



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 17/2016

Resistenssi **Kasvintuhoojien torjunta-ainekestävyys**

Heikki Jalli, Sanni Junnila, Jarmo Ketola ja Anne Rahkonen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2016

Resistenssi

Kasvintuhoojien torjunta-ainekestävyys

Heikki Jalli, Sanni Junnila, Jarmo Ketola ja Anne Rahkonen

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2016



ISBN: 978-952-326-199-0 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-200-3 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-200-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Heikki Jalli, Sanni Junnila, Jarmo Ketola ja Anne Rahkonen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisuvuosi: 2016

Kannen kuva: Anne Rahkonen

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Heikki Jalli, Sanni Junnila, Jarmo Ketola ja Anne Rahkonen

Luonnonvarakeskus (Luke), Kasvinterveys, Humppilantie 14, 31600 Jokioinen

Tämä raportti on Suomen oloihin sovellettu katsaus kasvinsuojeluaineiden resistenssin perusteista, esiintymisestä ja ennaltaehkäisemisestä. Raportin aineisto pohjautuu Pohjoismaisen Norbarag (Nordic Baltic Resistance Action Group) -työryhmän 2010-luvulla kokoamiin tietoihin.

Kasvintuhoojat (kasvitaudit, tuhoeläimet ja rikkakasvit) haittaavat kasvintuotantoa. Kasvintuhoojien runsautta säädellään viljelykasveista kemiallisilla kasvinsuojeluaineilla eli pestisideillä. Kasvintuhoojapopulaatioon voi syntyä tai siinä voi olla luontaisesti kyky kestää pestisidiä. Tämä kestävyys eli resistenssi on perinnöllistä. Torjunta-aineita tulisi käyttää niin, ettei torjunta-aineresistenssiä synny tai ettei se lisäänty

Asiasanat: Resistenssi, pestisidit, herbisidit, fungisidit, insektisidit, torjunta-aineet, rikkakasvit, kasvitaudit, tuhoeläimet, kasvintuhooja, torjunta-ainekestävyys, kestävyys

Sisällys

Resistenssi	5
Resistenssin synty	5
Vaikutustapa ja ristikkäisresistenssi.....	5
Fungisidiresistenssi	6
Sienitautien torjunta-ainekestävyyden kehittymisen ehkäisy.....	7
Strobiluriiniresistenssi.....	8
Harmaalaikku	8
Perunaruton kestävyys	9
Lehtipolte	9
Insektisidiresistenssi	11
Resistenssin kehittämis-mekanismit	11
Keinot resistenssin kehittymisen estämiseksi.....	11
Rapsikuoriainen	11
Rapsikuoriaisten torjunta-strategia	12
Vattukärsäkäs mansikalla.....	12
Herbisidiresistenssi	13
Miten resistenssi todetaan	13
Resistenssityypit	13
Herbisidiresistenssin välttäminen.....	13
Herbisidiresistenssi Pohjoismaissa.....	15

Resistenssi

Torjunta-ainekestävyys eli resistenssi on eliön kyky selviytyä torjunta-ainekäsittelystä, jonka pitäisi normaalioloissa tehoa siihen. Resistenssi on perinnöllistä.

Resistenssin synty

Eliöpopulaatiossa on yksilöitä, jotka kestävät muita paremmin tiettyä kasvinsuojeluainetta. Tällä aineella käsiteltäessä nämä kestävät eli resistentit eliökannat säilyvät ja lisääntyvät, jos ovat kilpailukykyisiä vallitsevissa oloissa (fitness). Lopulta kestävät kannat voivat kattaa suurimman osan eliöpopulaatiosta.

