

Torjunta-aineresistenssi-riskit kasvinsuojelussa

Sanni Junnila, Peppi Laine ja Jarmo Ketola

Torjunta-aine kestävyyden eli resistenssin kehittyminen on eräänlainen evoluutioprosessi. Luonnon eliöt pyrkivät säilymään ja siten ne kehittävät selviytymiskeinoja myös niitä uhkaavia kemikaaleja vastaan. Torjunta-aineresistenssi voi johtua sattumanvaraisista mutaatioista tai pitkälisen altistuksen aiheuttamasta sietokyvyn muutoksesta. Jokainen torjunta-aineen käyttökerta aiheuttaa aina valintapaineen torjuttavassa tauti-, tuholais- tai rikkapopulaatiossa. Osa torjuttavista eliöistä voi säilyä, jos riittävä ainemäärä ei 'osu' niihin, mutta jotkut yksilöt voivat säilyä normaaleista poikkeavien ominaisuuksiensa ansiosta. Jos nämä poikkeavat yksilöt pystyvät säilymään ja lisääntymään, voi koko populaation kestävyys kyseistä torjunta-ainetta kohtaan muuttua.

Erilaiset riskit eri aineilla

Resistenssin kehittymisen todennäköisyys ja nopeus riippuvat torjunta-aineen vaikutusmekanismista sekä torjuttavan eliön lisääntymistavasta. Mitä useampiin kohtiin eliöiden aineenvaihdunnassa torjunta-aine vaikuttaa, sitä vaikeampaa ja hitaampaa on kestävyiden kehittyminen. Toisaalta mitä yksinkertaisempi on vaikutus, sitä helpommin se voi murtua. Eliöiden muuntelu herkkyyteen vaikuttavat lisääntymisnopeus ja mahdollisuudet suvulliseen lisääntymiseen. Mitä vähemmän uusia sukupolvia kehittyy yhden kasvukauden aikana ja mitä vähemmän suvullista lisääntymistä tapahtuu, sitä hitaampia ovat mahdolliset muutokset. Toiset eliöt ovat myös herkempiä perimän muutoksille kuin toiset. Joskus kestävyteen johtavat muutokset ovat eliöille epäedullisia eli ne voivat heikentää sen muita ominaisuuksia. Tällöin ne eivät yleisty kovin nopeasti ja herkkyys aineille voi ainakin osittain jopa palautua.

Suurin resistenssiriski on torjunta-aineilla, joita joudutaan käyttämään useita kertoja peräkkäin eli kohteissa joissa tuholais- tai tautipaine on lähes jatkuvaa. Resistenssiongelmaa onkin eniten esiintynyt kasvihuonetuholaisten torjunnassa, sekä esimerkiksi hämätautien, omenaruvun ja perunaruton torjunnassa. Nykyään torjunta-ainekestävyys on yleistynyt kaikissa kasvintuhoojaryhmissä. Resistenssiä tiedetään esiintyvän useissa viljojen taudeissa, joissakin avomaan tuholaisissa sekä tietyissä rikkakasveissa. Torjunta-aine resistenssi voi johtaa vakaviin kasvinsuojeluongelmiin ja siksi sen kehittymistä tulisi ehkäistä ennalta. Tärkeimpiä keinoja ovat ei-kemiallisten menetelmien käyttö kasvintuhoojien hallinnassa sekä erilaisten aineiden vuorottelu torjunnassa. Myös Suomessa resistenssiriskit tulee ottaa vakavasti ja noudattaa annettuja ohjeita. Lisää tutkimusta ja tarkkailua tarvittaisiin myös tilanteen kehittymisen seurantaan.

