauti. Tautia esiintyy kaalilajeilla, lantulla, nauriilla ja rypsillä. Lisäksi tauti voi lisääntyä ristikukkaisten rikkakasvien juurissa. Myös kerääjä- ja viherlannoituskasveina käytetyt ristikukkaiset lajit voivat olla alttiita möhöjuurelle (Kuva 48).

Myöhäiset kaalilajikkeet kärsivät taudista eniten, ja pahimmassa tapauksessa ne eivät tuota lainkaan kauppakelpoista satoa. Tuhot ovat ankarimmat, jos alkukesä on sateinen. Tautiriski on suurin liiasta märkyydestä kärsivillä lohkoilla ja lohkon osilla. Runsaat sateet tai tulvavedet myös levittävät tautia tautipesäkkeistä laajemmalle alueelle.

Tauti kulkeutuu pelloilta toiselle traktoreihin, työkoneisiin ja saappaisiin tarttuneen mullan mukana, joten viljelyhygieniaan on kaalinviljelyssä panostettava. Saastuneessa maassa kasvatetuissa taimissa, istukkaissa ja mukuloissa kulkeutuva maa-aines voi lisätä möhöjuuren määrän tuhoisalle tasolle kasvupaikoilla, joilla taudista ei aikaisemmin ole ollut haittaa. Taudinaiheuttajan lepoitiöt leviävät pellossa rankkojen sateiden ja kevään sulamisvesien aiheuttamien vesivirtausten mukana. Maanmuokkaus levittää tautia tehokkaasti.



Kuva 48. Möhöjuuren kasvaimia sinapin juurissa. Kuva: Marika Rastas

Näin möhöjuuri leviää

- Möhöjuuri säilyy maassa lepoitoina, joista osa säilyttää tartutuskykynsä 10–20 vuotta.
- Ristikukkaisten kasvien juurieritteet virittävät lepoitön itämään. Siitä muodostuu siimahäntäinen parveilutiö, joka märässä maassa kykenee uimaan isäntäkasvin juuristoon.
- Parveilutiö tunkeutuu juurikarvaan ja alkaa lisääntyä juurikarvasolun tarjoaman ravinnon turvin.
- Kun ravinto on käytetty loppuun, juurikarva repeää ja sen sisällä monistuneet parveilutiöt tunkeutuvat joko terveisiin juurikarvoihin tai syvemmälle juuren solukkoon.
- Juuren solujen sisällä alkueläin alkaa lisääntyä. Samalla se ärsyttää kasvin tuottamaan kasvuhormoneja, joiden vaikutuksesta sairastuneet solut alkavat turvota holtittomasti. Solujen paisuessa taudinaiheuttaja saa lisää kasvutilaa.
- Kasvin vanhetessa möhöjuuren limakko juurisolun sisällä alkaa erilaistua ja siitä muodostuu paksuseinäisiä kestoitiöitä. Juurten hajoessa lepoitiöt jäävät maahan.

Kaalikasveja voi viljellä riskittömästi samalla lohkolla korkeintaan neljän vuoden välein, jos tautia ei ole todettu viljelmällä. Jos kaalilohkolta löydetään yksittäisiä sairaita kasveja, on suositeltavaa pitää vähintään kuuden vuoden tauko ristikukkaisten viljelyssä. Väli vuosina ristikukkaiset rikkakasvit on torjuttava huolellisesti.

Kaikkien kaalikasvien viljelyssä olevien lohkojen tautitilanne on tarkastettava joka kesä. Viimeistään sadonkorjuun yhteydessä tarkastetaan sopivalla otannalla, ovatko kaalien juuret terveitä.

Möhöjuurta ei voi varsinaisesti torjua, mutta kaalinviljelyssä möhöjuuren tuhoja voidaan vähentää maan tai taimipaakun voimakkaalla kalkituksella. Kalkituksen tulisi nostaa maan pH:n yli 7, jotta möhöjuuren itiöt eivät pysty itämään. Kalkituksen avulla viljelijä saa muutaman vuoden lisää aikaa sopeutua kaalinviljelyn lopettamiseen ja uuden tuotantosuunnan vaatimiin investointeihin. Lajikkeiden välillä on eroja möhöjuuren kestävydessä.

Pahkahome ja harmaahome

Kerä- ja kiinankaalissa pahkahome (*Sclerotinia sclerotiorum*) alkaa vetistävinä laikkuina uloimissa lehdissä. Taudinaiheuttaja tunkeutuu nopeasti kerän sisäosiin ja tuhoaa kaalin kokonaan. Keräkaalissa pilaantuminen yleensä alkaa vasta sadonkorjuun jälkeen, mutta sadekesinä mätäneminen voi alkaa jo pellossa.

Sadonkorjuun jäljiltä peltoon jätetyt kaalin varret ja alalehdet saavat helposti pahkahometartunnan. Kaalinjätteissä voi syntyä suunnattomat määrät pahkahomeen pahkoja, jotka vaarantavat seuraavien viljelykasvien sadon. Aikaisin sadoksi korjattavan kiinankaalin satojätteet ovat erityisen arkoja pahkahometartunnalle. Pahkahomeen lisääntymisen estämiseksi satojätte tulisi murskata ja sekoittaa maahan.

Harmaahome (*Botrytis cinerea*) näkyy kaalin pinnalla harmaanruskeana pölyävänä homekasvustona (Kuva 49). Tauti vioittaa etenkin pitkään varastoitavaa keräkaalia kevättalvella. Sateisina vuosina harmaahome voi vioittaa kaalikasveja jo pellolla. Keräkaalissa harmaahome tuhoaa ensin uloimmat lehtikerrokset ja leviää vähitellen kohti kaalin sisusta. Myös muut sienet, kuten *Fusarium*-lajit, voivat aiheuttaa kaalin pilaantumista varastoinnin aikana.

Satoa pilaavat homesienet ovat hyvin moni-isäntäisiä ja ne voivat vioittaa ristikukkaisia, perunaa, porkkanaa, hernetta ja monia muita viljelykasveja. Eri kasvien vaikutuksista tautiriskeihin löytyy lisätietoa taulukosta 3.



Kuva 49. Harmaahome voi sateisena kesänä vioittaa kaalia jo kasvukauden aikana. Kuva: Asko Hannukkala.

Taimipoltteet

Taimipoltteeksi nimitetään nuorten taimien juurenniskan kuroutumista ja katkeamista, jolloin taimi kuolee. Maanalaisessa taimipoltteessa taimi kuolee jo ennen pääsyään maanpinnalle. Taimipolteoireita aiheuttavat monet sienilajit. Usein samat sienilajit aiheuttavat vanhemmissa kasveissa tyvi- ja juuristovioituksia ja lakastumistauteja. Kylvösiemenessä leviävää taimipoltetta aiheuttavat *Alternaria*-lajit ovat tavallisesti yhteen tai harvoin kasvilajeihin erikoistuneita. Taimikasvatuksen aikana siemenessä leviävät taimipoltteet voivat aiheuttaa tuhoa heikentämällä taimettumista ja tappamalla nuoria taimia (Kuva 50).

Maasta leviävä *Rhizoctonia solani* -sienen aiheuttama taimipolte voi tappaa kaalintaimia myös pellossa, jolloin kasvustosta tulee aukkoinen. Aukkopaikoissa rikkakasvit pääsevät helposti lisääntymään. Taimipoltetta kaalilla aiheuttava *R. solani* vioittaa myös muita ristikukkaisia kasveja. Perunaseittiä aiheuttava *R. solani* sen sijaan kuuluu eri ryhmään, eikä se ole haitaksi muille viljelykasveille.



Kuva 50. Taimikasvatusvaiheessa taimipoltteen tuhoamia luomuparsakaalin taimia. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Siemenlevintäiset taimipoltteet voidaan ehkäistä *Streptomyces* K61 -sädebakteeria-peittauksella. Taudinaiheuttaja voi yleistyä vähitellen tuhoisaksi viljelykiertoissa, joissa vihannesten ja apilan osuus on liian suuri. Siemenen peittäminen biologisella valmisteella ei tehoa maasta leviävään taimipoltteeseen. Maasta leviäviä taimipoltteita voidaan torjua vain hyvin suunnitellulla viljelykierrolla (Taulukko 4). Vihannesvaltaisessa viljelyssä tautien lisääntymisriski on melko suuri, koska useimmat vihanneslajit voivat ylläpitää näitä tauteja.

Taulukko 4. Maasta leviävän taimipoltteen aiheuttajien isäntäkasveja. *Pythium* on moni-isäntäinen patogeeni, mutta *Rhizoctonia* eri ryhmät tartuttavat usein vain tiettyjä kasvilajeja tai lajiryhmiä. + = isäntäkasvi/tuhoja esiintyy, (+) =ylläpitävä kasvi (ei yleensä kärsi itse), ei = ei merkittävästi lisää/ylläpidä tautia

Isäntäkasvi	<i>Pythium</i>	<i>Rhizoctonia</i>
Kaalikasvit	ei	+
Porkkana	+	+
Herne/papu	+	+
Punajuuri	+	(+)
Salaatti	(+)	+
Kurkkukasvit	+	(+)
Peruna	+	+
Tomaatti	+	(+)
Viljakasvit	ei	(+)
Rypsi	ei	+
Apila	+	+

Kaalirutto

Kaaliruttoa (*Phytophthora porri*) esiintyy varastoitavassa keräkaalissa lämpimien ja sateisten syksyjen jälkeen. Sairastuneen kaalinkerän sisus muuttuu tummanharmaaksi ja vetiseksi. Taudinaiheuttaja säilyy maassa ja tunkeutuu sadonkorjuun yhteydessä leikkauspinnan kautta kerän kantaan, josta tuho tyypillisesti alkaa ja leviää kerän sisukseen.

Taudin tuhoja voidaan välttää korjaamalla kaalisato mahdollisimman kuivissa oloissa. Sama taudinaiheuttaja esiintyy myös purjolla aiheuttaen lehtien kärkien kuivumisista ja vaaleita laikkuja lehdistä. Taudin takia kaali ja purjo eivät sovellu toistensa esikasveiksi.

3.2.3. Tuholaiset

Pikkukaalikärpänen (*Delia radicum*) ja isokaalikärpänen (*D. floralis*)

Elämäntieto

Pikkukaalikärpäsellä on kaksi sukupolvea kasvukaudessa, isokaalikärpäsellä tavallisesti yksi, joskus kaksi. Lajit muistuttavat ulkonäöltään ja elintavoiltaan toisiaan. Tärkeimmät erot ovat kuoriutumisen ja tuhojen esiintymisen ajankohdissa. Pikkukaalikärpäsen aikuisia alkaa kuoriutua talvehtineista koteloista toukokuun puolivälin ja kesäkuun alun välillä. Kuoriuduttuaan naaras ja koiras parittelevat. Pikkukaalikärpäsen terävät ja lyhyet munintahuiput osuvat kesäkuun alkupuolelle ja heinä-elokuun vaihteeseen. Isokaalikärpänen kuoriutuu Etelä-Suomessa kesäkuun loppupuolella ja munii noin kuukauden ajan kesä-heinäkuun vaihteesta lähtien.

Aikuinen kaalikärpänen on harmaa, tavallista huonekärpästä muistuttava hyönteinen. Se syö vain kukkien siitepölyä ja mettä eikä aiheuta vioituksia. Ravintokasvia etsivät pikkukaalikärpäset lentävät noin kaksi kilometriä. Kaalikärpäsnaaras suunnistaa ristikkaiskasvien hajun perusteella kasvin luo ainakin 24 metrin etäisyydeltä. Naarasta houkuttelevat kemikaalit ovat ristikkaiskasvien erittämiä haihtuvia isotiosyanaatteja ja muita lehdistä haihtuvia aineita. Ristikkaislajien ja -lajikkeiden välillä on eroja houkuttelevuudessa. Kun kaalikärpäsnaaras on löytänyt kasvin ja saanut kosketuksen siihen jaloillaan, se hyväksyy isäntäkasvin lehtien pinnalla olevien yhdisteiden perusteella. Muninta alkaa, jos se vielä saa sopivia munintaärsykeitä ympäristöstä. Tällaisia ärsykeitä ovat esimerkiksi raot maaraikien välissä.

Naaras alkaa munia 8–11 päivän kuluttua kuoriutumisesta. Isokaalikärpäsnaaraan muninta kestää noin kuukauden, pikkukaalikärpäsnaaraan noin kaksi viikkoa. Naaras laskee munansa yksitellen tai ryhmiin kasvien tyville. Suurin osa munista on alle kolmen sentin etäisyydellä tyvestä joko maan pinnalla tai maassa korkeintaan kahden sentin syvyydessä. Munat ovat valkeita, pitkulaisia ja noin millin mittaisia. Munan toisessa kyljessä on selvä ura, ja muualta pinta on heikosti pitkittäisuurteinen.

Pikkukaalikärpäsnaaras munii noin 100 munaa ja isokaalikärpäsnaaras noin 200 munaa. Muninnan runsauteen vaikuttavat mm. lämpötila, ravinnon laatu ja muninta-alusta. Naaraat munivat mieluiten kosteisiin paikkoihin alustalle, jonka raekoko on 0,6–0,8 mm. Joskus naaras erehtyy munimaan myös kasvin lehtihankoihin. Kuivuus on erittäin kohtalokasta sekä munille että toukille. Munavaiheessa kuolleisuus on luontaisesti 75–98 %. Munavaiheen pituus, 2–14 päivää, riippuu voimakkaasti lämpötilasta.

Pikkukaalikärpäsen toukkavaihe kestää noin kuukauden, isokaalikärpäsen jopa 1,5 kuukautta. Täysikasvuisina noin sentin pituiset toukat lähtevät juurista lähistölle koteloitumaan. Kotelot ovat tynnyrimäisiä ja väriltään ruskeita. Pikkukaalikärpäsen ensimmäisen sukupolven kotelovaihe kestää noin kolme viikkoa ja toisen sukupolven 8–10 kuukautta talvilepoineen. Norjalaisten tutkimusten mukaan osa isokaalikärpäsen koteloista voi jäädä vuodeksi lepotilaan, jolloin aikuiset kuoriutuvat niistä vasta seuraavana kesänä. Syksyllä kaalin juurella maassa voi olla yli sata koteloa.