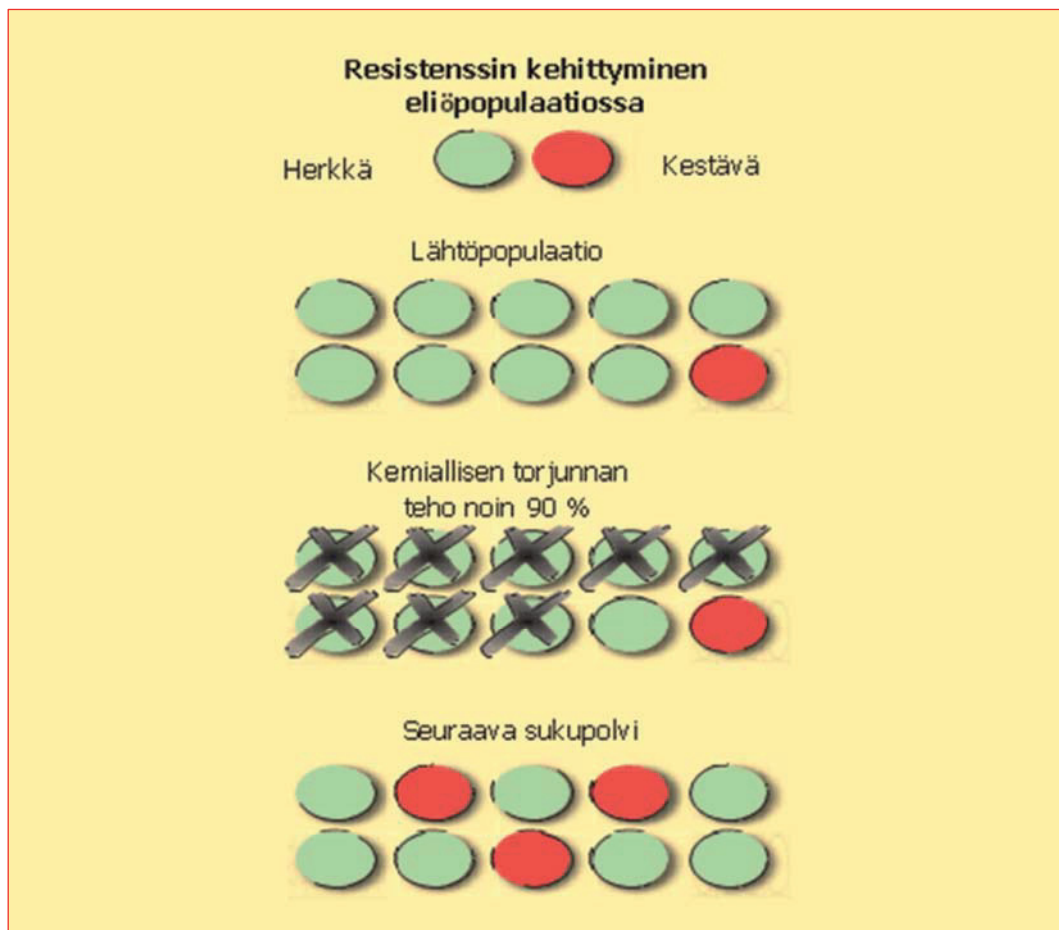
Resistenssin syntymisen riskiin vaikuttaa kunkin tehoaineen vaikutusmekanismi. Resistenssi on todennäköisintä, kun vaikutustavaltaan samaa tehoainetta käytetään toistuvasti ja torjuttavalla eliöllä on useita sukupolvia kasvukaudessa.

Vaikutustapa ja ristikkäisresistenssi

Kasvinsuojeluaine voi vaikuttaa kasvintuhoajan (kasvitaudit, tuhoeläimet ja rikkakasvit) moniin elintoimintoihin. Kysymyksessä voi olla monikohdevaikutus (multi site mode of action) tai vaikutus erityisesti yhteen elintoimintoon (single site mode of action). Nykyisin suositaan yhteen elintoimintoon vaikuttavia kasvinsuojeluaineita, jotka tehoavat erinomaisesti tarkoitettuun kohteeseen, mutta säästävät harmittomia tai hyödyllisiä eliöitä.

Tällaista valmistetta käytettäessä mahdollinen kestävyden syntyminen on nopeaa, koska kestävyden syntyyn riittää yksi muutos eliön tietyssä geenissä.

Tehoaineet jaetaan ryhmiin niiden vaikutusmekanismien mukaisesti. Esimerkiksi kaikilla pyretroidien ryhmään kuuluvilla tuhoeläinten torjunta-aineilla on sama vaikutusmekanismi. Yhtä tehoainetta kestävä eliökanta voi kestää myös saman ryhmän toista tehoainetta. Tällöin puhutaan ristikkäisresistenssistä (cross resistance).



Fungisidiresistenssi

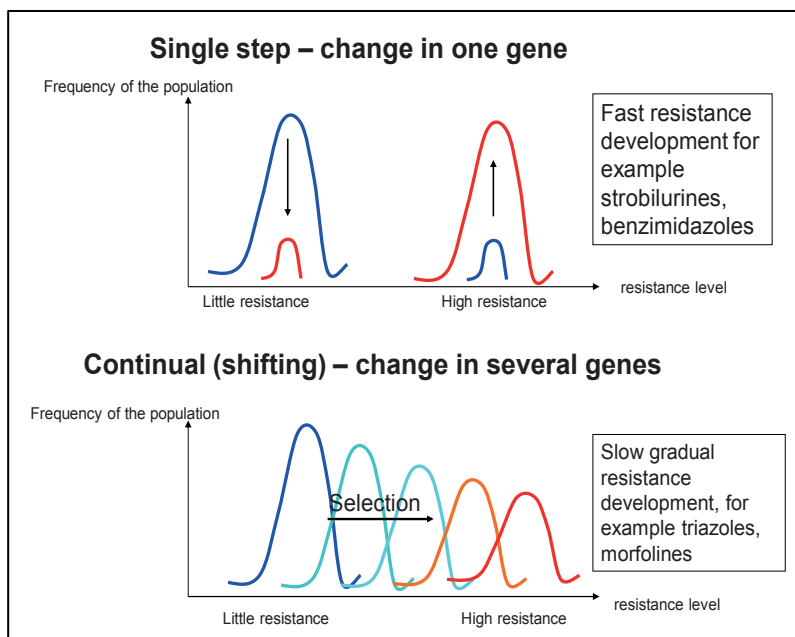
Kasvitautilien torjunta-ainekestävyys eli fungisidiresistenssi ei ole uusi ilmiö. Tapauksia tunnetaan useiden vuosikymmenien takaa: Viljojen *Drechslera*-suvun sienitaudeilla (mm. tyvi- ja lehtilaikku) on tavattu elohopeapeittausaineiden kestävyttä 1960-luvulta lähtien, aluksi Skotlannissa. Lehti- ja tyvilaikun sekä lumihomeen bentsimidatsolikestävyttä sekä perunaruton metalakyyli-kestävyyttä on esiintynyt 1980-luvulta lähtien. Strobiluriinikes-

tävyys todettiin ensimmäisenä vehnän härmällä vuonna 1999, vain kaksi vuotta strobiluriinien markkinoille tulon jälkeen. Myös Suomesta on löytynyt strobiluriineja kestäviä harmaalaikku-, pistelaikku- ja verkkolaikkukantoja.

