



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 15/2019

Kasvintuhoojien torjunta-ainekestävyys

Heikki Jalli, Jarmo Ketola, Anne Rahkonen ja Kalle Ohralahti

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2019

Kasvintuhoojien torjunta-ainekestävyys

Heikki Jalli, Jarmo Ketola, Anne Rahkonen ja Kalle Ohralahti

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2019



Viittausohje:

Jalli, H., Ketola, J., Rahkonen A. & Ohralahti, K. 2019. Kasvintuhoojien torjunta-ainekestävyys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 21 s.



ISBN 978-952-326-724-4 (Painettu)

ISBN 978-952-326-725-1 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-725-1>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Heikki Jalli, Jarmo Ketola, Anne Rahkonen, Kalle Ohralahti

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2019

Julkaisuvuosi: 2019. Tämä on päivitetty versio aiemmin ilmestyneestä julkaisusta Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2016

Kannen kuva: Anne Rahkonen

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

Tiivistelmä

Heikki Jalli, Jarmo Ketola, Anne Rahkonen ja Kalle Ohralahti

Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 4, 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. Viljelykasvien kasvintuhoojien runsautta säädelään kemiallisilla kasvinsuojeluaineilla eli pestisideillä. Kasvintuhoojapopulaatioon voi syntyä tai siinä voi olla luontaisesti kyky kestää torjunta-ainetta. Tämä kestävyys eli resistenssi on perinnöllistä. Torjunta-aineita tulisi käyttää niin, ettei torjunta-aineresistenssiä synny tai että se ei lisäänty.

Abstract

Pesticide Resistance is the ability of plant pests (weeds, plant diseases and insects) to develop resistance to pesticides. This report is a review of pesticide resistance, its occurrence and prevention especially in Finnish conditions. This report is based on materials collected by Norbarag (Nordic Baltic Resistance Action Group).

Plant pests are an increasing problem in crop production. Field crops are usually protected with chemical control i.e. pesticides against pests. Some pest populations can develop resistance to pesticides. This resistance is inherited. Therefore pesticides should be used according to label instructions to avoid developing and spreading of resistance. To avoid pesticide resistance it is recommended to use pest resistant cultivars, crop rotation, using pesticides with different mode of action and using pesticides only when needed.

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

Key words: Resistance, pesticides, herbicides, fungicides, insecticides, plant protection products, weeds, plant diseases, insects, pests, pesticide resistance

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Torjunta-aineresistenssi	5
Torjunta-aineresistenssin synty	5
Vaikutustapa ja ristikkäisresistenssi.....	5
Fungisidiresistenssi	6
Sienitautien torjunta-ainekestävyyden kehittymisen ehkäisy.....	7
Perunaruton ja lehtipoltteen torjunta-ainekestävyyden ehkäisy.....	9
Insektisidiresistenssi	12
Insektisidiresistenssin kehitymis-mekanismit.....	12
Keinot insektisidiresistenssin kehittymisen estämiseksi.....	12
Rapsikuoriainen	12
Rapsikuoriaisten torjunta-strategia	13
Vattukärsäkäs mansikalla.....	14
Herbisidiresistenssi	15
Miten herbisidiresistenssi todetaan	15
Herbisidiresistenssin tyypit.....	15
Herbisidiresistenssin välttäminen.....	15
Herbisidiresistenssi Pohjoismaissa	16
Liite 1. Herbisidiresistenssi	19
Liite 2. Fungisidiresistenssi	20
Liite 3. Insektisidiresistenssi	21