Vioitus

Kuoriuduttuaan valkoinen, jalaton toukka kaivautuu isäntäkasvin juuriin. Toukkien elinkyky heikkenee nopeasti, jos ne eivät pääse ajoissa ravinnon luo. Kuivissa oloissa vasta kuoriutuneet toukat kuolevat kymmenessä minuutissa. Karkeilla maalajeilla toukkien pääsy juuriin on nopeampaa ja varmempaa kuin savimailla. Tämän vuoksi tuhot ovat pahemmat hietamailla kuin savimailla.

Kaalikärpästen toukat vahingoittavat ristikukkaisten kasvien juuria, varren maanalaista osaa ja toisinaan myös maanpäällisiä kasvinosia. Toukat syövät juuren pintaa ja erittävät samalla entsyymejä helpottaakseen ravinnon liukenemistä. Toukat saattavat kaivautua myös juuren sisään. Juurten vioituttua kasvin vedenottokyky heikkenee. Oireet näkyvät aurinkoisina päivinä kasvin nestejännityksen heikkenemisenä ja vähitellen vanhimpien lehtien punertumisena. Ankarimmin kärsineet juuret kuolevat kokonaan, jolloin kasvi irtoaa helposti maasta. Toukat voivat kaivautua myös kerien sisälle, jolloin koko kasvi pilaantuu.

Kuivina kesinä kaalikärpästuhot ovat ankarimmat, sateisina kesinä taas pienimmät, koska kasvin on helppo saada vettä pienemmälläkin juuristolla. Vioitusajankohta vaikuttaa tuhojen ankaruuteen. Nuoret taimet kärsivät toukista pahemmin kuin vanhemmat kasvit. Pieni taimi kuolee jo 5–10 toukan vioitukseen. Hyväkuntoinen kasvi kestää suuriakin toukkamääriä sadon alentumatta: mitä voimakkaampaa juurten kasvu on, sitä pienemmiksi tuhot jäävät.

Tarkkailu

Pikkukaalikärpäselle on olemassa lämpösummaan perustuva lentoennuste. Isokaalikärpäsen lennon alkamisen ennustaminen on vaikeaa; kuoriutumisessa kesällä on jopa kuukauden eroja eri osissa maata eri vuosina. Kuoriutumiseen vaikuttaa muun muassa kaalikasvien saatavuus ja lämpötila. Paras vaihtoehto on kaalikärpäsen muninnan tarkkailu viljelmillä. Pikkukaalikärpäsen munintahuippu on terävä ja kapea, isokaalikärpäsen taas pitkä ja epämääräinen. Kärpästen aktiivisuuden lisääntymistä seurataan munintanäytteiden avulla viikoittain. Kultakin lohkolta valitaan 20 kaalia (kymmenen lohkon reunalta ja kymmenen keskeltä), joiden tyveltä kuoritaan maata pussiin noin viiden sentin leveydeltä ja 2–3 sentin syvyydeltä. Munat saadaan esiin kaatamalla näytemaat veteen, jolloin munat jäävät kellumaan (Kuva 51). Veden pinnalta ne voidaan siivilöidä ja laskea.



Kuva 51. Kaalintaimien juurilta kerätyn maanäytteen pesu. Näytteessä satoja kaalikärpäsen munia, jotka erottuvat veden pinnalta ja ämpärin reunoilta. Kuva: Henna Niemi

Torjunta

Kasvuston katteilla, mikäli ne ovat ehjiä, estetään tehokkaasti sekä lehtiä että juuria vioittavien tuholaisten pääsy kasvustoon. Harson käyttö saattaa kuitenkin luoda suotuisat olosuhteet etanoille, rikkakasveille ja kasvitaudeille.

Viljelemällä riviväleissä esimerkiksi valkoapilaa on kokeissa vähennetty kärpästen munintaa. Kärpäsen löytää ravintokasvin vieruskasveista huolimatta, mutta vieruskasvi hidastaa isäntäkasvin löytymistä ja lyhentää siten muninta-aikaa. Rivivälikasvien käytön ongelmana on se, että ne kilpailevat viljelykasvin kanssa vedestä ja ravinteista.

Vaikka kaalikärpäset talvehtivat kotelovaiheessa maassa alle 15 cm:n syvyydessä, pakkasen tappaa osan kotelosta talvella. Kyntö nostaa kärpäsen kotelon maan pinnalle, joten se tehostaa pakkasen vaikutusta. Englantilaisissa kokeissa syyskynnön jälkeen elävien kaalikärpäskoteloitten määrä väheni 75 % ja kevätkynnön jälkeen 40 %.

Luontaiset viholliset

Kaalikärpästen luontaisista vihollisista on tehty runsaasti tutkimusta. Pistiäisistä *Trybliographa rapae* -laji loisii kaali- ja sipulikärpäsen koteloidissa. Lyhytsiipisiin kuuluvat kovakuoriaiset *Aleochara bilineata* ja *A. bipustulata* ovat kaalikärpästen luontaisia vihollisia. Aikuiset syövät kärpästen munia ja toukkia ja toukat loisivat *Delia*-lajien koteloidissa. *A. bilineata* talvehtii toukuvaiheessa *Delia*-suvun kärpästen koteloidissa ja se kuoriutuu sään lämmitessä. Sen aktiivisuus ajoittuu pikkukaalikärpäsen koteloitumiseen. *Aleochara bipustulata* talvehtii aikuisena ja alkaa liikehtiä heti keväällä, kun pikkukaalikärpäsen munii. Se on puolestaan liian aikainen pikkukaalikärpäsen koteloloiseksi. Tanskalaisissa valkokaalikokeissa *Aleocharan* loisimia

koteloita oli 30–34 %. Englannissa on kokeiltu massakasvatettujen *A. bilineata* -aikuisten vapauttamista kaalipellolle pikkukaalikärpästen torjumiseksi. Kaksi *A. bilineata* -yksilöä kaalia kohden vähensi kaalikärpästen koteloiden määrää 60 %. Kanadassa on tutkittu sinappijauheen käyttöä rapsilohkoilla *Aleochara*-lajien houkutteluun. Jauhe houkuttelee *A. bipustulataa*, mutta ei *A. bileneataa*.

Maakiitäjäiset ovat kaalikärpästen ja muiden hyönteisten muna- ja toukkapetoja. Ne ovat vilkkaimmillaan alkukesän ajan, ja ne saalistavat pääasiassa yöllä. Yksi kiitäjäinen voi syödä päivässä noin 18 kärpäsen muna, toukkaa tai koteloa. Jos maassa on runsaasti orgaanista ainetta ja pieneliöitä, maakiitäjäiset säilyvät hengissä, vaikka kärpäsiä ei olisi tarjolla. Tutkimuksissa on todettu, että luomuviljelyillä kaaleilla kaalikärpästen munien määrä on ollut pienempi kuin tavanomaisesti viljellyillä, mutta se ei ole kuitenkaan vähentänyt koteloiden määrää. Luomuviljelyssä kaalien juuristo on kuitenkin ollut suurempi kuin tavanomaisessa viljelyssä, mikä auttaa kasveja sietämään vioitusta paremmin.

Norjassa tutkittiin 2000-luvun alussa hyönteispatogeenisten sienten käyttöä kaalikärpästen torjuntaan. Sekä *Entomophthora muscae*- että *Strongwellsea castrans* -sienten avulla saatiin lupaavia tuloksia aikuisten kaalikärpästen torjunnassa, mutta sienistä ei ole kehitetty kaupallista valmistetta torjuntaan. Nyt tutkitaan aktiivisesti eri *Metarhizium brunneum* -isolaattien tehoa pikkukaalikärpäsen eri kehitysasteisiin sekä kasvin kautta tapahtuvia puolustusvasteita.

Kaalikoi (*Plutella xylostella*)

Tuntomerkit

Kaalikoi on kapeasiipinen, vaaleanruskea pikkuperhonen, jonka siipien kärkiväli on 12–15 mm. Erytistuntomerkinä on etusiipien takalaidassa oleva vaalea juova, joka näkyy perhosen selässä aaltomaisena kuviona siipien ollessa laskostettuna (Kuva 52). Toukka on väriltään kirkkaan vihreä. Kuoriutumisen jälkeen toukan pää on musta, mutta täysikasvuisella, 12 mm pitkällä toukalla se on kellanruskea. Toukka on sukkulan muotoinen, keskeltä paksumpi kuin päistä. Viimeinen känsäjalkapari työntyy näkyviin toukan peräpäässä erottuvana "V"-muotona. Toukka liikkuu vilkkaasti taaksepäin häiritäessä ja pudottautuu kasvilta erittämänsä seitin varaan roikkumaan.



Kuva 52. Juuri kuoriutunut aikuinen kaalikoi, jonka etusiipien takalaidassa kermanvaalea raita on vielä selvästi nähtävissä. Vasemmalla tyhjä kotelohehto. Kuva: Anne Nissinen

Elämänkierto

Suomessa kaalikoiden talvehtimisesta ei ole vielä varmoja havaintoja, toisin aikaisimpia aikuishavaintoja on tehty jo huhtikuussa. Tuhoja aiheuttavat yleensä etelämpää vaeltavat kaalikoiparvet, jotka lisääntyvät täällä kasvukauden aikana 3–4 sukupolvea. Kaalikoit pystyvät vaeltamaan lämpimien ilmavirtausten mukana pitkiä matkoja. Ne voivat lentää 1 000 km päivässä ja muuttaa jopa 3 000 km päähän syntymäpaikaltaan.

Aikuisen perhosen aktiivisuus lisääntyy hämärän tultua. Aikuiset parittelevat pian kuoriutumisen jälkeen, ja naaras alkaa välittömästi munia. Naaras laskee vaalean kellanvihreät munansa pääasiassa lehtien alapinnoille joko yksitellen tai pieniin ryhmiin. Muninta kestää noin neljä vuorokautta, jona aikana naaras munii noin 150 munaa. Muninnan huippu ajoittuu iltaan kello 19–20 tienoille. Vaaleanvihreä toukka kuoriutuu 3–8 vuorokauden kuluttua. Toukkavaihe kestää lämpötilasta ja kasvusta riippuen 14–28 päivään. Ennen koteloitumistaan toukka kutoo ympärilleen seitistä sukkulamaisen kotelokopan, jonka se kiinnittää kaalin lehden alapinnalle. Aikuinen kuoriutuu 4–15 päivän kuluttua. Se ei aiheuta tuhoja, koska se käyttää ravinnokseen mettä.

Vioitus

Kaalikoi on hyvin laajalle levinnyt laji. Sen toukka vioittaa kaikkia ristikukkaisia viljelykasveja, kuten kaaleja, lanttua, naurista, rypsiä, rapsia ja retiisiä. Jos ristikukkaisia viljelykasveja ei ole saatavilla, koi elää myös luonnonvaraisilla ristikukkaisilla kasveilla esim. lutukalla, taskuruoholla, peltoukonauriilla, peltoretikalla jne. Heti kuoriutumisen jälkeen toukka alkaa syödä lehteä. Nuoremmat toukat syövät lehtiin niin sanottuja ikkunakuvioita eli ne syövät lehden alapintaa jättäen vain päällimmäisen vahapinnan koskematta. Vanhemmat toukat syövät lehtiin reikiä. Lämmin ja kuiva sää edistää tuholaisen kehitystä ja pahentaa tuhoja.

Tarkkailu ja torjunta

Kaalikoiden tarkkailuun voidaan käyttää keltaisia liima-ansoja. Reunoistaan hyvin kiinnitetty harso tai tiheä verkko estää tehokkaasti kaalikoiden vioituksen, mutta jos se on vähänkään irti reunoista, ne löytävät tiensä sen alle. *Bacillus thuringiensis* -kidebakteerivalmistetta käytetään perhostoukkien biologiseen torjuntaan. Valmiste tehoaa parhaiten kaaliperhosten ja kaalikoin toukkiin, heikoimmin yökkösiin.

Houkutuskasvien käyttöä kaalikoin torjunnassa on tutkittu eri puolilla maailmaa. Intiassa mustasinapin (*Brassica nigra*) käyttö houkutuskasvina keräkaalipelloilla paransi kauppakelpoisen sadon määrää 75 %. Yhdysvalloissa keräkaalipelloilla, joiden ympärillä käytettiin kahta riviä lehtikaalia (*Brassica oleracea* var. *acephala*) houkutuskasveina, kaalikoin torjuntaruiskutusten määrää voitiin vähentää 75–100 %. Valintakokeessa lehtikaalilajikkeelle saatiin kolminkertainen, sareptansinapille 18-kertainen ja peltokanankaalille (*Barbarea vulgaris*) 12-kertainen kaalikoin munamäärä verrattuna keräkaaliin. Toisessa kokeessa keräkaaliin ja parsakaaliin verrattuna kaalikoin munamäärä peltokanankaalilla oli 24–66-kertainen. Mielenkiintoiseksi peltokanankaalin tekee se, että yhtään kaalikoin toukkaa ei säilynyt hengissä sillä viittä vuorokautta pitempään. Peltokanankaali voisi olla ns. umpikujahoukutuskasvi (dead-end trap crop), joka hoitaa samalla sekä kaalikoin houkuttelun että torjunnan. Kiinalaisissa tutkimuksissa houkutuskasvina oli käytetty sareptansinappia (*Brassica juncea*). Kotimaisissa havaintokokeissa sareptansinappi houkutteli lukuisia eri kaalikasvien tuholaisia kasvaessaan lehtikaalipellon reunassa.

Luontaiset viholliset

Kaalikoin toukissa loisii lukuisia eri loispistiäislajeja. Tunnetuimpia niistä ovat mm. *Diadegma semicalsum* sekä *Cotesia vestalis*, joita molempia on tavattu myös Suomesta. Puolassa keskimääräinen *Diadegma*-pistiäislajien loisinta-aste oli 88 % vuonna 1998. Jos kaalikoin toukka on loisittu, kaalikoin kotelokehdestä löytyy loispistiäisen kotelokoppa kaalikoin kotelon sijasta. Loispistiäisten kotelokopat ovat molemmista päistään pyöreitä, kun taas kaalikoin kotelot suippenevat selvästi toisesta kärjestään. Loispistiäisten kotelokoppien väri vaihtelee. Ne voivat olla ruskeita, keltaisia, valkoisia tai raidallisia. Tällöin valkoisen kotelokopan keskellä on tumma poikkiraita (Kuva 53). Kaalikoin kotelot ovat väriltään ruskeita.