FUNGISIDIRESISTENSSIÄ VILJOJEN TAUDEISSA

Useimmat viljojen kasvitautien torjuntaan käytetyt fungisidit kuuluvat ns. DMI-aineiden ryhmään (De-Methylation Inhibitors) kuten triatsolit ja imidatsolit tai amiineihin kuten morfoliinit ja piperidiinit. Kestävyys näille aineille kehittyy hitaasti ja vaatii useita mutaatioita taudinaiheuttajissa. Ongelmia esiintyy yleensä vasta näiden aineiden useiden vuosien intensiivisen käytön jälkeen ja silloinkin asteittaisena tehon heikkenemisenä, jota voidaan korvata käyttämällä suurempia käyttömääriä. Jos valintapainetta vähennetään lopettamalla kyseisten aineiden käyttö, on havaittu herkkyuden osin palautuvan. Resistenssiriski on alhainen tai kohtalainen amiineille (esim. fenpropimorfi ja fenpropidiini) ja kohtalainen DMI-aineille (esim. imatsaliili, prokloratsi, propikonatsoli, protiokonatsoli, syprokonatsoli, triadimenoli, tritikonatsoli). Näiden ryhmien sisällä esiintyy ristikkäisresistenssiä, mutta ei niiden välillä eli jos tauti olisi kestävä DMI-aineille voi amiineilla torjua sitä. Valitettavasti havainnot ongelmista näiden aineiden kanssa on jo useita.

Huolestuttavin esimerkki viljojen tautien torjunnassa on nopeasti kehittynyt strobiluriinikestävyys. Strobiluriinit eli QoI-aineet (Quinone outside Inhibitors) olivat mullistava keksintö 1990-luvulla. Niistä ensimmäinen atsoksistrobiini tuli markkinoille 1997 UK:ssa ja sitä seurasivat kresoksiimi-metyyli, trifloxystrobiini, pikoksystrobiini, pyraklostrobiini jne... Laajavaikutteisen ja pitkäkestoisen tehon ansiosta niiden käyttö saavutti nopeasti suuren suosion viljojen tautien torjunnassa Keski-Euroopassa. Toistuvat käsittelyt kasvukaudella johtivat kuitenkin yllättävän nopeasti kestävien tautienkantojen muodostumi-

Kuva 1. Ruotsalaisissa ja MTT:n kokeissa on havaittu siemenlevin-fäisen ohran verkkolai-kun herkkyuden imatsaliilille olleen joissakin tapauksissa heikentynyt, joten pelkkää imatsaliilia tehoaineena sisältävän peittaus-aineen teho voi olla huono.
(kuv. Marja Jalli)



seen. Jo muutamassa vuodessa aineiden teho oli menetetty useita tärkeitä taudinaiheuttajia vastaan (1998 vehnähärmä, 1999 ohranhärmä, 2002 syysvehnäharmalaikku) ja valitettavasti tämä kehitys näyttää jatkuvan. Viime vuoden aikana on tehty useita havainnot uusista resistenssitapauksista esimerkiksi verkkolai- ja rusko-laikku, rengaslaikku ja lumihome -sienissä.

Strobiluriinit estävät elektronin siirto-ketjun sienien mitokondriohengityksessä, jolloin soluhengitys estyy. Yksinkertainen yhden aminohapon muutos taudinaiheuttajasienen perimässä voi aiheuttaa sienen täydellisen resistenssin kaikille strobiluriini-aineille, samalla kun sienen lisääntyminen ja taudinaiheutuskyky säilyvät normaaleina. Strobiluriinikestävyteen johtavia mutaatioita on sienistä löytynyt kolmea tyyppiä. Yleisin on ollut ns. G143A mutaatio (glysiini korvautuminen alaniinilla kohdassa 143) joka johtaa kaikkien strobiluriinien tehon voimakkaaseen heikkenemiseen. Myös muita strobiluriiniresistenssiin johtavia mutaatioita tiedetään (F129L ja G137R), mutta niiden vaikutus ei ole ollut yhtä dramaattinen eivätkä ne ole yleistyneet yhtä nopeasti kuin G143A -mutaatio.