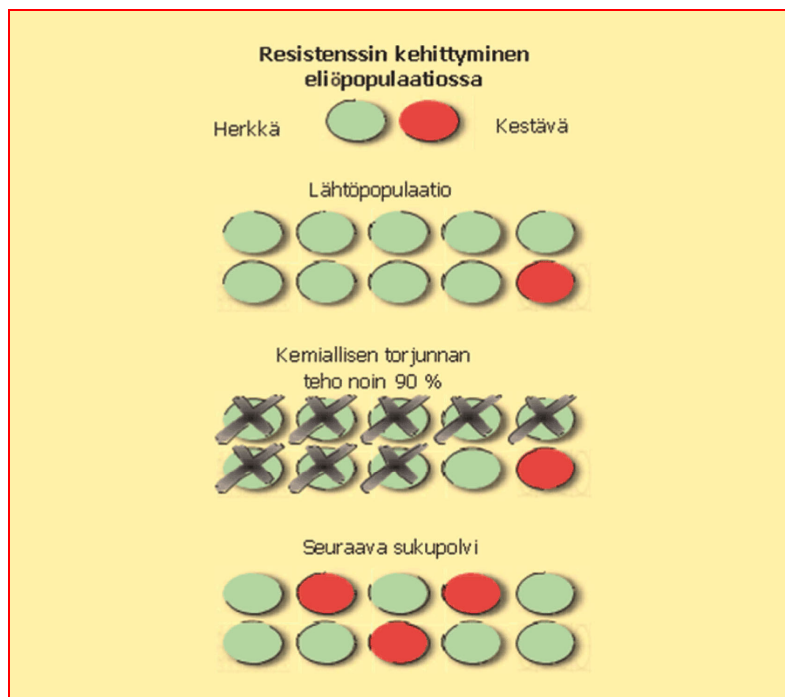
Torjunta-aineresistenssi

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

Torjunta-aineresistenssin synty

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

Torjunta-aineresistenssin syntymisen riskiin vaikuttaa tehoaineen vaikutusmekanismi. Torjunta-aineresistenssin syntyminen on todennäköisintä, kun vaikutustavaltaan samaa tehoainetta käytetään toistuvasti ja torjuttavalla eliöllä on useita sukupolvia kasvukaudessa.



Eliöpopulaation kehittyminen kasvinsuojeluaineita kestäväksi.

Vaikutustapa ja ristikkäisresistenssi

Kasvinsuojeluaine voi vaikuttaa kasvintuhoojan (kasvitaudit, tuhoeläimet ja rikkakasvit) moniin elintoimintoihin, jolloin kyseessä on monikohdevaikutus (multi site mode of action). Vaihtoehtoisesti aineen vaikutus voi kohdistua vain yhteen elintoimintoon (single site mode of action). Nykyisin suositetaan yhteen elintoimintoon vaikuttavia kasvinsuojeluaineita, jotka tehoavat erinomaisesti tarkoitettuun kohteeseen, mutta säästävät harmittomia tai hyödyllisiä eliöitä.

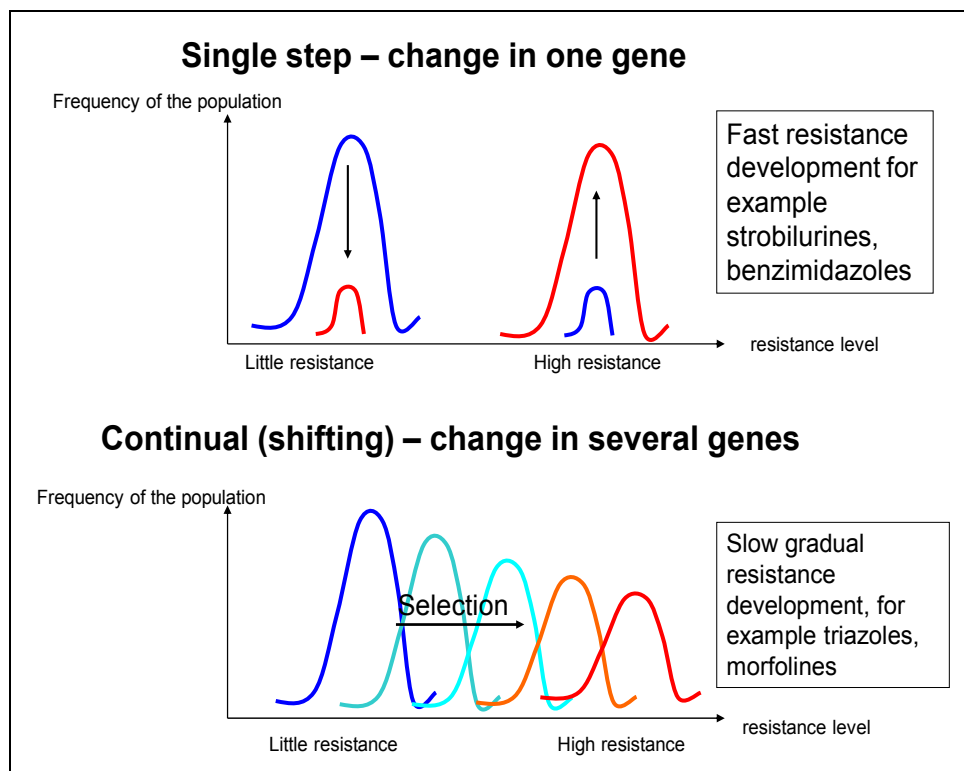
Tällaista valmistetta käytettäessä mahdollinen kestävyiden syntyminen on nopeaa, koska kestävyiden syntyyn riittää yksi muutos eliön tietyssä geenissä.