Kuva 53. Kaalikoin toukassa loisineen pistiäisen ruskea-valkoraidallinen kotelokoppa kaalikoin kotelokehdon sisällä ja toisessa kotelokehdossa valkoinen pistiäisen kotelokoppa. Kuva: Sari Himanen

Kaaliperhonen (*Pieris brassicae*)

Tuntomerkit

Kaaliperhonen on valkoinen melko kookas päiväperhonen, jonka etusiivissä on musta isohko kärkitäplä. Lajin naarailta on lisäksi etusiipien keskiosissa kaksi mustaa täplää ja takasiipien etuosassa pieni musta täplä. Kaaliperhosen siipien kärkiväli on 5,0–6,2 cm.

Elämänkierto

Naaras munii elinaikanaan 500–600 munaa, jotka ovat kullankeltaisia ja pitkittäisuurteisia. Naaras laskee munat lehtien alapinnoille suuriin ryhmiin pystyasentoon. Toukat kuoriutuvat noin viikon kuluttua ja elävät aluksi tiiviinä ryppäinä kaalin lehdillä. Toukkavaihe kestää 4–5 viikkoa. Toukat ovat väriltään kellan- tai sinivihreitä, ja niissä on mustia pisteitä tai laikkuja sekä keltaisia juovia selässä ja kyljissä. Täysikasvuiset toukat ovat 4–5 cm pitkä ja voivat syödä lehden lähes kokonaan ruoteja lukuun ottamatta. Kaikki toukat koteloituvat johonkin suojaan paikkaan pystyasentoon, alustaan perästään kiinnittyneinä. Koteloitumispaikka saattaa olla kaukana ravintokasvista esim. talon seinässä. Kotelo on kulmikas, väriltään vaalean vihreä ja mustapilkkuinen. Kotelovaihe kestää kymmenen päivää, jonka jälkeen aikuinen perhonen kuoriutuu.

Normaaleina talvina kaaliperhonen ei talvehdi Suomessa, mutta se vaeltaa tänne keväällä talvehtimisalueeltaan Keski-Euroopasta. Vaeltajina tulleiden perhosten munimista munista kehittyneen toisen sukupolvi lentää runsaana loppukesällä.

Luontaiset viholliset

Kaaliperhosen toukissa loisii tavallisesti kaaliperhosvainokainen, *Cotesia glomerata* (tunnetaan myös nimellä *Apanteles glomeratus*), joka kuuluu vainopistiäisiin (*Braconidae*) (Kuva 54). Samassa isännässä voi kehittyä jopa 150 loispistiäistä. Pistiäistoukat poistuvat isäntätoukasta koteloituakseen sen ulkopuolelle rikinkeltaisiin kotelokoppiin. Isäntätoukka kuolee vähitellen sen jälkeen, kun pistiäistoukat ovat poistuneet sen ruumiista. Aikuiset pistiäiset lentelevät keväällä ja kesällä.



Kuva 54. *Cotesia glomerata* -vainopistiäinen ja kaaliperhosen toukkia. Kuvat: Sari Himanen

Naurisperhonen (*Pieris rapae*)

Naurisperhonen on vaeltajalaji kuten kaaliperhonen. Kesän aikana naurisperhosella saattaa olla kaksi tai kolme sukupolvea. Amerikkalaisen tutkimuksen mukaan naurisperhoset hakevat isäntäkasvinsa mieluummin avoimilta ja valoisilta paikoilta kuin varjoisista metsänreunoista. Naurisperhosen pääasiallinen luonnonvarainen isäntäkasvi peltokanankaali (*Barbarea vulgaris*) on tyypillinen tienvarsien ja avoimien, aurinkoisten, sukkession alkuvaiheessa olevien ympäristöjen kasvi.

Kirpat (*Phyllotreta* sp.)

Lajit ja tunnistaminen

Kirpat ovat 2–3 mm pitkiä mustia, metallinhohtoisia tai keltajuovaisia kovakuoriaisia. Meillä taloudellisesti merkittävänä tuholaisena ristikkukaisilla esiintyvät mustakirppa (*Phyllotreta atra*), tasajuovakirppa (*P. nemorum*), aaltojuovakirppa (*P. undulata*) ja mutkajuovakirppa (*P. srio-lata*). Mutka-, aalto- ja tasajuovakirppa muistuttavat toisiaan ulkonäöltään; niillä kaikilla on peitinsiipien keskellä keltaiset pitkittäisjuovat. Mustakirppa sen sijaan on nimensä mukaisesti väriltään kiiltävän musta.

Mustakirppa on mahdollista sekoittaa kaalikasveilla esiintyviin rapsikuoriaisiin, jotka ovat myös väriltään mustia ja 2–3 mm pitkiä. Rapsikuoriaisten siivissä on metallin vihertävä tai sinertävä kiilto, etuselkä on suunnilleen yhtä leveä kuin peitinsiivetkin, ja peitinsiivet ovat lantokärkiset. Kirppojen etuselkä on peitinsiipiä kapeampi ja niiden peitinsiivet ulottuvat takaruumiin kärkeen saakka. Hyvä kirppojen yhteistuntomerkki ovat voimakkaat, selvästi sääriä

paksummat, soikeat takareidet. Rapsikuoriaisilla ei ole pallomaisia takareisiä, koska ne liikkuvat pääasiallisesti lentäen.

Jos et ole varma, ovatko kaalikasveillasi esiintyvät pienet mustat kovakuoriaiset kirppoja vai rapsikuoriaisia, niitä kannatta pakastaa muutama yksilö. Pakastettujen kuoriaisten jalkojen rakenne on kohtalaisen helppoa tarkastaa kynämikroskoopin tai suurennuslasin avulla.

Vioitus

Kirpat talvehtivat aikuisina peltolohkon ulkopuolella. Ne siirtyvät pellolle keväällä säiden lämmetessä. Aikuiset aiheuttavat tyypillisen vioituksen syömällä koloja tai pieniä reikiä lehtiin (Kuva 55). Kirppojen vioitus voi aiheuttaa taimen kuivumisen kuumalla säällä, koska lehtien pintojen rikkoutuminen lisää haihduntaa. Kasvuston epätasainen ja hidas taimettuminen pahentavat tuhoja.

Kirppojen toukat elävät syöden kasvien juuria tai varsia, jotkut elävät miinaajina lehdissä. Toukat koteloituvat yleensä maahan. Vuodessa kirpoilla on vain yksi sukupolvi. Uuden sukupolven aikuiset kuoriutuvat heinäkuulta lähtien ja muuttavat syksyllä talvehtimaan pientareille ja metsäkarikkeeseen.

Torjunta

Kirppojen torjuntaan sopii mainiosti kateharso tai verkko. Verkon on kuitenkin oltava riittävän pienisilmäinen, etteivät kirpat pääse pomppimaan sen läpi. Tuhkaa tai kivijauheita voidaan käyttää mekaanisesti estämään syöntiä. Sade ja sadetus vähentävät kirppojen liikkumista lohkolla sekä vähentävät jo vioittuneiden kasvien kuivumisen vaaraa. Houkutuskasvien käytöstä kirppojen torjunnassa on saatu hyviä kokemuksia Kanadassa. Siellä houkutuskasvina käytetään sareptansinappia (*Brassica juncea*), jota kasvatetaan kaistoina kaalien välissä. Kotimaisissa kokeissa, joissa käytettiin kiinankaalia keräkaalilohkon ympärillä, kiinankaali houkutteli kirppoja tehokkaasti. Jos kirppoja torjutaan pyretriiniruiskutuksilla, on syytä tarkistaa, että kirpat ovat vielä ruiskutushetkellä kasvustossa. Jos ruiskutus tehdään liian myöhään illalla, kirpat ovat voineet jo vetäytyä yöksi suojaan, joten kosketusvaikutteisen pyretriinin teho voi jäädä heikoksi.



Kuva 55. Kirppoja kiinankaalilla ja kirppavioitusta kaalilla. Kuvat: Sari Himanen

Kaalilude (*Eurydema oleraceum*)

Kaaliluteen perusväri on tumma, metallinvihreän tai sinisenkiiltävä. Kirjailut etuselässä ja peitinsiivissä ovat valkoiset tai punaiset (Kuva 56). Kaaliluteet käyttävät ravinnokseen ristikukkaisia (*Brassicaceae*), luonnonkasveista niitä tavataan yleisimmin peltokanankaalilla (*Barbarea vulgaris*). Lajin levinneisyys on itäinen. Kaalilude aiheuttaa kaalikasvien taimille samantapaista vioitusta kuin peltolude eli tuhoaa imennällään kasvupisteitä.



Kuva 56. Aikuinen kaalilude. Kuva: Anne Nissinen

Lanttusääski (*Contarinia nasturtii*)

Tunnistaminen

Lanttusääski on pieni, 1,5–2 mm pitkä, vaaleanruskea sääski. Aikuista on vaikea erottaa muista lähisukuisista äkämäsääskilajeista. Vioituksen aiheuttavat toukat, jotka syövät ryhmässä kärkikasvupisteen tuntumassa. Syönnin seurauksena kehittyvät uudet lehdet ovat epämuodostuneita, paksuuntuneita ja vääntyneitä, tai kärkikasvupiste on voinut tuhoutua kokonaan, jolloin tulee ns. sokeita taimia eli kerää ei muodostu ollenkaan. Täysikokoisina toukat ovat 3–4 mm pitkiä, ja väriltään keltaisia.

Elämänkierto

Lanttusääski on kotoperäinen laji Euroopassa, ja on epäilty, että sitä voisi tulla meille tuontitaimien taimipaakuissa koteloina. Kanadalaisten tietojen mukaan lanttusääskien ensimmäisen sukupolven aikuisten kuoriutumishuippu ajoittuu kesäkuun loppupuolelle lämpösummilla 344–731 laskettuna 7,2 asteen pohjalämpötilasta. Naaraat munivat lyhyen (1–4 päivää) elämänsä aikana noin 100 munaa rykelmiin kasvupisteiden lähelle, missä toukat kehittyvät. Toukat kuoriutuvat kolmessa päivässä ja kehittyvät täysikokoisiksi 7–21 päivässä. Ne koteloituvat pintamaahan, kun kosteus on 90–100 %, siis käytännössä sateen tai sadetuksen jälkeen. Aikuisen kuoriutuu 7–14 vuorokauden kuluttua. Kanadassa lanttusääskillä voi olla 3–4 osittain päällekkäistä sukupolvea kasvukaudessa. Tuhoja on esiintynyt lehti-, kukka-, parsa-, ruusu- ja kiinakaaleilla. Kanadassa saastunnat olivat tavallisempia myöhäisillä istutuksilla kuin aikaisilla. Kukka- ja parsakaali olivat alttiimpia kuin puna- tai valkokaali. Mahdollista lanttusääskin

esiintymistä Suomessa tutkittiin feromonipyydyksin kasvukausien 2020–2022 aikana, mutta näiden kasvukausien aikana tehtiin vain yksi varmistettu lanttusääskihavainto.

Tarkkailu

Tarkkailu tehdään feromonipyydyksellä, joka pyydystää tämän lajin koiraita. Feromoniansoja sijoitetaan 3–4 kpl lohkolle vähintään 50 metrin välein. Koekäytössä olleisiin feromoniansoihin tuli lukuisia muita äkämäsääskejä; ne eivät olleet lajispesifisiä, kuten feromoniansat yleensä, eikä niissä esiintyvien sääskien määrästä voida suoraan arvioida torjuntatarvetta. Varmempaa on ottaa näyte vioittuneista kasveista. Jos toukkia epäillään esiintyvän kasvupisteessä, kasvinosa suljetaan muovipussiin ja jätetään auringonpaisteeseen. Kuumuus ajaa toukat ulos kasvupisteestä ja ne on mahdollista havaita mustan pahvin päältä. Jos kasvupiste on tuhoutunut peltoluteen syönnin vaikutuksesta, siellä ei ole jalattomia, kellertäviä sääskitoukkia. Lanttusääsken vioitus saattaa muistuttaa myös molybdeenin puutetta, herbisidivioitusta tai kuumuusstressin tai hallan aiheuttamaa vauriota.

Torjunta

Viljelykierto on oleellinen torjunnassa. Osa kotelosta voi talvehtia toisen kerran, joten viljelykierrossa pitää olla vähintään kahden vuoden tauko ristikkukaisten kasvien viljelyssä. Aikuinen sääski on pienikokoinen ja hento, joten se pystyy lentämään vain noin 300 metriä. Uuden lohkon sijoittaminen vähintään kilometrin päähän edellisistä kaalikasvilohkoista, mukaan lukien rypsi- ja rapsilohkot, vähentää lanttusääskikantoja tehokkaasti.

3.3. Sipulit

3.3.1. Rikkakasvit

Istukkailla perustettavan sipulikasvuston rikkakasvit voidaan torjua liekittämällä, kun sipulin naatit ovat lähteneet kasvuun. Liekitys voidaan tehdä läheltä sipuliriviä koteloiduilla tai kotelolaimattomilla polttimilla (Kuva 57), koska naatit kestävät hyvin liekitystä. Paras teho rikkakasveja vastaan saadaan, kun rikkakasvit ovat sirkkalehtivaiheessa. Tällöin myös kaasun kulutus jää vähäisemmäksi, koska ajonopeus voi olla suurempi kuin jos liekitettäisiin suurempia rikkakasveja. Liekitys voidaan uusia tarvittaessa rikkakasvitilanteen mukaan, kun naatisto on vielä kohtuullisen matalaa (20–25 cm). Sipuleita voidaan myös harata, mutta kovin lähelle sipulirivejä ei voida mennä, sillä sipuleiden juuristo on pinnallinen ja ulottuu myös riviväleihin. Sipulirivistä rikkakasvit joudutaan lisäksi kitkemään käsin. Kitkentätyö on fyysisesti helpompaa, jos käytettävissä on kitkentäalusta (kuva 33).

Taimilla perustetussa sipulikasvustossa paras rikkakasvien torjuntakeino on käyttää biohajovaa katetta. Istutusreikä on pidettävä mahdollisimman pienenä, jotta rikkakasvit eivät pääse valloilleen istutusreiässä. Taimisipulin lehdet ovat ohuet eivätkä kestä liekitystä.



Kuva 57. Omatekoinen liekitin rikkakasvien liekittämiseen sipulikasvustossa. Kuva: Pirjo Kivi-järvi

3.3.2. Kasvitaudit

Kasvukaudella sipulin kasvua uhkaavat juuria tuhoavat pahkamätä ja fusarioosit. Sateisina kesinä sipulin kasvu voi pysähtyä naattihomeen tappaessa naatit ennenaikaisesti. Harmaahome, musta- ja viherhomeet aiheuttavat varastotappioita ja heikentävät sadon laatua varastoinnin aikana.