Lisää tietoa fungisidiresistenssistä

Resistenssi-ongelmien yleistyminen on havahduttanut torjunta-aineiden valmistajat, tutkijat ja käyttäjät pohtimaan, miten fungisideja voisi käyttää niin, ettei niiden teho heikentyisi vaan että niistä olisi tarvittavaa hyötyä mahdollisimman pitkään. FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) on kansainvälinen torjunta-ainevalmistajien erikoisosaajista koottu ryhmä, jonka tehtävänä on seurata ja raportoida fungisidiresistenssin kehittymistä sekä laatia ohjeistuksia resistenssin ehkäisemiseksi. Komitean nettisivuilla (www.frac.info) on runsaasti hyödyllistä tietoa aiheesta.

Fungisidiresistenssin ehkäisemiseksi on laadittu myös joitakin maakohtaisia ohjeita. Pohjoismaiden ja Baltian yhteinen NORBARAG -ryhmä (Nordic Baltic Resistance Action Group) sai alkunsa 2007 Tanskassa ja kokoontui viimeksi marraskuussa 2008 Suomessa. Sen fungisidi-alaryhmän kokouksessa päivitettiin tilannetiedot viljojen tautien resistenssi-ongelmista meidän alueellamme. Ohjeita ja muuta materiaalia kokouksesta löytyy (englanniksi) ryhmän nettisivuilta (www.mtt.fi/norbarag).

Suomen lähialueilla strobiluriinien teho tiedetään jo heikentyneen vehnän harmaalaikun, härmän ja DTR-laikun torjunnassa. Ohran verkkolaikkusienien kestävästä muodoista on useita havaintoja, joten teho voi paikoin olla heikentynyt. Joitakin havaintoja resistenteistä mutaatioista on tehty myös ruskolaikun aiheuttajasiemenessä, mutta käytännössä tehöt olleet vielä hyviä. Teho ruostesieniin on strobiluriineilla säilynyt hyvänä. Strobiluriineja tulee aina käyttää seoksina muiden tautiin tehoavien aineiden kanssa ja mieluiten vain kerran kasvukaudella.

DMI-aineiden tehon heikentymistä on

havaittu harmaalaikun (*Septoria tritici*) ja verkkolaikun torjunnassa. Kaikkein tehokkaimpien DMI-aineiden käyttöä suositellaan tilanteissa joissa tautiriski on suuri. Aineiden teho voi parantua käytettäessä seoksia muiden tehoaineryhmien fungisidien kanssa. Syysvehnän harmaalaikku ei yleensä ole Suomessa ongelma, mutta jos tautia esiintyy haitallisessa määrin (kuten kesällä 2007 joillakin lohkoilla esiintyi) sen torjuntaan paras teho on Proline -valmisteella.

Ruotsalaisissa sekä myös MTT:n koeksissa on havaittu että siemenlevintäisen ohran verkkolaikun herkkyys imatsaliilille on joissakin tapauksissa heikentynyt, joten pelkkää imatsaliilia tehoaineena sisältävän Fugazil-peittausaineen teho voi olla huono. Ohran peittaukseen suositellaan riittävää käyttömäärää jotakin seosvalmistetta, jos siemenessä tiedetään olevan runsas verkkolaikkutartunta.

Fungisideja tulee käyttää aina vain todettuun tarpeeseen

Tärkeintä on käyttää aina kuin mahdollista ei-kemiallisia torjuntamenetelmiä eli vähentää tautiriskejä käyttämällä taudinkestäviä lajikkeita ja suosimalla tautipainetta vähentäviä viljelymenetelmiä (viljelykierto, maan muokkaus, kylvöaika, kasvuston tiheys, typpilannoitus ym.). Fungisidien käyttö tulee suunnitella huolella ja toteuttaa vain jos tarve eli taudin aiheuttamien tuhojen riski on todellinen. Lohkokohtaisesti tulee arvioida kasvuston kunto ja oireiden esiintymisen sekä huomioida säätilat ja ennusteet. Saman tehoaineryhmän fungisideja tulee mieluiten käyttää lohkoilla vain kerran kasvukauden aikana. Tehoainetta tulee vuorotella peräkkäin tai käyttää niiden seoksia etenkin kohteissa, joissa on kohonnut riski tai resistenssiä jo havaittu. Valmistajien antamia käyttöohjei-

ta ja riittävää annostelua tulee noudattaa. Torjunta on parasta tehdä myös riittävän ajoissa eli ennen kuin tauti on pahasti levinnyt kasvustossa.