Viljojen lehtitautien strobiluriinikestävyys on Suomen lähialueilla edelleen yleisempää kuin Suomessa. Esimerkiksi Ruotsissa ja Tanskassa noin puolet pistelaikun tautikannoista ja alle puolet verkkolaikun tautikannoista kestää strobiluriineja.



Verkkolaikkua ohrassa.
Kuva: Peppi Laine.



Kuviossa taudinkestävyiden päätyypit: Ylemmässä kuvataan yksittäiseen geenimuutokseen perustuvan taudinkestävyiden murtuminen ja alemmassa useaan geeniin perustuva taudinkestävyys ja sen vähittäinen aleneminen. Sininen käyrä kuvaa altista sienipopulaatiota (vähäinen resistenssi) ja punainen käyrä kestävää sienipopulaatiota (suuri resistenssi).

Viljoilla käytettävien eri fungisidiryhmien resistenssiriski FRACin mukaan (Fungicide Resistance Action Committee)

Riski	FRAC-koodi	Fungisidiryhmä	Valmiste
Kohtalainen	3	DMI (imidatsolit, triatsolit)	Acanto 250 EC, Acanto Prima*, Akopro 490*, Armure*, Basso*, Bolt XL, Bumper, Delaro SC 325*, Folicur Xpert*, Juventus 90, Menara*, Mobius*, Proline, Proline Xpert*, Prosaro EC 250*, Tilt, Sportak EW, Stereo 312.5 EC*, Zenit 575 EC*
	9	Aniliinopyrimidit	Acanto Prima*, Stereo 312.5 EC*
	5	Morfoliinit	Zenit 575 EC*
Korkea	1	Tiofanaatit	Don-Q
	11	Qol (strobiluriinit)	Acanto, Amistar, Acanto Prima*, Comet Pro, Delaro SC 325*, Mirador 250 EC, Mobius*

*Valmiste sisältää useampaa kuin yhtä tehoainetta

Sienitautien torjunta-ainekestävyyden kehittymisen ehkäisy

- Viljele mahdollisimman taudinkestäviä lajikkeita.
- Älä kylvä suuria aloja taudinalttiita vehnä- ja ohralajikkeita.
- Vähennä tautipainetta viljelyteknisin keinoin kuten kasvinvuorotuksella, kynöllä, sopivalla kylvöajalla, kylvötiheydellä ja typpilannoituksella sekä jääntikasvien torjunnalla.
- Torju vain tarpeen mukaisesti.
- Käytä kynnsarvoja, riskimalleja ja varoitusjärjestelmiä.
- Sovita torjunta sään ja tautipaineen mukaan.
- Vältä ruiskuttamasta kasvustoja, joissa tauti on jo edennyt pitkälle.
- Valitse tehokkaita sienitautien torjunta-aineita.
- Käyttömäärä kannattaa sovittaa tautipaineen ja ajankohdan mukaan, ja käytön tulee olla myös taloudellisesti perusteltavissa.
- Rajoita samaan vaikutustaparyhmään kuuluvien torjunta-aineiden käyttökertoja kasvu-kauden aikana.
- Vuorottele tai käytä seoksina eri tavalla vaikuttavia fungisideja. Tällainen menettely minimoi torjunta-ainekestävyyden kehittymisen ja estää tehon heikkenemistä silloin, kun kestävyyttä on alkanut esiintyä.



Harmaalaikkua vehnässä. Kuva: Marja Jalli.

Strobiluriiniresistenssi

Strobiluriiniresistenssi perustuu kolmeen eri mutaatiotyyppiin.

G143A on pahin mutaatiotyyppi. Teho jää heikoksi, eikä käyttömäärän lisääminen auta. Ristikkäisresistenssi on mahdollista kaikkien strobiluriinien välillä.

F129L-mutaatiotyypin vaikutus on vähäisempi, sillä se aiheuttaa asteittaisen tehon alenemisen. Käyttömäärän lisääminen parantaa tehoa. Jonkin verran esiintyy eroja eri strobiluriinien tehoavuudessa.

G137R -mutaatiotyyppi ei ole kovin yleinen, ja sen vaikutus tehoon on vähäinen.