Sipulinpahkamätä

Sipulinpahkamätä (*Stromatinia cepivora*, synonyymi *Sclerotium cepivorum*) on tuhoisa, mutta onneksi harvinainen sipulin tauti. Viljelmillä, joille pahkamätä on päässyt leviämään, sipulin viljely on vähitellen käynyt mahdottomaksi ja tilalle on täytynyt etsiä muita tuotantokasveja.

Pahkamätä tuhoaa sipulin juuret, jolloin kasvu pysähtyy ja kasvit kuolevat. Sipulit irtoavat helposti maasta, ja niiden alapintaa peittää valkoinen sienirihmasto. Rihmastoon kehittyy runsaasti mustia, pyöreitä, läpimitaltaan alle 1 mm:n kokoisia rihmastopakkoja (Kuva 58).



Kuva 58. Sipulinpahkamädän vioittama sipuli, jossa näkyy runsaasti mustia rihmastopahkoja. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Tauti säilyy maassa ja leviää myös saastuneen istukassipulin mukana. Saastuneilta lohkoilta pahkamätä leviää herkästi työväliseisiin ja jalkineisiin tarttuneessa mullassa. Joskus tauti voi levitä myös sipulin siementen mukana, jos niiden sekaan on päässyt pahkoja sisältävää mul-
taa.

Pahkamädän pääsy viljelyksille estetään käyttämällä tervettä istukasta. Istukaserältä on vaadit-
tava aina kasvipassi, joka on säilytettävä siltä varalta, että tauti ilmenee kasvukaudella. Työko-
neiden puhdistamisesta on huolehdittava, jos niitä käytetään pelloilla, joiden terveydestä ei
ole täyttä varmuutta.

Pahkamätävaaaran vuoksi sipuleja ei saisi olla kierrossa useammin kuin joka viides vuosi. Pitkä-
kään kierto ei puhdistu kunnolla maata, sillä pahkamädän pahkat säilyttävät tartutuskykynsä
yli kymmenen vuotta. Muista pahkoja tuottavista taudeista poiketen sipulinpahkamätä voi
tartuttaa juuret jopa 30 cm:n syvyydestä, joten syväkyntö ei vähennä tartuntavaaraa saastu-
neilla lohkoilla.

Sipulinnaattihome

Naattihome (*Pernospora destructor*) voi aiheuttaa sateisina kesinä erittäin suuria satotappioita
lakastuttamalla naatit kesken kasvukauden. Itiöiden syntymiseen tarvitaan yli 95 % suhteelli-
nen kosteus ja lämpötila välillä 4–24 °C. Tartunnan jälkeen naatteihin ilmestyy noin kahden
viikon kuluessa harmahtavia homelaikkuja, jotka leviävät nopeasti kellastuttaen ja lopulta tap-
paen kaikki naatit (Kuva 59).

Naattihome leviää istukassipulin mukana. Tauti voidaan torjua istukkaiden lämpökäsittelyllä.
Upotuskäsittelyssä istukkaita liotetaan yksi tunti 40-asteisessa vedessä. Käsittely voidaan teh-
dä myös kuivana, jolloin istukkaita pidetään 24 tuntia 40 asteen lämmössä.



Kuva 59. Naattihomeen vioitusta luomusipulissa. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Harmaahome

Sipulilla ja purjolla esiintyy harmaahomeesta omat lajinsa, *Botrytis allii* ja *B. porri*. Sipulinharmaahome iskeytyy herkimmin tuleentumattomaan sipuliin naattien puoleisesta päästä (Kuva 60). Taudinaiheuttaja alkaa tavallisesti pilata sipulia vasta varastossa.

Tauti aiheuttaa eniten harmia sateisina vuosina, jolloin sipulin naatit eivät ehdi tuleentua kunnolla ennen sadonkorjuuta. Tuhoja voidaan vähentää tuleennuttamalla sipuleita noston jälkeen ja huolehtimalla sadon huolellisesta kuivattamisesta ennen varastointia.



Kuva 60. Sipulinharmaahomeen oireet alkavat tavallisesti naatin puoleisesta päästä. Kuva: Asko Hannukkala.

Fusarioosit

Fusarium oxysporum- ja muiden *Fusarium*-lajien aiheuttama fusarioosi vioittaa sipulin juuria ja pahimmillaan pysäyttää kasvien kasvun. Fusarioosissa mätäneminen alkaa juuristosta, kun taas harmaahomevioitus alkaa sipulin yläosasta (Kuva 61). Varastossa tauti heikentää sipulien säilyvyyttä. Fusarioosit leviävät istukkaankin mukana, mutta tartunta voi olla peräisin myös maasta.

Tautia estetään käyttämällä tervettä istukassipulia ja noudattamalla riittävää viljelykiertoa. Istukkaiden terveyttä on kuitenkin joskus vaikea arvioida silmävaraisesti, sillä tutkimuksissa on todettu, että myös terveen näköisessä istukkaassa voi olla piilevää saastunutta. Selvästi tautioireisia istukkaita ei kuitenkaan kannata maahan laittaa. Viljelykiertoa suunniteltaessa kannattaa välttää hennettä samassa kierrossa sipulin kanssa, sillä näillä kasveilla on todettu esiintyvän samoja *Fusarium*-kantoja.

Yksi keino vähentää tautiongelmia luomusipulilla on sipulin viljeleminen esikasvatetuista taimista istukkaiden sijaan (Kivijärvi 2019). Taimisipulia viljeltäessä lisäysmateriaali on yleensä puhdasta, mutta maasta tapahtuva *Fusarium*-saastunutta voi aiheuttaa tautia ja tappioita. Viljelykokeissa taimisipulisato on kuitenkin yleensä ollut melko tervettä, mutta satoisuudeltaan taimisipuli ei aina vastaa istukkaasta tuotettua sipulia.



Kuva 61. Harmaahomeen ja sipulinnäivetteen (*Fusarium*) vioittamat sipulit. Kuva: Pirjo Kivijärvi

3.3.3. Tuholaiset

Sipulikärpänen (*Delia antiqua*)

Tuntomerkit ja elämänkierto

Aikuinen sipulikärpänen on 5–7 mm pitkä, väriltään vaalean harmaa. Jalat ovat mustat ja siivet vaalean kellertävät. Munat ovat 1,1–1,3 millin pituisia, valkeita ja pitkittäisuurteisia. Naaras aloittaa muninnan noin 10 päivää parittelun jälkeen ja laskee munat sipulikasvien tyvelle

maahan tai kasvin lehdille pieniin ryhmiin. Maassa suurin osa munista on 10 mm:n etäisyydellä versosta. Kellertävän valkeat ja jalattomat toukat kuoriutuvat noin viikon kuluttua muninnasta. Ne kaivautuvat sipulin tyvelle syömään, ja suuret toukat saattavat edetä riviä pitkin seuraaville kasveille. Toukat kehittyvät täysikokoisiksi, 8–9 mm pitkiksi, noin kolmessa viikossa, minkä jälkeen ne koteloituvat noin 6 mm pitkään ruskeaan tynnyrikoteloon. Aikuiset kärpäset ovat valmiita kuoriutumaan noin 17 päivän kuluttua, mutta suurin osa koteloista jää talvehtimaan peltomaahan. Sukupolvia on yleensä 1–2 vuodessa.

Tarkkailu

Sipulikärpästen esiintymistä voidaan tarkkailla laskemalla niiden munia sipulien tyveltä. Maanäytteet otetaan viikoittain. Munat voidaan erottaa helposti maasta kaatamalla näyte vesiastiaan. Munat kelluvat veden pinnalla. Toistaiseksi ei ole oloissamme testattuja torjuntakynnyksiä. Tarkkailutietoja voidaan käyttää lähinnä päätettäessä torjunnan ajoittamista (harsojen ja verkkojen käyttöaika). Syksyllä otettavien maanäytteiden avulla voidaan selvittää maassa olevien koteloiden määrä ja sillä perusteella saada arvio talvehtivasta kannasta ja tulevasta torjuntatarpeesta.

Aikuisten kärpästen lentoa voidaan tarkkailla liimapyydysten avulla, mutta tunnistaminen vaatii asiantuntemusta. Sipulikärpästen tarkkailussa valkoisten liima-ansojen on todettu olevan neljä kertaa tehokkaampia kuin keltaisten. 20–30 cm:n korkeudelle maanpinnasta sijoitetut ansat pyydystivät tehokkaammin kuin korkeammalle sijoitetut. Täysikasvuissa sipulikasvustossa naaraat suosivat kasvuston sisäosia, kun taas koiraiden osuus nousee suhteessa ansan korkeuteen.

Torjunta

Sipulikärpänen on paikallinen tuholainen, joten viljelykierto on keskeisessä osassa torjuntaa. Suurin osa kärpäsisistä liikkuu alle kaksi kilometriä. Mitä kauemmas uusi lohko voidaan sijoittaa edellisestä, sen todennäköisemmin sipulikärpäsisistä ei ole ongelmaa. Verkkojen ja harsojen käyttö sipulikärpäsen torjunnassa on mahdollista, mutta kohonnut kosteus etenkin yöaikaan voi altistaa sipuleita naattihomeelle. Luomupelloilla sipulikärpästen määrä on ollut vähäinen. Syytä tähän ei tunneta, mutta on arveltu, että sipulikärpästen määrään saattaa vaikuttaa luomusipulilla yleisesti rikkaruohontorjuntaan käytetty liekitys, jonka aiheuttama kuumuus saattaa tappaa munia maan pinnalta.

Luontaiset viholliset

Lyhytsiipisistä *Aleochara bilineata* pystyy syömään suuren määrän sipulikärpäsen munia ja loisisimaan niiden koteloissa. Amerikkalaisessa tutkimuksessa on todettu, että maakiitäjäisiin kuuluva *Bembidion quadrimaculatum* käyttää ravinnokseen sipulikärpäsen munia ja ensimmäisen asteen toukkia, jopa 25 munaa päivässä. Pellolla tehdyissä häkkitutkimuksissa *B. quadrimaculatum* pystyi vähentämään kärpästen määrää jopa 57 %. *B. quadrimaculatum* on yleinen laji myös suomalaisilla pelloilla.

Sipuliverkkokoi (*Agrolepiopsis assectella*)

Tuntomerkit

Sipuliverkkokoin siipien kärkiväli on noin 16 mm. Etusiivet ovat harmaanruskeat, osittain tumman ruskeiden laikkujen peittämät. Etusiipien kärjissä on vaaleita laikkuja ja keskivaiheilla takareunassa yksi selvästi erottuva kolmiomainen valkea täplä, jossa voi olla mustia suomuja. Takasiivet ovat vaalean harmaat, väri on tummempi siipien kärjissä kuin tyvellä. Toukka on hyvin vaalean vihertävänkeltainen. Sillä on ohuet vaalean kellertävät sukaset ja harmaat nystyrät. Toukan pää on punertavänkeltainen.

Elämänkierto

Sipuliverkkokoihavainnot viittaavat kahden sukupolven esiintymiseen Suomessa. Koi talvehtii ilmeisesti aikuisena. Munintansa se aloittaa touko-kesäkuun vaihteessa. Se lentää aktiivisimmin iltayöstä. Naaras munii noin 100 munaa, jotka ovat soikeita, väriltään kermanvalkeita ja 0,5 mm pitkiä. Toukka kuoriutuu muutaman päivän kuluttua. Toukka aloittaa vioituksen miinaamalla lehtien yläosissa ja kaivautumalla sipulin kasvupisteeseen. Lopputuloksena voi olla repaleinen kasvi, joka kuolee kasvupisteen tuhouduttua. Sipuliverkkokoi vioittaa lähinnä purjoa, mutta myös kepa-, valko- ja ruhosipuli ovat sopivia isäntäkasveja. Sipuliverkkokoita on tavattu eri puolilla Etelä- ja Keski-Suomea, mutta suurin osa havainnoista painottuu eteläranikolle.

Tarkkailu ja torjunta

Sipuliverkkokoin tarkkailuun on saatavissa kaupallinen feromonivalmiste. Tarkkailua kannattaa tehdä rannikkoalueilla ja paikoilla, joissa sipuliverkkokoita on aiemmin havaittu.

Sipuliverkkokoin muninta voidaan estää käyttämällä harsoja tai verkkoja alkukesällä. Kaupallisesti myös Suomesta saatavilla olevan munakiilupistiäisen (*Trichogramma brassicae*) on osoitettu vähentävän sipuliverkkokoin toukkavaurioita yli 50 %, kun parasitoidia vapautettiin edellisen aikuissukupolven lennon aikana.

Sipuliverkkokoin toukat syövät alussa sipulikasvien lehtiä. Toisen sukupolven torjunnassa strategiana on poistaa naatit, ennen kuin toukat siirtyvät sipuleihin ja aiheuttavat vaurioita varastoinnin aikana. Menetelmä on tehokas joillekin sipulikasveille, eikä se heikennä sipulien laatua varastoinnin aikana.

Tupakkaripsiäinen (*Thrips tabaci*)

Tupakkaripsiäinen on maailmanlaajuisesti levinnyt tuholainen, jolla on laaja isäntäkasvikirjo. Avomaavihanneksista sitä tavataan lähinnä sipuleilla ja kaaleilla. Tupakkaripsiäinen on neulamaisen kapea noin 0,8–1 mm pitkä kellanruskea hyönteinen, jolla on kapeat ripsireunaiset siivet.

Vioitus

Ripsiäiset (sekä toukat että aikuiset) imevät kasvisoluja tyhjiksi, joka aiheuttaa tyypillisen hopeakiilloksi kutsutun oireen sipulin naateissa. Ne aiheuttavat vakavia vaurioita kasveille, joiden lehdillä on tiivis kasvutapa. Syönnin jatkuessa vioittunut solukko voi kellastua ja kuivua, ja se voi lopulta ruskettua ja kuolla. Sipulit, joilla on pyöreämpi lehtirakenne ja joilla on kiiltävämmät lehdet, ovat yleensä vähemmän alttiita vaurioille. Punasipulit ovat erityisen alttiita

ripsiäisen vaurioille. Ripsiäiset ovat haitallisimpia, kun ne syövät kasvia sipulin kehityksen alkuvaiheessa. Runsas ripsiäisten määrä voi vähentää sekä sipulin satoa että varastointilaatua. Tupakkaripsiäinen voi myös levittää viruksia.