HERBISIDIRESISTENSSI RIKKAKASVEILLA

Rikkakasvipopulaatioissa esiintyy luonnollista perinnöllistä muuntelua. Muuntelun seurauksena voi syntyä rikkakasvikanta, joka kestää tiettyä rikkakasvihävettä, vaikka tuo hävite tavallisesti torjuu kyseessä olevan rikkakasvilajin. Kun saman vaikutustavan omaavaa herbisidiä käytetään samalla loholla toistuvasti vuosia peräkkäin, tällaiset kestävät kannat voivat lisääntyä herkkien tullessa torjutuiksi. Pohjoisen sijaintimme vuoksi suppeahko rikkakasvilajistomme ja melko vähäinen herbisidien käyttö on toistaiseksi suojellut peltojamme meitä eteläisempien maiden kasvavilta herbisidiresistenssi-ongelmilta. Heinämäisten rikkakasvien osuus on meillä toistaiseksi pieni, eivätkä rikkakasvien syysruiskutukset ole viljoilla luvallisia.

Riski herbisidiresistenssistä kasvaa

Ilmaston lämpeneminen ja siirtyminen syyskylvöisiin viljelykasveihin sekä suorakylvöön lisäävät jatkossa riskiä herbisidiresistenssistä meilläkin. Ruotsissa ja Norjassa yksittäisiä resistenssitapauksia on jo rekisteröity, Tanskassa niitä on kymmeniä ja sitä etelämpänä resistenssi-ongelma on jo arkipäivää. Suomessa ei ole toistaiseksi kartoitettu herbisidiresistenssin esiintymistä. Laajoja ongelmia ei pelloillamme ole myöskään vielä havaittu. 2000-luvulla on kuitenkin löytynyt joitakin vahvoja epäilyjä resistenssistä pihatähtimön eli ve-

siheinän (*Stellaria media*) jäätyä torjumatta. Yksi todennäköinen esiintymä löytyi varsinaissuomalaiselta viljapelloilta vuonna 2003. Noin 20 vuotta jatkuneen pienannosherbisidien käytön jäljiltä esiintyi mattona pihatähtimöä, jota moninkertainen annoskaan ei torjunut.

Herbisidivalikoima yksipuolistuu

Ympäristön ja käyttäjän/kuluttajan suojelun seurauksena kymmeniä tehoaineita on poistettu markkinoilta viimeisen vuosikymmenen aikana. Myös kuuluvan vuoden aikana voimaan tuleva uusi EU:n kasvinsuojeluaineasetus ja torjunta-aineiden kestävä käyttö puitedirektiivi johtavat siihen, että käytävissä oleva ainevalikoima pienenee entisestään. Vain harvat yritykset kehittävät enää uusia tehoainemolekyylejä markkinoille.

Useiden nyt markkinoilla olevien rikkakasvihäviteiden tehoaineiden vaikutustapa (mode of action) on sama (taulukko 1). Suurimman resistenssiriskin aiheuttavat pienannosaineet eli sulfonyyliureat, jotka kaikki estävät tietyn entsyymin toiminnan kasvissa (ALS-inhibiittorit) ja sitä kautta estävät kolmen aminohapon syntymisen. Niitä on ollut markkinoillamme vuodesta 1983 alkaen pian 30 vuotta. Tällä hetkellä sulfonyyliureoiden ryhmään kuuluvia eri tehoaineita sisältäviä valmisteita on Suomessa markkinoilla noin 15. Pihatähtimöstä on useimmin löytynyt näitä valmisteita kestäviä kantoja 15 - 20 vuotta jatkuneen toistuvan käytön seurauksena. Myös yksi pillike- ja saunioresistenssitapaus on rekisteröity Pohjoismaissa.