Harmaalaikku

Harmaalaikkua esiintyy runsaimmin syysvehnävaltaisilla alueilla. Syys- ja kevätvehnän viljely rinnakkain tarjoaa taudille sopivan lisääntymisympäristön lähes läpi vuoden. Länsi-Euroopassa syysvehnän viljelyalueilla harmaalaikun strobiluriinikestävyys on niin yleistä, että torjuntateho on pääosin triatsolien varassa. Kovan tautipaineen alueilla myös triatsolien tehon asteittaista heikentymistä on havaittu 1990-luvulta lähtien. Suomessa harmaalaikkua esiintyy mainittavassa määrin vain syysvehnässä. Toistaiseksi torjunta-aineet tehoavat siihen hyvin, mutta tilanne voi muuttua, mikäli syysvehnän viljely Suomessa lisääntyy.

Yhteenveto strobiluriiniresistenssin levinneisyydestä

Sienitauti	Resistenssin levinneisyys	G143A	F129L	G137R
Harmaalaikku <i>Septoria tritici</i>	Euroopassa yleinen alueilla, joilla runsaasti vehnänviljelyä, myös Ruotsissa – heikko teho	X		
Vehnän pistelaikku	Resistenssiä vaihtelevasti Saksassa, Tanskassa ja Ruotsissa, ei tavattu Suomesta	X	X	X
Ohran verkkolaikku	Vain heikointa muotoa F129L esiintyy, Iso-Britanniassa, Irlannissa, jonkin verran Ranskassa, Belgiassa ja Tanskassa, ei tavattu Suomesta		X	
Härmä	Vehnän härmä – resistenssi yleinen useissa maissa Ohran härmä – resistenssi yleinen läntisessä Keski-Euroopassa, melko vähän Tanskassa ja Ruotsissa	X		
Rengaslaikku	Yksittäisissä näytteissä Ranskassa 2008	X		
Ruskolaikku, vehnä	Ruotsista ja Norjasta löytynyt atsoksistrobiinia sietäviä kantoja	X		
Lumihome <i>Microdocium nivale/majus</i>	Resistenssi yleinen läntisessä Keski-Euroopassa	X		
Ramularia-lehtilaikku	Yksittäisiä näytteitä testattu ja kestävyyttä todettu Tanskassa, Ranskassa ja Iso-Britanniassa.	X		
Lehtipolte <i>Alternari solani</i> <i>Alternaria alternata</i>	Kestävyyttä löydetty useilta Keski- ja Pohjois-Euroopan perunantuotantoalueilta, ei kuitenkaan vielä Suomesta	X	X	
Ruostetaudit	ei riskiä, riski vähäinen			

Perunaruton kestävyys

Maailmalla metalakyyli tuli käyttöön 1970-luvun lopulla Ridomil 25 WP -valmisteena. Jo ensimmäisen käyttövuoden aikana löydettiin metalakyyliin-kestäviä perunaruttokantoja (*Phytophthora infestans*). Ruton metalakyylikestävyyden rajoittamiseksi siirryttiin käyttämään metalakyylin ja mankotsebin seosta tuotenimellä Ridomil MZ (nykyisin Ridomil Gold). Suomessa Ridomil 25 WP:tä ei koskaan käytetty, vaan markkinoille tuli suoraan Ridomil MZ -valmiste 1980-luvun puolivälissä. Markkinoilla on myös toinen metalakyylivalmiste Epok, jossa seoskumppanina on fluatsinami.

Metalakyyli vaikuttaa perunaruttosienen aineenvaihdunnassa tiettyyn yhden tai muutaman geenin säätelemään kohtaan, mikä johtaa helposti resistenssin syntymiseen. Resistenssiriskin vähentämiseksi metalakyylivalmisteita suositellaan käytettäväksi ennalta ehkäisevästi ja korkeintaan kaksi kertaa ruiskutusohjelman alkupäässä. Tällä strategialla metalakyyliresistenssi on saatu pidettyä hallinnassa.



Lehti- ja varsiruttoa. Kuva: Anne Rahkonen.

Lehtipolte

Lehtipolte (*Alternaria sp.*) on yleistynyt myös Suomessa perunavaltaisissa viljelykierroissa niin, että viljelijät ovat alkaneet torjua sitä. Etelä-Ruotsissa lehtipolte on ollut merkittävä tauti jo vuosituhanen vaihteesta lähtien. Ruotsissa viljelijöiltä alkoi tulla havaintoja lehtipolteen esiintymisestä torjunnasta huolimatta vajaa 10 vuotta sitten. Viime vuosien kartoituksissa lehtipolteen strobiluriinikestävyyttä on tavattu laajalti Pohjois-Euroopan perunantuotantoalueilla, toistaiseksi ei vielä Suomessa



Lehtipolte. Kuva: Heidi Tupala.