Tarkkailu ja torjunta

Ripsiäispopulaatiot voivat kehittyä hyvin nopeasti etenkin kuivalla ja lämpimällä säällä. Syvällä lehtien välissä kehittyvät toukat jäävät helposti huomaamatta. Uudessa Seelannissa ripsiäisiä tarkkaillaan sipulilta siten, että lasketaan ripsiäiset 25 kasvin lehdiltä hehtaaria kohti. Teksasissa vertailtiin eri menetelmiä sipulilla suoraan laskentaan kasvilta. Vaikka siniset kuppiansat pyysivät ripsiäisiä paremmin kuin valkoiset, kasveilta laskemista pidettiin luotettavimpana tarkkailumenetelmänä sipulilla.

Ripsiäisille alttiita, kasveja kuten kaalia tai sipulia, ei tulisi istuttaa viljelykierrossa syysvehnän tai rukiin jälkeen, koska ne tarjoavat ripsiäisille hyvät talvehtimisoloit. Kuivuusstressi lisää ripsiäisvioletusta, joten riittävästä kastelusta on syytä huolehtia. Luontaisista vihollisista petopunkit, rikkaluteet (*Orius* sp.), ja harsokorennot syövät usein ripsiäisiä.

3.4. Punajuurikas

3.4.1. Rikkakasvit

Punajuuren alkukehitys on yhtä hidasta kuin porkkanalla ja muutenkin sen viljely muistuttaa porkkanan viljelyä, joten käytettävissä olevat rikkakasvien suorat torjuntatoimet ovat samankaltaisia kuin porkkanalla. Ennen punajuurikkaan taimettumista rikkakasveja voidaan torjua liekittämällä kuten porkkanalla (kappale 3.1.1). Punajuurikas tosin taimettuu yleensä nopeammin kuin porkkana, joten aikaikkuna liekitykseen on lyhyt. Punajuurikkaan taimettumisen jälkeen rikkakasvit torjutaan pääasiassa haraamalla. Punajuurta viljellään yleisimmin tasamaalla, mikä helpottaa riviväliharan säätämistä ja ajamista harjuviljelyyn verrattuna. Toisaalta punajuurten paksuuntuminen on otettava huomioon kasvukauden viimeisissä harauksissa. Rikkakasviharoja ja -harjoja esitellään kappaleessa 2.1.2. Punajuurikasriveistä rikkakasvit joudutaan kitkemään käsin. Kitkentäalusta helpottaa kitkentätyötä (Kuva 33).

3.4.2. Kasvitaudit

Punajuurikkaalla ei yleensä ole merkittäviä tautiongelmia, jos viljelykierto on kunnossa. Vihannesvoittoisessa viljelykierrossa erilaiset sienitaudit sekä rupibakteeri voivat yleistyä ja aiheuttaa punajuurikkaaseen vaurioita kasvukaudella tai varastoinnin aikana.

Taimipolte

Pythium-sienet voivat aiheuttaa nuorissa juurikkaan taimissa taimipoltetta, jonka seurauksena kasvustoista tulee aukkoisia. Taimipolteesta selviytyneet tartunnan saaneet kasvit tuottavat juurikkaan, jonka yläosassa on laatua heikentäviä, rengasmaisesti juurta ympäröiviä kuroutumia.

Rupi

Kuivina vuosina punajuurikkaista voi tulla rupisia (Kuva 62). Rupea aiheuttavat samat *Streptomyces*-suvun sädebakteerit, jotka vioittavat porkkanaa ja perunaa.



Kuva 62. Rupilaikkuja luomupunajuuren pinnalla. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Lehtilaikkutaudit

Lehtilaikkutaudit (*Ramularia*, *Cercospora*) aiheuttavat punajuurikkaan lehtiin kuoliolaikkuja, joita usein kehystää punertava reunus. Aikaisin iskeytyessään lehtilaikut voivat vähentää merkittävästi yhteyttävää lehtialaa ja johtaa suuriin sadonalennuksiin. Lehtilaikkutautien ilmaantuminen on merkki liian usein toistuvasta punajuurikkaan viljelystä samalla lohkolla.

3.4.3. Tuholaiset

Juurikaskirppa (*Chaetocnema concinna*)

Juurikaskirpat ovat 2–3 mm pitkiä, kuperia ja kiiltävän mustia kovakuoriaisia. Aikuiset vioittavat juurikkaita ja raparperia nakertelemalla reikiä ja kuoppia lehtiin. Voimakas vioitus saattaa tappaa pienen taimen kokonaan. Kuiva ja lämmin sää pahentaa tuhoja, koska silloin kirpat liikkuvat aktiivisesti ja taimet kuivuvat nopeasti.

Luteet

Peltoluteet ja juurikaskirpat aiheuttavat tavallisesti pahimmat tuhot juurikkaille. Peltoluteiden imentävioitus näkyy ensin kasvupisteen tummumisena, myöhemmin ruusukemaisena kasvuna. Peltoluteiden lisäksi juurikkailta esiintyy myös **jauhosavikkaludetta (*Piesma maculata*)**, jonka aiheuttama vioitus on samankaltaista kuin peltoluteen. Jauhosavikkalude on kooltaan pienempi (2,5–3 mm) kuin peltolude. Se on soikea, litteä ja väriltään harmahtava. Lajin peitinsiivet ovat mustapisteiset.

Juurikaskärpänen (*Pegomya hyoscyami*)

Juurikaskärpäset muistuttavat kaalikärpäsiä. Ne ovat kooltaan 5–6 millin mittaisia, väriltään tuhkanharmaita, mutta niiden raajat ovat vaaleat (kaalikärpäksillä mustat).

Elämäntieto ja vioitus

Juurikaskärpäset talvehtivat maassa kotelossa. Aikuiset kuoriutuvat kesäkuun alusta lähtien. Naaraat munivat juurikkaan lehtien alapinnoille. Muninta kestää noin kuukauden ajan. Toukat kuoriutuvat 2–7 vuorokauden kuluttua muninnasta ja elävät juurikkaan lehdistä miinaajina. Aluksi niiden tekemät käytävät ovat kapeita ja rihmamaisia. Toukkien kasvaessa käytävät laajentuvat suuriksi kuivettuviksi rakkuloiksi. Täysikasvuiset toukat ovat 8–9 millia pitkiä ja väriltään kellanvalkoisia. Toukat kasvat täysikokoisiksi 10–14 päivässä ja pudottautuvat sitten maahan koteloitumaan. Juurikaskärpäsellä lienee kaksi sukupolvea kesässä. Myös toisen sukupolven toukat elävät miinaajina. Juurikaskärpäsen lisääntyminen monivuotisessa viljelykierrossa on epätodennäköistä, jos kierrossa ei ole mukana muita juurikaskärpäsen isäntäkasveja: sokeri- tai rehujuurikasta, pinaattia tai mangoldia. Luonnonvaraisista kasveista kärpänen voi lisääntyä savikalla ja hullukaalilla.

Torjunta

Nuoret taimet kärsivät vioituksesta pahiten. Ennakoivana torjuntana käytetäänkin aikaista kylvää, jotta taimet ehtisivät kehittyä sirkkataimivaiheen ohi ennen vioituksen alkua. Juurikaskärpäsen tiedetään hyötyvän paljaista riviväleistä. Ruotsalaisessa tutkimuksessa ohran kylväminen riviväleihin vähensi juurikaskärpästen vioitusta ja juurikaskuoriaisten (*Atomaria linearis*) määrää. Loispetoja esiintyy yleensä runsaasti juurikaskärpäsen toisen sukupolven toukissa. Juurikaskärpäsen tuhot ovat olleet voimakkaita viileinä ja sateisina kesinä, koska luontaiset viholliset lisääntyvät näissä oloissa huomattavasti enemmän kuin juurikaskärpäset.

Juurikasankeroinen (*Heterodera schachtii*)

Juurikasankeroinen on sukkulamato, joka vioittaa sokerijuurikasta. Juurikasankeroisen isäntäkasveja on noin 80 % savikkakasveista ja ristikkukkasveista: sokerijuurikas, punajuuri, pinaatti, mangoldi, kaali, kukkakaali, parsakaali, ruusukaali, rypsi, rapsi, retiisi, kyssäkaali, lanttu, nauris sekä rikkakasveista mm. vesiheinä, savikka, lutukka. Keväällä toukat tunkeutuvat juurikkaan juuriin ja ankeroinen ottaa ravintonsa juuresta. Ankeroinen leviää maa-aineksen mukana.

Torjunta

Kevyillä mailla jo kymmenen ankeroisen toukkaa grammassa maata johti sadon alenemiseen. Jos ankeroistaso korkea (70–200 toukkaa/g maata) 1–2 vuotta viljaa ei alenna riittävästi ankeroistasoa, vaan viiden vuoden viljelykierto on suositeltava. Toisaalta keltasinappi on todettu melko resistentiksi, sillä tietyillä öljyretikka-lajikkeilla ei muodostunut kystia. Juurikasankeroista vähensivät vuosittain ohra 44 %, härkäpapu 42 %, sinimailanen 41 %, ruis 36 %, valkosinappi 'Saloon' 90 %, keltasinappi 'Rivona' 86 % sekä öljyretikka 'Colonell' 86 %.

Öljyretikkaa ja sinappeja on testattu saneerauskasveina Suomessa, mutta saneerausteho ei ole ollut yhtä korkea kuin ulkomaisissa tutkimuksissa. Öljyretikka ja valkosinappi ovat yksi-vuotisia kasveja, joita voi käyttää saneerauskasveina erikseen tai seoksena. Kannattaa tarkistaa vakuustodistuksesta, että lajikkeen ankeroisenkestävyys on saneerausluokka I. Kylvömääränä käytetään 10–25 kg/ha ja kylvösyvyys on 1 cm. Saneerauskasvi kannattaa niittää ennen

kukintaa, sillä se estää siementen muodostumisen ja edistää myös saneerausvaikutusta tehostamalla juurten kasvua ja verson haaroittumista. Saneerauskasvin jälkeen suositellaan kylvettäväksi viljaa.

Ruskohaiskiainen (*Aclypea opaca*)

Ruskohaiskiaiset ovat noin sentin pituisia, ruskeanmustia ja leveärakenteisia kovakuoriaisia. Toukat ovat väriltään kiiltävän mustia ja muistuttavat siiroja. Toukat ja aikuiset syövät lehtiä repaleisiksi lehden reunoista alkaen. Syöntikuvioiden reunat ovat tummat.

Ruskohaiskiaiset syövät puna-, sokeri- tai rehujuurikasta, pinaattia tai mangoldia. Luonnonvaraisista kasveista ne käyttävät ravinnokseen erityisesti savikoita ja maltsoja, joten savikkakasvien esiintymiseen juurikaskierrossa kannattaa kiinnittää huomioita.

3.5. Salaatit

3.5.1. Rikkakasvit

Salaatit istutetaan yleensä esikasvatetuista taimista, joten niillä on paremmat lähtökohdat kilpailussa rikkakasveja vastaan kuin siemenistä kylvettävillä vihanneksilla. Kuitenkin salaateilla taimiväli ja riviväli ovat aika suuret, joten kasvun alkuvaiheessa rikkakasveilla on paljon tilaa kasvaa. Kasvun alkuvaiheessa rikkakasvit harataan riviväleistä ja kitketään tarvittaessa taimiväleistä. Kasvuston ollessa vielä pientä voidaan sormiharalla ajaa läheltä salaattiriviä, jolloin voidaan vähentää käsin kitkentää. Myöhemmin kasvusto peittää pellon pinnan ja varjostaa hyvin rikkakasveja (Kuva 63).

Erilaisilla biohajoavilla katteilla voidaan yksivuotisia rikkakasveja torjua tehokkaasti salaattipenkeissä, mikäli kate säilyy ehyenä niin pitkään, että kasvusto on peittävä (Kuva 64). Käytössä on lähinnä tärkkelyspohjaisia biohajoavia kalvoja, joita on saatavilla eri vahvuisina. Koikeissa on testattu myös erilaisia paperikatteita, mutta niiden vetolujuus ja kestävyys oli tärkkelyspohjaisia biohajoavia kalvoja heikompaa (Salonen ym. 2017). Maanpinnan katteet vähentävät myös salaattinkerien likaantumista, mikä helpottaa kauppakunnostusta.



Kuva 63. Salaatin kasvun alkuvaiheessa rikkakasveilla on runsaasti tilaa kasvaa (vas.), mutta myöhemmin salaattikasvusto peittää hyvin pellon pinnan (oik.). Kuvat: Pirjo Kivijärvi (vas.), Veikko Hintikainen (oik.)



Kuva 64. Tärkkelyspohjainen biohajoava kalvo torjuu hyvin rikkakasvit salaattipenkissä. Kuva: Pirjo Kivijärvi

3.5.2. Kasvitaudit

Salaattikasveilla esiintyy siemen- ja maalevintäisiä taimipoltteita. Sateisina kesinä pahkahome ja joskus harmaahome tuhoavat salaatinkeriä. Lämpiminä kesinä salaatinkeriä puolestaan uhkaavat monet bakteeritaudit. Salaatilla esiintyy useita virustauteja, jotka eivät toistaiseksi ole aiheuttaneet tuhoja Suomessa.

Pahkahome ja harmaahome

Salaatissa pahkahome vaurioittaa lehtiä. Tauti on tuhoisa etenkin keräsalaateilla. Keriin muodostuu ruskeita kuoliolaikkuja, ja kosteissa oloissa tauti tunkeutuu nopeasti myös sisälehtiin. Koko kerä pehmenee ja muuttuu vetiseksi. Pinnalle muodostuu valkoista hometta ja taudille tyypillisiä mustia rihmastopahkoja.

Pahka- ja harmaahomeen tuhoja voidaan vähentää välttämällä liian tiheitä kasvustoja. Kosteutta ylläpitävien rikkakasvien, kuten pihatähtimön, tehokas torjunta vähentää pahkahome- ja harmaahomeriskiä.

Salaatin bakteeritaudit

Lämpiminä kesinä salaatinkeriä voivat pilata *Pseudomonas chicori*- ja *Ervinia carotovora* -bakteerit. Äärimmäisten kasvuolojen rasittamisissa kasveissa voivat aiheuttaa tuhoja lisäksi muutamia normaalisti kasveille haitattomat bakteerit.