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 metalaksyyli-kestävyttä on esiintynyt 1980-luvulta lähtien. Strobiluriinikestävyys todettiin ensimmäisenä vehnän härmällä vuonna 1999, vain kaksi vuotta strobiluriinien markkinoille tulon jälkeen. Myös Suomesta on löytynyt strobiluriineja kestäviä harmaalaikua, pistelaikkua ja verkkolaikkua aiheuttavia sienikantoja.

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



Kuviossa tautien torjunta-ainekestävyyden päätyypit: Ylemmässä kuvataan yksittäiseen geenimuutokseen perustuvan torjunta-ainekestävyyden syntyminen ja alemmassa useaan geeniin perustuva torjunta-ainekestävyyden vähittäinen kehittyminen. Sininen käyrä kuvaa altista sienipopulaatiota (vähäinen torjunta-ainekestävyys) ja punainen käyrä kestävää sienipopulaatiota (suuri torjunta-ainekestävyys).

Viljoilla käytettävien eri fungisidiryhmien resistenssiriski FRACin mukaan (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC Code List 2018)

Riski	FRAC-koodi	Fungisidiryhmä	Esimerkkejä valmisteista
Kohtalainen	3	DMI (imidatsolit, triatsolit)	Akopro 490*, Armure*, Ascra Pro*, Basso*, Bolt XL, Bumper 25 EC, Delaro SC 325*, Elatus Era*, Folicur Xpert*, Juventus 90, Librax*, Mobius*, Orius 200 EW, Proline 250 EC, Proline Xpert*, Propulse*, Prosaro EC 250*, Siltra Xpro*, Stereo 312.5 EC*, Priaxor*, Tilt 250 EC, Zenit 575 EC*
	9	Aniliinopyrimidit	Stereo 312.5 EC*
	5	Morfoliinit	Zenit 575 EC*
	13	Atsanaftaleenit	Talius
	50	Arylfenyyliketonit	Property 180 SC
Korkeahko	7	SDHI	Ascra Pro*, Elatus Era*, Elatus Plus, Priaxor*, Propulse*, Librax*, Siltra Xpro*
Korkea	1	Tiofanaatit	Don-Q
	11	QoI (strobiluriinit)	Amistar, Comet Pro, Delaro SC 325*, Mirador 250 EC, Mobius*, Priaxor*, Zaftra AZT 250 SC

*Valmiste sisältää kahden eri ryhmän tehoaineita.

Sienitautien torjunta-ainekestävyyden kehittymisen ehkäisy

- Viljele mahdollisimman taudinkestäviä lajikkeita.
- Älä kylvä suuria aloja taudinalttiita lajikkeita.
- Vähennä tautipainetta viljelytekniisin keinoin kuten viljelykierrolla, terveellä kylvösiemenellä, tasapainoisella lannoituksella jajääntikasvien torjunnalla.
- Torju vain todetun tarpeen mukaisesti.
- Käytä kynnsarvoja, riskimalleja ja varoitusjärjestelmiä.
- Sovita torjunta sään, kasvuston kunnon ja tautipaineen mukaan.
- Valitse tehokkaita ja kohteeseen sopivia torjunta-aineita.
- Käyttömäärä kannattaa sovittaa tautipaineen ja ajankohdan mukaan, ja käytön tulee olla myös taloudellisesti perusteltavissa.
- Rajoita samaan vaikutustaparyhmään kuuluvien torjunta-aineiden käyttökertoja kasvukauden aikana.
- Vuorottele tai käytä seoksina eri tavalla vaikuttavia fungiseideja. Tällainen menettely minimoi torjunta-ainekestävyyden kehittymisen ja estää tehon heikkenemistä silloin, kun kestävyyttä on alkanut esiintyä.

Strobiluriiniresistenssi perustuu kolmeen eri mutaatiotyyppiin.

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

F129L-mutaatiotyyppin vaikutus on vähäisempi, sillä se aiheuttaa asteittaisen tehon alenemisen. Käyttömäärän lisääminen parantaa tehoa.