Perunaruton ja lehtipoltteen torjuntaan käytettävien eri fungisidiryhmien resistenssiriski FRACin mukaan (Fungicide Resistance Action Committee)

Riski	FRAC-koodi	Fungisidiryhmä	Valmiste
Ei tunneta	43	Bentsamidit	Infito*
Vähäinen tai ei lainkaan	M3	Ditiokarbamaatit	Acrobat WG*, Curzate M 68 WG*, Dithane NT, Penncozeb DG, Ridomil Gold MZ Pepite*, Tridex 75 DG
	29	2-,6-dinitroaniiniit	Shirlan, Banjo Forte*, Epok 600 EC*
Kohtalainen	40	CAA-fungisidit	Acrobat WG*, Banjo Forte*, Revus, Revus Top*
	3	DMI-fungisidit (imidatsoli, triatsolit)	Revus Top*
	28	Karbamaatit	Consento* Infito*
	27	Syanoasetamidioksiimi	Curzate M 68 WG*
Kohtalaisen korkea	21	Qil-fungisidit	Leimay, Ranman Top
	7	SDHI	Signum*
Korkea	4	Fenyylimidit	Ridomil Gold MZ Pepite*, Epok 600 EC*
	11	Qol (mm. strobiluriinit)	Amistar, Mirador 250 SC, Consento*, Signum*

*Valmiste sisältää useampaa kuin yhtä tehoainetta



Monipuolinen viljelykierto ja eri tavoin vaikuttavien valmisteiden vuorottelu ennaltaehkäisevät resistenssin syntyä. Kuva: Anne Rahkonen.

Insektisidiresistenssi

Rapsikuoriaiset ovat merkittävän tuhohyönteisryhmä, jolle on kehittynyt hyönteistorjunta-aineiden kestävyttä eli insektisidiresistenssiä Pohjoismaiden ja Baltian alueilla. Insektisidiresistenssiä on osoitettu myös kirvalajeista paatsamakirvalla (*Aphis frangulae*) ja perunan persikkakirvalla (*Myzus persicae*) Ruotsissa vuodesta 2001 alkaen. Suomessa on avomaan viljelyssä jo pitkään epäilty paikallista porkkanakempin kestävyttä pyretroideja vastaan sekä viime vuosina vattukärsäkkään kestävyttä useita pyretroidivalmisteita vastaan. Torjunnan heikko teho ei aina ole resistenssiä, vaan se voi johtua myös väärästä ajoituksesta ja/tai huonoista käsittelyolosuhteista.

Resistenssin kehittymismekanismit

Hyönteisillä insektisidiresistenssin kehittyminen tapahtuu kahdella tavalla. Yleisin tapa on hyönteisten aineenvaihdunnallinen eli *metabolinen resistenssi*, jossa hyönteinen murtaa insektisidin vaikutusmekanismin, ja tämän seurauksena hyönteisen vastustuskyky valmistetta vastaan kasvaa.

Vaikutuskohdan mukaisessa eli *target site resistenssissä* hyönteisten perimän muutos kohdistuspaikan perimässä muuttaa hyönteisen osittain tai kokonaan insektisidiä kestäväksi.

Keinot resistenssin kehittymisen estämiseksi

Tuhohyönteisten tulee olla varmasti alttiina torjuntakäsittelylle. Esimerkiksi kosketusvaikutteisia valmisteita käytettäessä hyönteisten on oltava kasvinosissa näkyvillä. Jos ruiskute tällöin tehoaa kunnon, voidaan olettaa valmisteen toimivan.

- Vaihtelee vaikutustavaltaan erityyppisiä valmisteita kasvukauden aikana.
- Käytä vaikutustavaltaan lyhytkestoisia valmisteita.
- Käsittele, jos mahdollista, vain osa pellosta. Käsittelemättömällä alueella valmisteelle herkät yksilöt säilyvät ja niiden perimä jää vallitsevaksi hyönteispopulaatiossa.

- Käytä vaihtoehtoisia ja ennakoivia torjuntamenetelmiä, kuten biologista torjuntaa ja kestäviä lajikkeita aina, jos se on mahdollista.

Rapsikuoriainen

Pohjoismaissa ja Baltiassa rapsikuoriaisen pyretroidiresistenssiä havaittiin ensimmäistä kertaa vuonna 2000 Itä-Götanmaalla, Ruotsissa. Nykyisin resistenssiä tavataan paikallisesti koko öljykasvien viljelyalueella, myös Suomessa. Pyretroidivalmiste Mavrikia vastaan ei ole toistaiseksi kehittynyt kestäviä kantoja pellolla, mutta laboratoriotestit ovat osoittaneet myös sen osalta tehokkuuden heikkenemistä.

Riski resistenssin kehittymiselle on suurin alueilla, joilla viljellään paljon sekä syys-, että kevätöljykasveja ja rapsikuoriaisia torjutaan säännöllisesti. Resistenssin kehittymistä voidaan vähentää vaihtelemalla vaikutustavaltaan erilaisia valmisteita.

Rapsikuoriaisen resistenssi on pääosin metabolistia. Tämä resistenssityyppi voi joskus olla rapsikuoriaille muulla tavoin haitallista ja vähentää kestävien yksilöiden säilymistä elossa verrattuna herkkiin yksilöihin. Esimerkiksi insektisidiä kestävien hyönteisen alentunut talvehtimiskyky voi vähentää resistenssin säilymistä populaatiossa.



Rapsikuoriainen kehittää helposti kestäviä kantoja pyretroideja vastaan. Kuva: Erja Huusela-Veistola.