Bakteeritaudit ovat tuhonneet joillakin viljelyksillä koko sadon vuosina, jolloin loppukesä on ollut helteinen. Bakteeritautien esiintyessä kerän päällimmäiset lehdet säilyvät pitkään terveinä, mutta niiden alla on laikkuisia, lopulta niljakkaaksi mädäntyneitä lehtiä. Hellejaksoina auringonpaiste nostaa salaatin kerän lämpötilan bakteereille suotuisiksi, ja kerän sisäosissa on riittävästi bakteeritoiminnalle välttämätöntä kosteutta.

Bakteeritauteja voidaan välttää vain viljelemällä taudinkestäviä lajikkeita. Viime vuosina uusimmat lajikkeet ovat selvinneet bakteereista melko pienin vaurioin, mutta vanhat lajikkeet ovat tuhoutuneet pahasti.

Salaatinlehtihome

Salaatinlehtihome (*Bremia lactucae*) aiheuttaa lehtiin lehtisuonten rajaamia, ruskeita kuolio-laikkuja, joissa muodostuu hentoa vaaleata homekasvustoa. Tautia pidetään salaatin viljelyn pahimpana uhkana. Suomen etelärannikolla lehtihome on yleinen. Sisä-Suomessa tautia ei ole vielä todettu, mutta viljelijöiden on varauduttava taudin leviämiseen.

Salaatinlehtihome leviää kasvustossa hyvin nopeasti sairaisissa lehdistä muodostuvien itiöiden avulla. Epidemian alettua mitään ei ole tehtävissä taudin pysäyttämiseksi. Tauti säilyy satojätteissä ja on uhkana intensiivisen salaatin tuotannon alueilla. Tauti pidetään kurissa ennen kaikkea viljelemällä kestäviä lajikkeita.

3.5.3. Tuholaiset

Salaattikirva (*Nasonovia ribisnigri*)

Tunnistus

Siivellisillä salaattikirvoilla on näkyvä mustia kuvioita takaruumissa. Kesäisännillä siivettömien salaattikirvojen pituus on 1,3–2,7 mm ja väritys vaihtelee vihreästä keltaiseen tai vaaleanpunaiseen, ja niillä on tummat segmenttien väliset skleriitit kunkin vatsasegmentin välissä. Selkäputket ovat vaaleat, tummakärkiset, hiukan kärkiä kohti kapenevat ja vähintään yhtä pitkät kuin cauda (häntämäinen lisäke).

Elämäntieto

Salaattikirva (syn. herukan salaattikirva) talvehtii munina mustaherukka- tai karviaismarjapensaissa. Munat kuoriutuvat keväällä, ja nymfit muodostavat pieniä kolonioita nuorten versojen kärkiin. Kun koloniat tiivistyvät touko- tai kesäkuussa, niissä kehittyy siivekkäitä kirvoja, jotka siirtyvät salaattiin ja muihin asterikasveihin. Peräkkäisiä sukupolvia kehittyy kesäisännillä syyskuuhun asti, jolloin siivekkäät kirvat muuttavat takaisin talvi-isäntäkasveille ja munivat talvimunat.

Salaattikirva on tuholainen sekä talvi- että kesäisännällä. Talvi-isäntäkasveilla, herukoilla, se aiheuttaa lähinnä lehtien käpristymistä ja kasvun hidastumista. Loppukesällä se on salaatin tärkein lehtikirva. Kirvakolonoiden nopea kehitys tekee kasvit kitukasvuiseksi, ja jopa pienet määrät kirvoja voivat vaikuttaa salaatin myyntikelpoisuuteen. Suuret populaatiot nuorilla kasveilla voivat estää kasvin kerimisen.

Torjunta

Uudessa-Seelannissa luontaiset viholliset, kuten eräs kirvakorentolaji, meripirkko (*Coccinella undecimpunctata*) ja kukkakärpäsiin kuuluvat kirvaritoukat, olivat riittäviä pitämään salaattikirvat luontaisesti kurissa. Luontaisten vihollisten ylläpitoon pellolla on esimerkiksi Kaliforniassa kokeiltu tuoksupielusten istuttamista salaattiriveihin salaattikasvien väliin.

Gamayökkönen (*Autographa gamma*)

Tunnistus

Aikuisen gammayökkösen etusiivet ovat harmaan ja punaruskean kirjavat ja niissä on valkoinen kreikkalaista gamma-kirjainta muistuttava kuvio. Siipien kärkiväli on 3,7–4,2 cm. Täysikasvuiset toukat ovat noin kolme senttiä pitkiä ja väriltään vihreitä (Kuva 65). Toukkien kyljissä ja selässä on tummemman vihreitä pitkittäisjuovia.



Kuva 65. Gammayökkösen toukka salaatilla. Kuva: Anne Nissinen

Elämäntieto

Gamayökkönen ei yleensä pysty talvehtimaan Suomessa, joten se vaeltaa vuosittain maamme etelämpää. Gammayökkösellä on kaksi sukupolvea kesässä. Ensimmäisen sukupolven aikuiset ovat yöaktiivisiä, joten saapuessaan kesäkuussa ne saattavat päästä munimaan huomaamatta ja tulevat havaituiksi vasta, kun suuret toukat syövä kasveja lehdettömiksi heinäkuussa. Vuoden 2018 invaasiossa toukat menivät koteloon heinäkuun jälkimmäisellä puoliskolla ja ensimmäiset uuden sukupolven aikuiset lentelivät jo elokuun alussa (Kuva 66). Kotelo-aika oli lyhyt noin viikon verran, mutta myös lämpötilat olivat poikkeuksellisen korkeita, mikä nopeutti kehitystä. Elokuussa kuoriutunut sukupolvi ei enää muninut, vaan ne muuttivat takaisin etelämmäksi. Tämä on havaittu englantilaisessa tutkimuksessa, jossa gammayökkösten muuttoa oli seurattu kymmenen vuotta. Ne tulevat touko-kesäkuussa lisääntymään Pohjois-Eurooppaan, ja uusi sukupolvi palaa syys-lokakuussa Välimeren ympäristöön, missä kesäkuunena on usein liian kuumaa niiden lisääntymiselle.

Vioitus

Gammayökkösen toukat ovat erittäin moniruokaisia, ja runsaina vaellusvuosina niitä saattaa esiintyä salaatin tuholaisina. Toukat ovat erittäin ahnaita kasvinsyöjiä: yksi toukka pystyy syömään muutaman viikon ikäisen salaatin taimen kokonaan parissa päivässä. Salaatin lisäksi gammayökkösiä on tavattu kaaleilta, lantulta, porkkanalta, juurikkailta, herneeltä, härkäpavulta, öljykasveilta, maissilta ja jopa perunalta.



Kuva 66. Gammayökkösen toisen sukupolven aikuiset ovat päiväaktiivisia, ja niitä tapaa lennentelemässä kukkien ympärillä. Lennossa siiveniskut ovat nopeita, joten tyypillistä tuntomerkkiä, vaaleata gamma-kuviota etusiivessä, voi olla vaikea havaita. Kuva: Anne Nissinen

Tarkkailu ja torjunta

Ensimmäinen sukupolvi on yöaktiivinen, joten kannattaa seurata perhosharrastajien valoilta tekemiä havaintoja touko-kesäkuussa, jotteivat toukkatuhot pääse yllättämään heinäkuussa.

Gammayökkönen esiintyy harvoin niin runsaana Suomessa, että se aiheuttaa merkittäviä tuhoja viljelykasveilla. Vuotta 2018 edeltävät vakavat tuhot on raportoitu vuodelta 1946. Toisaalta ilmaston lämpeneminen saattaa lisätä Suomeen saakka ulottuvien vaellusten esiintymistä sään muuttuessa Pohjois-Afrikassa lajin lisääntymisen kannalta epäsuotuisaksi. Satunnaisten tuhojen yhteydessä luontaisten vihollisten populaatiot eivät ehdi kehittyä tasolle, joka pitäisi kannan kurissa. Harson tai verkon käyttö alkukasvukaudella estää muninnan ja siten myöhemmät toukkien tuhot. Vuoden 2018 massaesiintyvän yhteydessä *Bacillus thuringiensis*-valmistetta käytettiin toukkien torjuntaan.

Etanoille maistuu moni herkku

Suomessa avomaalla tuholaisina esiintyvät useimmin valepeltoetana (*Deroceras reticulatum*) ja peltoetana (*D. agreste*), joista harmaanruskea valepeltoetana on tuholaisena pahempi kuin vaalea peltoetana. Valepeltoetana elää 9–13 kuukautta. Aikuiset valepeltoetanat pystyvät talvehtimaan, mutta normaalisti laji säilyy talven yli munana. Etanat munivat läpikuultavia, harmahtavia, pyöreänsoikeita munia kasvien tyvelle maan pinnalle tai maan rakoihin. Viime aikoina on levinnyt voimakkaasti espanjansiruetana (*Arion vulgaris*), joka on kansallisesti haitalliseksi säädetty vieraslaji. Katso lisätietoja: <https://vieraslajit.fi/lajit/MX.52801>. Toinen hiljattain maahan saapunut vieraslaji on mustapäätana (*Krynickillus melanocephalus*), joka sekkin on kansallisesti haitalliseksi säädetty vieraslaji. Katso lisätietoja: <https://vieraslajit.fi/lajit/MX.5017394>.

Etanat ovat moniruokaisia: ne syövät tuoretta ja hajoavaa kasvimateriaalia sekä sieniä ja leviä. Niillä on raastinrautamainen kieli, jolla ne jyystävät kasvin pintaan koloja. Etanan syöntijälki voidaan tunnistaa sen ympärillä olevasta kuivuneesta limavanasta. Etanat vioittavat vihanneksia, salaattia, mansikkaa ja perunaa. Ne syövät myös siemeniä, jolloin kasvusto ei taimetu ollenkaan (esimerkiksi viljat).

Maanmuokkaus tehokkainta torjuntaa

Tärkein etanoiden torjuntakeino on perusteellinen muokkaus, joten auraton viljely ja kevyt muokkaus lisäävät etanariskiä. Kyntäminen vähentää etanoita 70–90 %. Kasvualustan jyrkimisen kolmeen kertaan on todettu vähentävän etanoita 25 %. Muokkaus tappaa etanoita mekaanisesti ja altistaa niitä saalistajille. Etanoiden luontaisia vihollisia ovat hyönteisistä maakiitäjäiset ja lyhytsiipiset. Nisäkkäistä etanoita syövät erityisesti siilit ja linnuista varikset, närhet, lokit, ankat, mustarastas ja muut rastaat sekä kottarainen.

Vihanneslohkon ympärille voidaan perustaa muokattava ”pyyntikaista”. Maan pinnalle levitetään ruohosilppua, jonka suojiin etanat menevät kuivalla säällä. Etanat voidaan hävittää muokkaamalla kaista säännöllisesti esimerkiksi jyrsimellä.

Pyödyksiä pienille pinta-aloille

Pienillä alueilla etanoita voi torjua käsin poimimalla. Etanoille voi käyttää myös erilaisia pyödyksiä. Tarkkailuun vihannesmailla voi käyttää lesepyödystä, jossa vehnäleseitä laitetaan alassuin käännetyn lautasen alle houkuttelemaan etanoita. Nestepyödyksissä houkuttimina voidaan käyttää olutta, maitoa tai vettä, sokerin ja hiivan seosta. Houkutusneste laitetaan astiaan, joka upotetaan maahan. Astian reuna pitäisi jättää 1–1,5 cm maanpinnan tason yläpuolella, ettei ansaan joutuisi maakiitäjäisiä ja lyhytsiipisiä, jotka ovat etanoiden luontaisia vihollisia. Etanat pystyvät liukumaan astian reunan yli ja menemään syöttiin, vaikka reuna olisi maanpintaa korkeammalla. Jotta syötit olisivat tehokkaita, niitä on oltava melko tiheässä ja houkutusneste tulee vaihtaa muutaman päivän välein. Englantilaiset ovat kehittäneet olutsyöttistä myös kaupallisen tuotteen.

Kulkuesteitä

Kalkkia, tuhkaa ja rikottuja munankuoria voidaan käyttää estämään etanoiden siirtymistä lohkolle. Kupari toimii fysikaalis-kemiallisena esteenä. Etanan ”jalka” erittää happaman limakerroksen, jonka päällä etana liikkuu. Joutuessaan kuparin kanssa kosketuksiin hapan lima aiheuttaa elektrolyyttisen reaktion, eikä etana pysty ylittämään kuparia. Kyljelleen asetetun laudan yläreunaan kiinnitetään kuparinauha etanoiden esteeksi. Yhdysvalloista on saatavana etanan torjuntaan tarkoitettua kuparinauhaa esim. internetin kautta.

Sukkulamadot

Etanoille on kehitetty *Phasmarhabdis hermaphrodita* -sukkulamatoihin perustuva biologinen torjuntamenetelmä. Sukkulamadot elävät luontaisesti maassa, ja tätä kyseistä lajia on eristetty nurmi-, vehnä- ja rypsielloilta. *P. hermaphrodita* -sukkulamadot loisivat useissa eri etanalajeissa. Tyypillinen *P. hermaphrodita* -infektion oire etanoilla on selässä olevan kilven pullistuminen. Etanoiden syönti vähenee 90 % neljässä päivässä, vaikka etanat kuolevat vasta 1–3 viikon kuluttua infektiosta. Sukkulamatoja on saatavana kaupallisena valmisteena, jota markkinoidaan useilla eri nimillä (mm. Nemaslug). Sukkulamadot toimitetaan savirakeissa, jotka voidaan luottaa veteen ja levittää saastuneille kasveille. Kaupallisella valmisteella ei tietävästi ole suomalaista maahantuoja, eikä sen tehoa ole tutkittu Suomen olosuhteissa. Ulkomaisissa kokeissa sillä on saatu kemiallista torjuntaa vastaava teho, jos sukkulamatoja on levitetty 3 x 10⁹ kpl/ha.

3.6. Palkokasvit: herne, härkäpapu

3.6.1. Rikkakasvit

Herneen rikkakasveja voidaan torjua myöhästetyllä kylvöllä sekä rikkakasviäestyksin ja riviväliharauksin. Kasvustossa tehtävissä käsittelyissä on tärkeää, että ne tehdään ennen kuin kasvustot sulkeutuvat eli vierekkäisten rivien kärhet kasvavat toisiinsa kiinni. Jos näin ehtii tapahtua, on todennäköistä, että hernekasveja repeytyy koneiden mukaan.