Toinen resistenssiriskiä voimakkaasti lisäävä herbisidiryhmä on rasvahapposynteesin estäjät (ACCCase-inhibiittorit). Tähän ryhmään kuuluvat miltei kaikki juolavehnan ja hukkakauran torjunta-aineet glyfosaattia lukuun otta-

HERBISIDI	TEHOAINE	VILJELYKASVI	LEVEÄLEHTISET	HEINÄT
Ally, Isomexx	1	viljat, pellava	x	+
Ally Class 50 WG	2	viljat	x	+
Attribut 70 SG	1	vehnä	x	x
Broadway	2	syysviljat	x	x
Cantor	2	viljat, heinät	x	
Express 50 T	1	viljat, heinä suojavilja	x	
Gratil, Eagle WG	1	viljat, heinät, pellava	x	
Harmony 50 SX	1	heinät, rehumaisi	x	
Logran 20 WG	1	viljat	x	
Monitor	1	vehnä, peruna	x	x
Primus	1	viljat, heinä	x	
Ratio 50 T	2	viljat, heinä suojavilja	x	
Safari	1	juurikas	x	
Sekator OD	2	viljat, EI kaura	x	+
Starane XL	2	viljat, heinä	x	
Titus WSB	1	peruna, rehumaisix	x	

Taulukko 1. Suomessa markkinoilla olevat sulfonyyliurea -valmisteet ja niissä olevien eri tehoaineiden lukumäärä. Kaikki valmisteet torjuvat leveälehtisiä rikkakasveja. Neljä herbisidistä torjuu myös heinämäisiä lajeja, esimerkiksi juolavehnää ja luohoa. Taulukossa lueteltujen lisäksi on markkinoilla muutama vastaava rinnakkaistuontivalmiste.

matta. Ryhmään kuuluvat -dim, -fop ja -den -loppuiset tehoaineet, mm. kaikki kolme meillä viljojen hukkakaurantorjuntaan markkinolla olevaa valmistetta Axial, Grasp ja Puma.

Alopecurus myosuroides eli rikka-puntarpää on rikkaheinä, josta on yleisimmin löytynyt resistenttejä kantoja Pohjois-Euroopassa. Onneksemme siitä esiintyy Suomessa runsaasti vasta yksittäisillä peltolohkoilla. Hukkakauran torjunnassa resistenssin hallinta on ongelmallista, sillä miltei kaikki viljan ja leveälehtisten viljelykasvien heiniä torjuvat herbisidit eli graminisidit kuuluvat samaan ACCase-ryhmään. Suomessa on toistaiseksi markkinoilla heinämäisiä torjuvat sulfonyyliurea-valmisteet Attribut, Broadway, Monitor ja Titus, joiden teho hukkakauraan on kuitenkin yhdellä käsittelyllä tavallisesti riittämätön.

Ennaltaehkäise resistenssi, vuorottele viljelykasveja ja valmisteita

Helpoin ja pitkällä aikavälillä halvin keino taistella herbisidiresistenssiä vastaan on sen ennaltaehkäisy. Monipuolinen viljelykierto mahdollistaa laajemman torjunta-ainevalikoiman ja siten helpottaa taistelussa resistenssin hallitsemiseksi. Samalla lohkolla ei pidä käyttää 3-5 vuoden jaksoa pitempään pienannosaineiden ryhmään kuuluvaa valmistetta. Muita kuin sulfonyyliureoita tulee käyttää seuraavaksi vähintään 2-3 vuotta. Myös seokset pienannosaineiden kanssa ovat mahdollisia, kunhan toinen valmiste tehoaa hyvin pihatähtimöön. Näin estetään kestävien rikkakasvikantojen uusien siementen muodostumisen. Seuraa ruiskutusten onnistumista lohko kohtaisesti. Jos yksi rikkakasvilaji

runsastuu ja jää jäljelle ruiskutuksesta toistuvasti, tulee hälytyskellojen soida, etenkin jos on kysymys pihatähtimöstä tai pillikkeestä, joista Pohjoismaissa on todistettavasti löytynyt sulfonyyliureoita kestäviä kantoja.