Rapsikuoriaisten torjunta-strategia

Kun pyretroidiresistenssiä on havaittu viljelyalueella, ensimmäinen käsittely tehdään Mavrikilla. Jos tarvitaan myöhempiä ruiskutuksia, käytetään neonikotinoideja eli Biscayaa tai Mospilania. Lisäksi rapsikuoriaisten torjuntaan Suomessa ovat käytettävissä Avaunt (indoksakarbi) ja Plenum (pymetrosiini) valmisteet. Jos lohkolta ei ole havaintoja pyretroidiresistenssistä, ensimmäinen käsittely tehdään pyretroidilla. Jos muita käsittelyjä tarvitaan, suositellaan käytettäväksi esimerkiksi Biscaya, Mospilan, Plenum tai Avaunt/Steward -valmisteita. Resistenssiriskin vähentämiseksi neonikotinoidien Biscaya ja Mospilan käyttö on Suomessa rajattu yhteen kertaan kasvukautta kohti.

Sellaisella viljelyalueella, jossa viljellään sekä kevätettä syysöljykasveja, ja on tarve torjua rapsikuoriaisia syysöljykasveilta, toimitaan kuten tilanteessa, jossa alueella on resistenttejä kuoriaiskantoja.

Rapsikuoriaisten torjunnassa tulee huomioida torjuntakynnykset. Älä ruiskuta, jos torjunnan kynnyksarvoa (alla) ei ole saavutettu. Vältä myöhäisiä

torjuntakäsittelyitä. Lähellä kukintaa rapsikuoriaiset aiheuttavat vähemmän vahinkoa ja torjunnan teho on heikompi. Myöhäiset käsittelyt ovat myös erittäin haitallisia rapsikuoriaisten luontaisille vihollisille.

Vaihtele vaikutustavaltaan erilaisia valmisteita, jos pitää tehdä useampia ruiskutuksia.

Vattukärsäkäs mansikalla

Suomessa on 2015 löydetty viitteitä pyretroideja kestävästä vattukuoriaisista mansikanviljelyalueelta Savosta. Tutkimukset jatkuvat ja testausmenetelmää kehitetään edelleen. Tärkeää on kuitenkin mansikanviljelyssä yleisestikin tiedostaa resistenssiriskin olemassaolo. Vattukuoriaisen torjuntaan on hyväksytty 3A-ryhmään kuuluvien eri pyretroidivalmisteiden ohella tiaklopridiä sisältävä vaikutustavaltaan 4A ryhmään kuuluva Calypso-valmiste. Vaikutustavaltaan erityyppisiä valmisteita tulisikin vaihdella kasvukauden aikana, mikäli vattukärsäkästä joudutaan lohkolta torjumaan.

Torjunnan kynnyksarvo: keskimäärin rapsikuoriaisia kpl kasvia kohti

Kasvityyppi	Aikainen nappuvaihe (51)	Nappuvaiheen keskivaihe (52/53)	Myöhäinen nappuvaihe (59)
Syysöljykasvit	2-3	3-4	5-6
Kevätöljykasvit	0,5-1	1-2	2-3

Rapsikuoriaisen torjuntaan käytettävissä olevat valmisteet 2016. Valmisteiden jaottelu vaikutustavan perusteella (IRAC ryhmä)

Esimerkkejä tehoaineista	IRAC ryhmä	Esimerkkejä valmisteista	Huomioitavia seikkoja
Pyretriini, pyretroidit	3A	Bioruiskute S, Cyperkill 250 EC, Decis Mega EW 50, Fastac 50, Karate 2.5 WG, Karate Zeon, Kestac 50, Sumi Alpha 5 FW	Voi esiintyä paikallisesti kestäviä kantoja
		Mavrik 2 F	Tehoa yleensä edelleen paremmin kuin muut pyretroidit, jos alueella on niitä kestäviä kantoja ¹
Neonikotinoidit	4A	Biscaya OD 240	Rapsikuoriaiset herkkiä, 1x/kasvukausi ¹
		Mospilan	Rapsikuoriaiset herkkiä, 1x/kasvukausi
Pymetrosiini	9B	Plenum 50 WG	Rapsikuoriaiset herkkiä 1x/kasvukausi joka 3. vuosi
Indoksakarbi	22A	Avaunt/Steward	Rapsikuoriaiset herkkiä, 1x/kasvukausi

¹ Voi käyttää vaihtoehtoisesti kukinnan alussa. On huomioitava, että myöhäinen ruiskutusajankohta lisää mehiläisten ja muiden pölyttäjien altistumisriskiä kasvinsuojeluaineelle.

Herbisidiresistenssi

Pohjolassa ja Baltian maissa esiintyy useita eri herbisidejä eli rikkakasvintorjunta-aineita kestäviä rikkakasvilajeja, yleisimmät niistä ovat rikkapuntarpää, raiheinä ja pihatähtimö. Testattaessa on löydetty myös torjunta-ainetta kestävää hukka-kauraa, luohoa, saunakukkaa, ruiskaunokkia, rikkaunikkoja, jauhosavikkaa ja ohdakkeita.



Pihatähtimö on pieni rikkakasvi, joka kasvaessaan ja lisääntyessään on kilpaileva maanpeittokasvi. Kuvat: Heikki Jalli.