Herne taimettuu kohtalaisen hitaasti, joten rikkaäestys ennen kylvöä on mahdollinen (Kuva 67). Suomalaisessa opinnäytetyössä tutkittiin pakasteherneen rikkaäestystä 1–2 kertaa taimettumisen jälkeen (Lukkaroinen 2019). Tulosten mukaan kaksi rikkaäestyskertaa alensi rikkakasvien kuivapainon puoleen (tai alle) verrattuna käsittelemättömään. Yksikin äestyskertaa auttoi vähän. Aivan kemiallisen torjunnan tehoon rikkaäestyksellä ei päästy. Rikkaäestyksessä herneen taimien määrä väheni jonkin verran, mutta satoon vaikuttavia tappioita ei tullut. Tutkimuksen tekijä toteaa, että myös ennen taimettumista tehtävän rikkakasviäestyksen tehoa pitäisi tutkia.



Kuva 67. Herneen rikkakasviäestystä melko myöhäisessä kasvuvaiheessa. Kuva: Timo Lötjönen.

Härkäpavun mekaanista rikkakasvitorjuntaa ei ole juuri tutkittu Suomessa, mutta samat toimet ovat mahdollisia kuin herneelläkin: myöhästetty kylvö, rikkakasviäestykset ja riviväliharaukset. Härkäpavulla ei ole samanlaisia kärhiä kuin herneellä, joten mekaanisten toimien pitäisi olla jopa helpompia.

3.6.2. Kasvitaudit

Pahimmat tuhot herneelle aiheuttaa lakastumistauti, joka voi tappaa koko kasvuston ennen herneen kukintaa. Tyvitaudit tappavat ennenaikaisesti yleensä yksittäisiä kasveja. Niitä esiintyy useimmilla hernepelloilla, mutta satotappiot ovat normaalisti pieniä. Lehtilaikkutautien ilmaantuminen kasvustoon on merkki liian usein toistuvasta herneen viljelystä samalla loholla. Sadevuosina pahkahome ja harmaahome mädättävät lakoutuneita herne- ja papukasvustoja.

Herneenlakastumistauti

Herneenlakastumistauti on tuhoisin hernettä vaivaavista taudeista. Taudin aiheuttaa maassa elävä munasieni, *Aphanomyces eutheices*, joka vioittaa herneen lisäksi papua ja sinimailasta. Pinaatissa taudinaiheuttaja voi lisääntyä vaikkei aiheuta sille pahoja vioituksia.

Tauti tuhoaa kasvien juuria ja tyviosia (Kuva 68). Taimivaiheessa sairastuneet kasvit yleensä kellastuvat ja kuolevat. Märkinä vuosina hernekasvusto saattaa tuhoutua ennen kukintaa, jolloin satoa ei saada lainkaan. Myöhään kesällä sairastuneet kasvit eivät kuole, mutta niiden sadontuottokyky heikkenee suuresti.

Lakastumistauti säilyy maassa munaitiöinä. Herneen juuristovyöhykkeessä munaitiöt itävät ja rihmasto tunkeutuu herneen juuriin. Juuristossa sienirihma etenee rajulla vauhdilla, ja kasvin heiketessä taudinaiheuttaja alkaa tuottaa uusia munaitiöitä. Juurista munaitiöt joutuvat kasvijätteen mukana maahan. Ne säilyvät tartutuskykyisinä 6–10 vuotta.

Tauti ei onneksi ole vielä kovin yleinen ja sen yleistymistä voidaan ehkäistä hyvää viljelykiertoa noudattamalla. Lakastumistaudin tuhojen ehkäisemiseksi hernettä voi viljellä enintään joka viides vuosi samalla paikalla. Herneen viljelyssä on pidettävä vähintään kymmenen vuoden tauko, jos lakastumistautisia kasveja löytyy hernepellostosta.

Munaitiöt kulkeutuvat herkästi työkoneisiin tai jalkineisiin tarttuneen mullan mukana uusille kasvupaikoille. Muokkaustoimet levittävät tautia lohkon sisällä. Koneet ja jalkineet on pestävä erityisen hyvin poistuttaessa saastuneelta tai sellaiseksi epäillyltä lohkolta.



Kuva 68. Lakastumistaudin vioittamia herneenversoja. Kuva: Asko Hannukkala.

Suklaalaikku

Härkäpavun lehtiä vioittavaa suklaalaikkua aiheuttaa *Botrytis fabae* -sieni. Myös harmaahomeen aiheuttaja, *Botrytis cinerea*, voi aiheuttaa lehtilaikkua härkäpavulla ja herneellä. Tauti alkaa punaruskeina pistemäisinä laikkuna (Kuva 69), jotka voivat kostealla säällä levitä ja

tuhota merkittävän osan lehtialasta. Taudinaiheuttaja hyökkää tehokkaimmin huonokuntoisiin tai kellastuviin lehtiin ja saattaa hyvissä olosuhteissa levitä vasta ensimmäisten alalehtien kellastuessa.

Taudinaiheuttaja muodostaa itiöitä sairastuneissa kasvinosissa, ja itiöt leviävät ilman ja sateen välityksellä. Kosteat olosuhteet ja tiivis kasvusto suosii taudin kehittymistä. Tasapainoisella lannoituksella ehkäistään ennenaikaista kellastumista ja parannetaan kasvuston taudinkestävyyttä. Tauti säilyy maassa ja kasvijätteessä ja tuhojen voidaan ehkäistä viljelykierrolla. Tautia voidaan hallita myös käyttämällä kestäviä lajikkeita.



Kuva 69. Suklaalaikun ensimmäiset oireet härkäpavun lehdissä. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Pahkahome ja harmaahome

Pahkahome voi mädännyttää herne-, papu- ja apilakasvustoja sadekesinä. Tiheässä kasvustossa tauti ilmenee laikkuina, joissa kaikki kasvit ovat tuhoutuneet. Tauti iskeytyy lisäksi herkästi pavun ja herneen palkoihin, joihin muodostuu vitivalkoista pumpulimaista hometta ja palot mätänevät käyttökelttomiksi. Valkoiseen rihmatoon kehittyy palkoihin, varsien pinnalle tai sisälle pahkahomeelle tyypillisiä tummanruskeita rihmastopahkoja.

Harmaahome tuhoaa versoja samantapaisesti kuin pahkahome, mutta kasveissa on yleensä likaisenharmaata pölyävää homekasvustoa. Herneessä harmaahome iskeytyy usein palkojen kärkiin, jotka ruskettuvat, ja vähitellen koko palko tuhoutuu.

Tyvi- ja lehtilaikkutaudit

Tyvi- ja lehtilaikkutauteja herneellä ja härkäpavulla aiheuttavat mm. *Fusarium*-, *Ascochyta pinodella*- ja *Mycosphaerella pinodes* -sienet. *Ascochyta*- ja *Mycosphaerella*-sienet vioittavat vain palkokasveja. *Fusarium*-lajit ovat yleisiä taudinaiheuttajia useimmilla peltoviljelykasveilla.

Tyvitaudit ilmenevät tyviosien ja juurten ruskettumisena, minkä seurauksena kasvit jäävät kitukasvuiseksi tai kuivuvat ennenaikaisesti. Tyvitaudit eivät ole läheskään yhtä tuhoisia kuin herneenlakastumistauti, mutta niitä esiintyy hyvin yleisesti herneviljelyksillä. Tyvitauteja

aiheuttavat sienilajit vioittavat myös herneen ja härkävavun lehtiä ja palkoja. Siemenissä esiintyessään ne heikentävät itävyyttä.

Tyvitauteja aiheuttavat sienet säilyvät ja leviävät satojätteistä maassa. Lisäksi ne voivat kulkeutua kylvösiemenessä. Maasta leviäviä tyvitauteja pidetään kurissa viljelykierrolla, jossa hernetä viljellään enintään viiden vuoden välein. Siemenessä leviäviin tyvitaudinaiheuttajiin tehoa peittäus sädesienivalmisteella.

Hernetä ei kannata käyttää siemeneksi, jos kotona tehdyssä itävyystestissä on paljon homeisia tai vioittuneita taimia. Tarkemmat tiedot siemenen terveydestä saa teettämällä itävyys- ja terveysmäärityksen.

Herneenlehtihome

Herneenlehtihome (*Peronospora viciae* f.sp. *psii*) aiheuttaa lehtiin alkukesällä kellertäviä mosaiikkimaisia laikkuja. Laikkukohdissa lehtien alapinnalla kasvaa harmahtavaa sienirihmasto, jossa muodostuvat pesäkeitiöt levittävät tautia (Kuva 70). Tauti alkaa alimmista lehdistä ja etenee niistä ylälehdille. Pahasti saastuneet kasvit saattavat kuihtua. Tauti voi vioittaa myös palkoja.

Taudinaiheuttaja säilyy maassa ja satojätteissä. Taudin kestoasteet, munaitiöt, voivat säilyä maassa tartutuskykyisinä yli kymmenen vuotta. Myös lehtihomeriskin takia herne vaatii pitkän viljelykierron.



Kuva 70. Herneenlehtihomeen vioituksia. Taudinaiheuttajan pesäkeitiöt muodostuvat lehtien alapinnalle. Kuva: Asko Hannukkala.

3.6.3. Tuholaiset

Hernekääriäinen (*Cydia nigricana*)

Tuntomerkit

Aikuisen hernekääriäisen siipiväli on 12–13 mm. Etusiivet ovat tummanruskeat, ja niissä on hiukan oliivinvihertävää kiiltoa. Koko etusiipien etureunan pituudelta, mutta selvimmin kärjen ulkoreunassa, on pieniä mustia hakastäpliä, joiden välit ovat kellertävänvalkeat (Kuva 71). Toukka on 13 mm pitkä, kellertävänvalkea. Sillä on melko selvät tummat nystyrät. Toukan pää on vaaleanruskea, ja niskakilpi on vaaleankellertävä tai harmahtavanruskea.



Kuva 71. Hernekääriäisen aikuinen feromoniansan liimapohjassa. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Elämänkierto

Hernekääriäinen talvehtii toukkana peltomaassa, ja se koteloituu keväällä. Aikuinen kuoriutuu kesäkuun loppupuolella ja munii kesä-heinäkuussa herneen kukinta-aikaan herneen lehdille, korvakkeille tai verholehdille. Toukat kuoriutuvat 10–12 päivää muninnan jälkeen ja kaivautuvat pieniin palkoihin. Toukat elävät herneen palkojen sisällä syöden kehittyviä siemeniä. Ne pilaavat satoa kutomallaan seitillä ja ulosteillaan (Kuva 72).



Kuva 72. Hernekääriäisen toukka, toukan syömiä herneitä ja toukan ulostetta herneen palon sisällä. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Tarkkailu ja torjunta

Tarkkailu tehdään feromonipyydyksillä, kaksi pyydystä/lohko. Pyydykset asetetaan kesäkuun puolivälissä ja tarkastetaan joka toinen päivä.

Hyvälaatuista tuorehernettä voidaan saada käyttämällä mahdollisimman aikaista kylvöä ja aikaisia lajikkeita. Jos hernesato päästään korjaamaan ennen heinäkuun puoliväliä, vioituksen riski on pieni. Hernekääriäisen päälento ajoittuu yleensä heinäkuun puolelle. Koska hernekääriäisen muninnasta toukkien kuoriutumiseen kuluu noin kymmenen päivää, toukat eivät ehdi tehdä vioitusta ennen korjuuta. Pienillä aloilla myös harson käyttö kasvustokatteena on mahdollista.

Jos hernekääriäisen torjuntaan käytetään pyretriiniä, niiden lentoa on syytä tarkkailla feromonipyydyksien avulla. Ruiskutus tehdään kukinnan alettua, jos hernekääriäisiä on tullut pyydyksiin. Ruiskutus uusitaan tarvittaessa, jos kääriäisten lento näyttää jatkuvan.

Etenkin myöhäisempiä lajikkeita viljeltäessä uusi hernelohko kannattaa sijoittaa mahdollisimman kauas edellisen vuoden hernelohkosta. Myös naapuritilojen hernelohkojen edellisen vuoden sijainti kannattaa ottaa huomioon valittaessa uuden lohkon paikkaa. Vioitukset jäävät vähäisiksi, jos edellisenä vuonna ei ole viljelty hernettä parin kilometrin säteellä uudesta lohkosta. Edellisen vuoden hernelohkoon lähelle voidaan perustaa houkutuskaista aikaisin ja pitkään kukkivasta hernelajikkeesta. Houkutuskaista voidaan hävittää toukkien kuoriuduttua heinäkuun lopulla. Hernelohkon kyntäminen heti sadonkorjuun jälkeen vähentää talvehtivaa kantaa, koska kaikki toukat eivät ehdi kehittyä.

Hernekirva (*Acyrtosiphon pisum*)

Hernekirva on vaaleanvihreä, suurikokoinen (3 mm) kirva, jolla on pitkät raajat ja selkäputket (Kuva 73). Se elää monilla palkokasveilla kuten herneellä, apilalla, virnalla, nätkelmällä ja mailasella. Herneelle se tulee yleensä vasta herneen kukkiessa. Hernekirvan imentä aiheuttaa versojen käpristymistä ja palonalkujen epämuodostumista. Kirvojen luontaisista vihollisista

kukkakärpästen ja leppäpirkkojen toukkia sekä kirvoissa loisivia kätköpistiäisiä esiintyy herne-
maalla usein, eikä torjuntaa yleensä tarvita.



Kuva 73. Hernekirvoja herneen korvakkeessa. Kuva: Anne Nissinen

Herneripsiäinen (*Kakothrips pisivorus* syn. *Kakothrips robustus*)

Herneripsiäinen on mustanruskea, hoikka, 1–2 millia pitkä hyönteinen. Sen toukat ovat keltaisia tai oranssinkeltaisia ja niiden takaruumiin kaksi viimeistä jaoketta ovat tummat.

Herneripsiäinen elää pääasiallisesti palkokasveilla kuten herneellä ja härkäpavulla. Naaras munii herneen kukkiin. Toukat kehittyvät kukissa ja palkojen pinnalla. Ripsiäisten vioittamat kukat ja versojen kärjet kuihtuvat, palot käpristyvät ja muuttuvat pinnaltaan ruskeiksi. Vioituksia esiintyy lähinnä kuivina ja lämpiminä kesinä.