Jos sulfonyyliurearesistenssiä jo esiintyy, lohkolla tulee ruiskuttaa vähintään 5 vuoden ajan kestävä rikkakasvilajin, esimerkiksi pihatähtimön, torjuvaa, toisen vaikutustavan omaavaa valmistetta, kuten Trio-valmistetta tai fluoroksyppiä sisältävää valmistetta. Pohjavesialueet muodostavat vielä erityisongelman, koska siellä ei saa käyttää fenoksihappoja. Pelkkä MCPA ei torju pihatähtimöä. Kiinnitä erityistä huomiota ruiskutuksen oikea-aikaisuuteen ja riittävän suureen annokseen parhaan mahdollisen tehon saamiseksi.

Hukkakauratiloilla jää ainoaksi mahdollisuudeksi herbisidiresistenssin hallitsemiseksi keskittyä torjunnassa parhaan mahdollisen tehon saamiseen ruiskuttamalla optimiaikaan, välttämällä seoksia ja epäedullisia ruiskutusolosuhteita sekä käyttämällä ohjeenmukaisia maksimiannoksia.

RESISTENSSIRISKIT TUHOELÄINTEN TORJUNNASSA AVOMAALLA

Torjunta-aineresistenssistä eli kestävydestä torjunta-aineita vastaan on näyttöä rapsikuoraisen osalta monissa maissa kuten esimerkiksi Ranskassa ja Ruotsissa. Resistenssin vastustamiseksi on laadittu erilaisia ns. resistenssin hallintaohjelmia (IRM Integrated Resistance Management), joita viljelijöiden edellytetään noudattavan mahdollisimman täsmällisesti. Gustafsson-Djurbergin mukaan rapsikuoriaisten kestävyys pyretroideja vastaan kehittyi

Ruotsissa nopeasti. Esimerkiksi vuonna 1999 ei ollut vielä ongelmia, mutta jo vuonna 2000 oli erittäin runsaasti rapsikuoriaisia. Tällöin tehtiin keskimäärin 3,3 torjuntakäsittelyä, mutta siitä huolimatta 42 % öljykasvien paloista oli vioittuneita.

Suomessa kasvihuoneviljelykset ovat pitkään joutuneet kamppailemaan tuhohyönteisten torjunnassa torjunta-aineiden käytöstä johtuvien resistenssi-ongelmien kanssa. Suomessa avomaan ja peltoviljelystä on olemassa useita epäilyjä pyretroideja kestävästä tuhoeläinkannoista ristikkukaiskasveilla yksittäisiltä viljelyalueilta mm. rapsikuoraisen (*Meligethes aenus*) ja kirppojen pääasiassa aaltojuovakirpan (*Phyllotreta undulata*) osalta. Lisäksi on viitteitä porkkanakempin (*Trioza apicalis*) mahdollisesta kestävydestä pyretroideja vastaan Suomessa tietyillä alueilla, joilla on pitkään ja intensiivisesti viljelty porkkanaa. Esimerkiksi Lounais-Hämeen alueella voidaan jo epäillä pyretroidiresistenssiä porkkanakempillä. Aiemmin ennen pyretroidien aikakautta ns. orgaanofosfaattienryhmään kuuluvaa dimetoaattia käytettiin runsaasti porkkanakempin torjunnassa, kunnes sillä lopulta ei enää onnistuttu saamaan kunnollista torjuntatulosta. Nyt näytettäisiin olevan tilanteessa, jossa puolestaan vain pyretroidien tiivis ja moninkertaisesti toistuva käyttö kesä-heinäkuussa pystyy estämään pahimmat satotappiot. porkkananviljely on jouduttu kokonaan lopettamaan joillain alueilla Suomessa, kun huonojen torjuntatulosten vuoksi sadon määrä ja laatu ovat jääneet heikoiksi.

Resistenssiriskien vähentäminen tuhohyönteisten torjunnassa

Usein esitellään tuholaisten torjunta-aineresistenssin muodostumisen yhtenä

ehkäisemiskeinona tehokasta viljelykiertoa. Tällöin ei pääse muodostumaan niin helpolla sellaisia tuholaiskantoja, jotka altistuvat yksipuolisessa viljelyssä säännöllisesti useaan kertaan torjuntaruiskutusten vaikutuksille. Suomen usein melko hajanaiset tilusten sijainnit huomioonottaen ei tehokaskaan kasvilajien ja -lajikkeiden viljelykierto viljelijän omilla peltolohkoilla pelkästään aina riitä, koska lentävät tuholaiset liikkuvat tehokkaasti lohkorajoista piittaamatta. Tällöin tarvittaisiin koko peltoaukean tai vielä isomman alueen viljelijöiden välistä tehokasta yhteistyötä viljelyn suunnittelussa, jotta kestävien tuholaiskantojen muodostumiselta voitaisiin välttyä. Esimerkiksi syyskylvöisten öljykasvien viljelyn mahdollinen yleistyminen Suomessa lisää torjunta-aineelle kestävien rapsikuoriaiskantojen muodostumisriskiä.

Tärkeää on käyttää vaikutustavaltaan mahdollisimman erityyppisiä valmisteita eri kasvukausina. Esimerkkinä erilaisista torjunta-aineiden tehoaineryhmistä ovat pyretroidit, neonikotinoidit ja orgaanofosfaatit. Perinteisten kemiallisten torjunta-aineiden käytön sijaan voidaan käyttää myös erilaisia mm. öljy- ja saippuavalmisteita, joilla voidaan vähentää joidenkin tuholaislajien kuten esimerkiksi imeväsuisten kirvojen esiintymistä kasvustoissa. Pyydyskasvi- menetelmien hyödyntäminen, mehiläismyrkyllisten valmisteiden käytön vähentäminen sekä hyötyhyönteisiä säästävien valmisteiden käyttö vähentävät suoraan tai välillisesti resistenssiriskiä.

Resistenssiriskin vähentäminen edellyttää, että tuholaisien torjunnan kynnyksarvoja seurataan tarkkaan, jolloin ruiskutuksia ei pitäisi tehdä milloinkaan 'vain varmuuden vuoksi'. Jokaisen ruiskutuksen olisi perustuttava tuholaisennusteiden ja tarkkailun pohjalta todettuun torjuntatarpeeseen. Tark-



Kuva 2. Ristikukkaisista viljelykasveista esimerkiksi rypsi tarvitsee kokonaisvaltaista viljelyn ja tuholais torjunnan suunnittelua pyrittäessä estämään pyretroidiresistenssin muodostumista. (kuv. Jarmo Ketola)

kailumenetelmiä tulee kehittää entistä paremmiksi, samoin tiedonsiirtoa ruiskutus päätöksenteon ja ruiskuttajan suuntaan tulee parantaa. Samoin pitäisi suosia biologisia torjuntamenetelmiä ja silloin kun käytetään kemiallista torjuntaa, tulee varmistaa hyötyhyönteisten säilyminen. Esimerkiksi IPM- (Integrated Pest Management) ja lisäksi erityisen IRM- (Integrated Resistance Management) ohjelmien jatkuva kehittäminen ja käytön edistäminen ovat mitä todennäköisimmin ainoita mahdollisuuksia kasvintuotannon kilpajuoksussa torjunta-aineresistenssin ja siitä aiheutuvien haasteiden kanssa.

Haasteita tulee jatkossa riittämään jo pelkästään siksi, että EU:ssa markkinoilta poistuu koko ajan runsaasti vanhoja valmisteita. Uusien ja uudentyyppisiä tehoaineita sisältävien torjunta-aineiden kehittäminen ja markkinoille tulo on erittäin hidasta. EU:ssa tulisi olla myös malttia hidastaa joidenkin valmisteiden poistamista markkinoilta tilanteissa, joissa jäljelle jää liian yksipuolinen valmisteiden valikoima, joka jo sinällään voi johtaa resistenssiriskien merkittävään kasvamiseen.

Kirjoittajista Sanni Junnila ja Peppi Laine toimivat tutkijoina ja Jarmo Ketola tarkastajana MTT Kasvinsuojelulla.