Miten resistenssi todetaan

Valmisteen heikko teho voi johtua monesta eri tekijästä. Epäonnistuminen voi johtua huonosta ruiskutussäästä, suurista tai vaikeasti torjuttavista rikkakasveista tai rikkakasveista, joihin valmisteen ei pitäisikään tehoa. Heikon tehon syynä on todennäköisesti resistenssi silloin, kun

- selviytyneiden kasvien vieressä löytyy kuolleita saman lajin kasveja
- rikkakasvilaji, johon herbisidi normaalisti tehoaa, selviytyy ja muut rikkakasvilajit, johon valmistee tehoaa, kuolevat
- herbisidin teho heikkenee enemmän kuin voi vuosittaisella vaihtelulla olettaa.

Heikentynyt herbisidin teho huomataan tavallisesti vasta, kun kestävä rikkakasvikannan osuus populaatiosta on jo noin 30 %.

Resistenssityypit

Rikkakasvien herbisidikestävyys voidaan jakaa kahteen ryhmään. *Vaikutuspaikan mukainen resistenssi* ilmenee, kun tehoaine ei enää toimi. Yksi geneettinen muutos saa aikaan usein täydellisen kestävyuden kyseiselle tehoaineelle. *Aineenvaihdunnallisessa resistenssissä* kestävä rikkakasvi hajottaa herbisidiä. Kasvin entsyymintuotanto voi olla myös hyvin runsasta tai entsyymi voi olla suojaava kuoleissa niin, ettei herbisidi tehoa. Täydellisen tai osittaisen kestävyuden aiheuttavat useat geneettiset muutokset. Kestävyys voi kattaa useita tehoaineita ja erilaisia vaikutusmekanismeja.

Herbisidiresistenssin välttäminen

Herbisidikestävyuden välttämiseksi tulee vuorotella eri tavalla vaikuttavia herbisidejä mahdollisimman monipuolisessa viljelykierrossa ja yhdistää ennaltaehkäiseviä menetelmiä mekaanisen ja kemiallisen rikkakasvien torjunnan kanssa.

Mahdollisia toimia kestävyuden välttämiseksi ovat:

- Rikkakasvipaineen pitäminen pienenä yhdistelemällä eri menetelmiä kuten multaaminen ja kyntö.
- Viljelykierron monipuolistaminen. Viljan monokulttuuri voi lisätä joitakin rikkakasveja, erityisesti heinämäisiä lajeja.
- Käytä valmisteita, joilla on eri vaikutustavat.
- Pellon osittainen käsittely vähentää torjunta-aineella käsiteltyä pinta-alaa ja pienentää mahdollisuutta kestävyuden synnylle.
- Yhteen vaikutuspaikkaan (target site) perustuvan resistenssin oletetaan syntyvän käytettäessä täysiä annoksia, kun taas aineenvaihdunnallinen resistenssi hyötyy pienistä annoksista. Niinpä vaihtelu pienien ja suurten tehoaineanosten välillä voi hidastaa resistenssin syntyä, kun vuorotellen estetään toisen resistenssityypin syntyä
- Mitä useammin samaa tai samaan ryhmään kuuluvaa herbisidiä käytetään peräkkäin, sitä suurempi on riski resistenttien rikkakasvikantojen yleistymiselle.

Herbisidien jaottelu tehomekanismien mukaan (HRAC:n mukaan)

HRAC ryhmä	A	B	C1	C3	D	E	F1	F3	G	K1	K3	L	N	O
Valmiste	ACCCase-inhibiittori rasvahapposynteesin esto	ALS-inhibiittori aminohapposynteesin esto	Fotosysteemi 2, yhteyttäminen esto	Fotosysteemi 2, yhteyttäminen esto	Pigmenttien synteessin esto	PPO klorofyllin syntymisen esto	PDS Karotenoidisynteesin esto	Karotenoidisynteesin esto pigmentin synty	EPSP syntetaasin esto aminohapposynteesin esto	Solunjakaantumisen esto, kromosomien erkaantuminen	Solunjakaantumisen esto	Soluseinän (selluloosa) muodostumisen esto	Rasvojen synteessin esto	Synteettinen auksiini, kiinnittää kasvua
Ally Class 50 WG		x				x								
Ally ST 50 ja muut sufonyyliureat eli pienannosherbisidit		x												
Ariane S														x
Attribut 70 SG, Maatilan Karbatsoni		x												
Axial	x													
Basagran M75				x										x
Basagran SG				x										
Betanal Progress SE, Maatilan Etofumesaatti, Powertwin			x										x	
Betanal SE, Maatilan Fenmedifaami, Medifarm			x											
Biathlon 4D, Tooler Heavy		x												
Boxer													x	
Broadway, Maatilan Pyroksulaami Duo		x												
Butisan S											x			
Butisan Top, Cloud, Maatilan Metatsaklri Duo											x	x		x
Cantor, Maatilan Folasulaami Duo		x												x
Clamox		x									x			
Cleravo		x												x
Devrinol 450 SC											x			
Eagle WG		x												
Fenix, Maatilan Aklonifeeni								x						
Focus Ultra, Agil 100 EC, Targa Super 5 EC, Puma Super, Aramo, Fusilade Max, Foxtrot, Laser Ultra, Maatilan Pinoksadeeni, Maatilan Propafop, Pilot Ultra, Select, Stratos Ultra, Swipe	x													
Galera, Maatilan klopuralidi Duo														x
Gallery												x		
Glyfosaatit									x					
Harmony 50 SX		x												
Goltix 70, Meta, Metafol 700, Target, Maatilan Metamitroni			x											
Lancelot		x												x
Lentagran WP				x										
Matrigran 72 SG, Maatilan Klopuralidi SG														x
MCPA, Triot ja muut fenoksihappovalmisteet														x
Monitor		x												
Mustang Forte, Maatilan Pyralidi Trio		x												x
Oxtril				x										
Pistol, Keeper L							x		x					
Platform 40 WG						x								
HRAC ryhmä	A	B	C1	C3	D	E	F1	F3	G	K1	K3	L	N	O
Primus, Maatilan Florasulaami, Seracen		x												
Primus XL, Maatilan Fluro XL		x												x
Reglone					x									
Sekator OD, Maatilan A-Sulfuroni Duo ja Duo 3	x													
Senkor, Metro, Mistrar, Maatilan metributsiini,			x											
Starane 180, Maatilan Fluro, Tomahawk 180 EC, Twin														x
Starane XL, Simplex		x												x
Stomp, Maatilan Pendimetaaliini										x				
Tooler		x												
Tooler Heavy, Biathlon		x												
Tramat 500 SC, Ethosat 500 SC													x	
Verigal D						x								x

Herbisidiresistenssi Pohjoismaissa

Ruotsissa on löydetty monia herbisidejä kestäviä leveälehtisiä rikkakasveja: pihatähtimö viljoilla (B), pelto-ohdake (O), jauhosavikka perunalla (C1), rikkapuntarpää (A, B, N) ja rikkaunikko (B).

Tanskassa on edellisten lisäksi löydetty kestävät italian raiheina (A ja B), saunakukka (B), luoho (B) ja lutukka (B), mutta ei resistenttiä pelto-ohdaketta.

Norjasta on löydetty herbisidejä kestävää jauhosavikkaa (C1 ja C2), pelto villakkoa (C1), kylänurmikkaa (C1) ja pihatähtimöä (B)

Edellä esitetty tieto herbisidejä kestävästä rikkakasvilajeista löytyy kansainvälisestä yhteenvetotiedotuksesta (HRAC), jossa Suomesta on mukana vain kestävä pihatähtimö ja jauhosavikka (B). Tämän lisäksi Suomessa epäillään kasvavan muun muassa kestävää pillikettä. Rikkakasviresistenssiä ei ole Suomessa kartoitettu, mutta pidetään hyvin todennäköisenä, että kymmenillä viljalohkoilla esiintyy kestävä pihatähtimöä jopa kymmenien vuosien yhtäjaksoisen pienannosherbisidien käytön seurauksena. Kaikki pienannosherbisidit kuuluvat ALS-inhiittorien vaikutustaparyhmään (B). Tähän ryhmään kuuluvia herbisidejä on meillä markkinoilla kymmeniä, ja ne muodostavat valtaosan viljan herbisideistä.



Suomessa on löydetty ALS-inhiittoreita kestävä jauhosavikkakanta. Myös fenoksihappoja kestävä pillikettä epäillään olevan. Kuvat: Heikki Jalli.



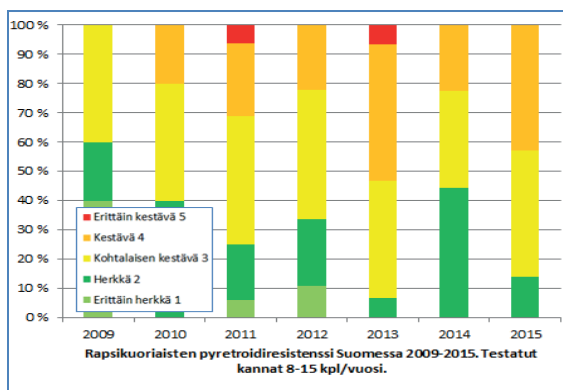
Kuvassa oikean reunan jauhosavikat ovat saaneet 8-kertaisen pienannosherbisidikäsittelyn, seuraava jono 4, sitten 2, sitten 1 ja ½-kertaisen käsittelyn. Kuva: Heikki Jalli.



Express 50 SX 80 g/ha vioittaa kestävä jauhosavikkaa, mutta silti se kukkii ja tekee siemeniä. Kuva: Heikki Jalli.



Kuvat: Jarmo Ketola.



Rapsikuoriaisten resistenssiä pyretroideja vastaan selvitetään IRAC 11 menetelmän mukaisesti. Kestävien ja kohtalaisesti kestävien rapsikuoriaiskantojen osuus on kasvamaan päin.



Kuvat: Heikki Jalli.

Tutkiessamme herbisidiresistenssiä varmensimme siemenen itävyyden ennen varsinaista kylvää.

Fungisidiresistenssistä lisää:

<http://www.frac.info/>

Insektidiresistenssistä lisää:

<http://www.irac-online.org/>

Herbisidiresistenssilinkejä

<http://weedscience.org/>

<http://weedscience.org/graphs/geochart.aspx>

<http://www.hracglobal.com>

<http://www.hracglobal.com/images/moaposter.pdf>

<http://www.ewrs.org>

NORBARAG - Nordic Baltic Resistance Action Group:

www.mtt.fi/norbarag



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000