Hernepiilokas (*Bruchus pisorum*)

Tuntomerkit

Hernepiilokas on lehtikuoriaisiin kuuluva 3,4–4,5 mm pitkä kupera kovakuoriainen (Kuva 74). Se on väriltään tummanruskea ja sen peitinsiivissä on valkoisia, harmaita ja mustia laikkuja. Takaruumista hiukan lyhyempien peitinsiipien kärjen alta jää näkyviin takaruumiin viimeinen jaoke. Siinä on mustia ja valkoisia karvoja, jotka muodostavat valkoisen poikittaisen ristikuvion, jonka avulla lajin voi erottaa härkäpapupiilokkaasta.



Kuva 74. Aikuinen hernepiilokas ja toukkien aiheuttamaa vioitusta herneellä. Kuva: Anne Nissinen.

Esiintyminen

Hernepiilokas on vieraslaji, joka kuuluu samaan sukuun kuin 2021 havaittu härkäpapupiilokas (*Bruchus rufimanus*). Hernepiilokasta on havaittu tuontiherneen mukana useita kertoja 1900-luvun alkupuolella, ja viimeisimmät havainnot on tehty vuonna 1969, kunnes se havaittiin vuonna 2022 siemenherneestä. Se voi edelleen tulla maahan siemenherneessä. Toukan elintapa on nimensä mukaan piilotteleva. Naaras munii herneen palkoihin ja toukat kehittyvät siementen sisällä ja jäävät sinne koteloitumaan. Hyönteinen myös aikuistuu syksyllä ja talvehtia luonnossa, josta se voi lentää lähimpään hernekasvustoon jopa viiden kilometrin matkan. Lajilla on vain yksi sukupolvi vuodessa ja se on tiukasti rajoittunut käyttämään hernetä ravintonaan. Laji on kuitenkin Suomessa toistaiseksi satunnainen.

Tarkkailu ja torjunta

Herneen ja härkäpavun peltolajikkeiden viljelyssä ja siementuotannossa piilokkaat ovat niin sanottuja laatutuhoojia. Siementuotannossa on huolehdittava, että kasvustossa tai siemenessä ei ole tuhoojia tai niiden vioitusta, jotka vähentävät siemenen käyttökelpoisuutta ja laatua. Jos toukka syö siementä itävyyden kannalta kriittisistä kohdasta, siemenen itävyys voi olla menetetty.

Hernepiilokas on hankala torjuttava, koska se elää toukkakehityksensä ajan kehittyvän siemenen sisällä. Aikainen korjuu estää hernepiilokkaista aikuistumasta ja leviämistä ympäristöön. Jossakin maissa on käytetty herneiden kuumentamista sadonkorjuun jälkeen pysäyttämään toukkien kehitys. Herneet on ensin käsitelty 50–55 asteisella vedellä 2–3 minuuttia ja jätetty sitten kuivumaan 50-asteiseen ilmaan. Toisaalta pakastamisen -17 asteessa yhden yön yli saadaan tappavan kaikki hernepiilokkaan kehitysasteet heikentämättä itävyyttä.

Huomioitavaa

Hernepiilokkaan kaikki elävät kehitysasteet sekä niiden eritteet sisältävät kantaridiiniä, joka on myrkyllistä sekä kotieläimille että ihmisille. Kantaridiini on ulkoisesti voimakas rakkuloita aiheuttava aine, joka voi aiheuttaa vakavia kemiallisia palovammoja.

Härkäpapiilokas (*Bruchus rufimanus*)

Tuntomerkit

Härkäpapiilokas on vieraslaji, joka kuuluu samaan sukuun kuin vuonna 2022 havaittu hernepiilokas (*Bruchus pisorum*). Härkäpapiilokas on lehtikuoriaisiin kuuluva noin 3,5–5 mm pitkä kupera kovakuoriainen. Se on väriltään tummanruskea, ja sen peitinsiivissä on valkoisia, harmaita ja mustia laikkuja. Peitinsiivet ovat takaruumista hiukan lyhyemmät, ja takaruumiin kärki, joka jää näkyviin, on harmaanruskeiden karvojen peittämä (Kuva 75). Hernepiilokkaalla takaruumiin viimeisessä jaokkeessa on mustia ja valkoisia karvoja, jotka muodostavat valkoisen, poikittaisen ristikuvion, jonka avulla lajin voi erottaa härkäpapiilokkaasta.



Kuva 75. Aikuinen härkäpapiilokas. Kuva: Anne Nissinen.

Elämänkierto ja esiintyminen

Härkäpapiilokkaalla on yksi sukupolvi vuodessa. Laji talvehtii pääosin aikuisena, mutta myös siemenen sisällä toukkana. Aikuiset talvehtivat suojaisissa paikoissa metsässä, pensasaidoissa, suurten puiden kaarnan raoissa, sammalissa tai lehtikarikkeessa lähellä edellisen vuoden kasvustoa. Leutojen talvien on havaittu heikentävän talvehtimistä Britanniassa, joten Suomen kuivemmat ja kylmemmät olosuhteet saattavat edistää talvehtimistä. Aikuiset siirtyvät talvehtimispaikoista kasvustoihin lämpötilan noustessa yli +15 asteen, koiraat hiukan naaraita aiemmin. Aikuinen härkäpapiilokas käyttää ravintonaan härkäpavun siitepölyä ja mettä, joskus myös lehtiä ja terälehtiä. Muninta alkaa lämpötilan ollessa 20–25 astetta. Sade,

tuulusuus ja lämpötilan lasku alle 20 asteeseen hidastavat munintaa. Naaras munii 50–100 munaa, jotka ovat halkaisijaltaan alle 2 mm ja väriltään kellanvalkoisia. Munia on tavattu enimmillään kymmenen kappaletta yhdestä palosta. Pieni härkäpapupiilokkaan toukka kaihautuu palossa kehittyvän siemenen sisään. Yhdessä siemenessä voi olla useampi toukka. Toukkavaiheita on neljä. Täysikokoinen toukka tekee siemenen valmiiksi ulostuloreiän, mutta koteloituminen tapahtuu siemenen sisällä.

Härkäpapupiilokas on tullut Suomeen todennäköisesti härkäpavun kylvösiemenen mukana. Ensimmäisen havainnon jälkeen, joka tehtiin syksyllä 2021, havaintoja on kertynyt aina Oulun korkeudelle saakka.

Tarkkailu

Härkäpapupiilokkaalle on kaupallisesti saatavissa sekä feromoni että feromonipyydys, joka on vaaleanvihreä kupolipyydys. Se asennetaan pellolle ennen härkäpavun kukintaa noin metrin korkuisen kepin päähän.

On huomattava, että herneen ja härkäpavun peltolajikkeiden viljelyssä ja siementuotannossa piilokkaat ovat niin sanottuja laatutuhoojia. Siementuotannossa on huolehdittava, että kasvustossa tai siemenessä ei ole tuhoojia tai niiden vioitusta, jotka vähentävät siemenen käyttökelpoisuutta ja laatua. Jos toukka syö siementä itävyyden kannalta kriittisistä kohdasta, siemenen itävyys voi olla menetetty.

Torjunta

Härkäpapupiilokkaan torjunta on hankalaa, koska toukat elävät siementen sisällä (Kuva 76). Munissa loisivia pistiäisiä tunnetaan kolme lajia: *Chremylus rubiginosus*, synonyymi *C. elaphus*, *Triaspis thoracicus* (Braconidae) ja *Dinarmus acutus* (Pteromalidae). Näistä *C. elaphus* ja *D. acutus* on tavattu myös Suomesta. Ruotsissa on tavattu kaikki kolme lajia, mutta niiden kyvystä siirtyä pellolle samaan aikaan, kun härkäpapupiilokkaan muninta tapahtuu, ei ole vielä tietoa. Myös härkäpapukasvustoissa liikkuvat yleispedit voivat saalistaa härkäpapupiilokkaan munia. Hyönteispatogeenisista sienistä *Beauveria bassiana* on tutkittu härkäpapupiilokkaan torjunnassa Britanniassa.



Kuva 76. Härkäpapupiilokkaan vioitusjälkiä härkäpavun palossa. Kuva: Pirjo Kivijärvi

Juurikaskirva (*Aphis fabae*)

Juurikaskirvan eli papukirvan siivettömien aikuisten väri vaihtelee tummanruskeasta mattamustaan, jossa on joskus selkeän vihertävä sävy (Kuva 77). Myös selkäputket ja cauda ovat papukirvoilla tummat, kun taas kurkkukirvan (*Aphis gossypii*) cauda on vaaleampi. Siivettömien papukirvojen pituus vaihtelee 1,2–2,9 mm. Lajiryhmä on taksonomisesti hankala ja muodostuu useasta alalajista.

Laji on eräs moniruokaisimmista ja maailmalle laajimmin levinneistä kirvalajeista. Papukirvojen talvi-isäntinä ovat euroopansorvarinpensas (*Euonymus europaeus*) ja koiranheisi (*Viburnum opulus*) ja kesäisäntinä monet leveälehtiset kasvit, mukaan lukien viljelykasvit. Se on erityisen tärkeä tuholainen härkäpavuille ja virusvektorina sokerijuurikkaalla.

Kirvojen luontaisia vihollisia ovat leppäpirkot, kukkakärpästen ja harsokorentojen toukat. Lisäksi kirvoja saalistavat kirjasääkin toukat ja niissä loisivat useat kätköpistiäislajit. Härkäpavut ovat hyviä ravintokasveja kätköpistiäisille, koska niillä on kukinnan ulkopuoliset mesiäiset, joista mesi on helposti pienten pistiäisten saavutettavissa.



Kuva 77. Juurikas- eli papukirvoja mansikalla. Kuva: Anne Nissinen.

Viitteet

- Dixon, G. 2015. Water, irrigation and plant diseases. CAB Reviews 10: No. 009. DOI: [10.1079/PAVSNNR201510009](https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201510009)
- Eisenhauer, N., Vogel, A., Jensen, B. & Scheu, S. 2018. Decomposer diversity increases biomass production and shifts aboveground-belowground biomass allocation of common wheat. Scientific Reports 8: 17894. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36294-3>
- Exnerová, A., Štys, P., Křištin, A., Volf, O. & Pudil, M. 2003. Birds as predators of true bugs (Heteroptera) in different habitats. Biologia, Bratislava 58: 253–264.
- Hannukkala, A., Jaakkola, S., Latvala, S., Kivijärvi, P., Suojala-Ahlfors, T., Inkeroinen, H., Kallela, M. & Tuononen, M. 2020. Porkkanan varastotautien aiheuttajat Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 32 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-926-2>
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.) 1998. Retkeilykasvio. 4. täysin uudistettu painos. Yliopistopaino. Helsinki. 656 s.
- Järvenpää, L. & Savolainen, M. (toim.) 2015. Maankuivatuksen ja kastelun suunnittelu. 2. päivitetty painos. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2015. 191 s. <http://hdl.handle.net/10138/156521>
- Kivijärvi, Pirjo (toim.) 2019. Sipulin viljelykokeiden tuloksia vuosilta 2016–2018 : Sipulin taimien ja istukkaiden vertailu, biologiset torjuntavalmisteet ja talouslaskelmat. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 67/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 71 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-834-0>
- Linner, H. 2016. Maatalousmaan kastelu. Teoksessa: Paasonen-Kivekäs M., Peltomaa R., Vakkilainen P. & Äijö, H. (toim.) 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous. Salaojayhdistys ry. s. 351–372.
- Lukkaroinen, J. 2019. Pakasteherneen (*Pisum sativum*) mekaaninen rikkakasvintorjunta rikka-äestyksellä. Maisterintutkielma. Maatalouden ympäristöteknologia. Helsingin Yliopisto. 79 s. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/7ecddaf8-5ba1-4d8f-83cc-bfd1daa7fb97/content>
- Lötjönen, T. & Salonen, J. 2016. Intensifying bare fallow strategies to control *Elymus repens* in organic soils. Agricultural and Food Science 25: 153–163. <https://doi.org/10.23986/afsci.55533>
- Minasny, B. & McBratney, A.B. 2017. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. European Journal of Soil Science 69: 39–47. <https://doi.org/10.1111/ejss.-12475>
- Nissinen, A., Kaakko, E., Särkelä, I., Jauhiainen, L., Karisto, P. & Adamczyk, S. 2023. Porkkanakemppien hallinta biologisilla menetelmillä. Julkaisussa: Suojala-Ahlfors, T. (toim.). Porkkanakemppien ja porkkanan varastotautien hallinta uusilla biologisilla menetelmillä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 111/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 7–15. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-831-7>

- Salo, T., Lehti, M. Vanhala, P. & Kemppainen, R. 2006. Perunan ja juuresten kuoret hyötykäyttöön. Koetoiminta ja käytäntö 63 (2): 3. Liite 12.6.2006. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/-pdf/mtt-kjak-v63n02s03.pdf>
- Salonen, J., Lötjönen, T. & Ruuttunen, P. 2022. Juolavehänä hallintaan mekaanisin menetelmin. Luke Tietokortti. 5 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202301092077>
- Salonen, J. & Lötjönen, T. 2023a. Pelto-ohdake hallintaan mekaanisin menetelmin. Luke Tietokortti. 5 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023032733301>
- Salonen, J. & Lötjönen, T. 2023b. Peltovalvatti hallintaan mekaanisin menetelmin. Luke Tietokortti. 4 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023032733307>
- Salonen, J., Suojala-Ahlfors, T., Tiilikkala, K., Kemppainen, R. & Eskola, A. 2017. Biohajoavia katteita vihannesten rikkakasvitorjuntaan. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2017. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 26 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-419-9>
- Suojala-Ahlfors, T. (toim.) 2017. Vihannesten ja mansikan tasapainoinen fosfori- ja typpilannoitus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2017. 84 s. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-435-9>
- Suojala-Ahlfors, T., Himanen, S., Kallela, M., Kivijärvi, P., Kontu, M., Latvala, S., Nissinen, A., Rastas, M. & Tuononen, M. 2023. Kestävän kasvinsuojelun ja monimuotoisuuden edistäminen kasvituotannossa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 78/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 87 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-762-4>
- Tahvonen, R., Suojala, T. & Sironen, L. (toim.) 2001. Kasvukauden oloihin sopeutuva puutarhaviljely. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A91. 79 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-596-0>
- Vakkilainen, P. 2016. Hydrologian perusteita. Teoksessa: Paasonen-Kivekäs M., Peltomaa R., Vakkilainen P. & Äijö, H. (toim.) 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous. Salaojayhdistys ry. s. 73–127.
- Vanhala, P., Lötjönen, T., Hurme, T. & Salonen, J. 2006. Managing *Sonchus arvensis* using mechanical and cultural methods. Agricultural and Food Science 15: 444–458.



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi