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

Yhteenveto strobiluriiniresistenssin levinneisyydestä Euroopassa

Sienitauti	Strobiluriiniresistenssin levinneisyys	G143A	F129L	G137R
Harmaalaikku <i>Mycosphaerella graminicola</i>	Euroopassa yleinen alueilla, joilla on runsaasti vehnänviljelyä, Saksa, Ranska, Ruotsi, Latvia. Esiintyminen kasvanut Suomessa ja Baltian maissa. Teho heikko.	X		
Vehnän pistelaikku <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Strobiluriinikestävyyttä yleisesti Saksassa, Tanskassa ja Ruotsissa, ei tavattu Norjassa, mutta Suomessa muutama tapaus	X	X	X
Ohran verkkolaikku <i>Pyrenophora teres</i>	Heikoin muoto F129L yleistynyt, Iso-Britanniassa, Irlannissa, Ranskassa, Saksassa, Ruotsissa ja Tanskassa. Ei tavattu Suomesta ja Latviasta. Riski kohtuullinen		X	
Härmä <i>Blumeria graminis</i>	Vehnän härmä – strobiluriinikestävyys yleinen Iso-Britanniassa ja riski korkea Ohran härmä – strobiluriinikestävyys yleinen läntisessä Keski-Euroopassa, tavattu melko vähän Tanskassa ja Ruotsissa. Riski kohtalainen	X		
Rengaslaikku <i>Rhynchosporium commune</i>	Muutamia tapauksia havaittu 2015 ja aiemmin, mutta ei vuonna 2018 missään maassa	X		
Ruskolaikku, vehnä <i>Phaeosphaeria nodorum</i>	Ruotsista, Norjasta ja Baltian maista löydetty atsoksistrobiinia sietäviä kantoja	X		
Lumihome <i>Microdocium nivale/majus</i>	Strobiluriinikestävyys yleinen läntisessä Keski-Euroopassa	X		
Ramularia-lehtilaikku <i>Ramularia collo-cygni</i>	Kestävyyttä todettu Tanskassa, Ranskassa, Saksassa ja Iso-Britanniassa. Korkea riski kehittyä	X		
Perunan lehtipolte <i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i>	Kestävyyttä löydetty useilta Keski- ja Pohjois-Euroopan perunantuotantoalueilta, ei kuitenkaan vielä Suomesta	X	X	
Ruostetaudit <i>Puccinia sp.</i>	ei riskiä tai riski vähäinen, ei havaintoja ohralla tai vehnällä			

Harmaalaikku esiintyy runsaimmin syysvehnävaltaisilla alueilla. Syys- ja kevätvehnän viljely rinnakkain tarjoaa taudille sopivan lisääntymisympäristön lähes läpi vuoden. Länsi-Euroopassa syysvehnän viljelyalueilla harmaalaikun strobiluriinikestävyys on yleistä, ja siksi torjuntaohjelmissa on käytetty paljon triatsoleja. Kovan tautipaineen alueilla myös triatsolien tehon asteittaista heikentymistä on havaittu 1990-luvulta lähtien.



Verkkolaikku ohrassa. Kuva: Anne Rahkonen



Harmaalaikku syysvehnässä. Kuva: Marja Jalli

SDHI-ryhmän tehoaineita on tullut markkinoille viime vuosina. Niiden teho viljojen kasvitautteihin on hyvä, mutta mutaatioita esiintyy jo etenkin niissä maissa, joissa SDHI-valmisteita on käytetty pisimpään. SDHI-valmisteiden kestävyttä on havaittu muun muassa Irlannissa ja Saksassa, missä Siellä harmaalaikusta ja Ramulariasta on tavattu vähäisiä määriä resistenttejä kantoja.. Pohjoismaissa ja Baltiassa ei ole havaittu SDHI-mutaatioita eikä tehon heikkenemistä.

Suomessa harmaalaikku esiintyy mainittavissa määrin vain syysvehnässä. Toistaiseksi torjunta-aineet tehoavat siihen hyvin, mutta tilanne voi muuttua, mikäli syysvehnän viljely Suomessa lisääntyy.

Perunaruton ja lehtipoltteen torjunta-ainekestävyyden ehkäisy

Perunaruton torjuntaan tarkoitettujen valmisteiden resistenssiriski vaihtelee aineittain korkeasta (metalaksyyli) olemattomaan (mankotsebi). Perunaruttokantojen (*phytophthora infestans*) metalaksyylikestävyys on tunnetuin, sillä sitä on tavattu maailmalla 1970-luvun lopulta alkaen.

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

Myös useille muille rutontorjuntaan tarkoitetuille tehoaineille voi kehittyä kestävyttä, vaikka se tapahtuu hitaammin kuin metalaksyylikestävyyden kehittyminen. Useat valmisteet ovat valmiiksi erityyppisten tehoaineiden seoksia, mikä yleensä turvaa hyvän tehon. Kestävien tautikantojen kehittyminen voidaan estää tehokkaast siten, että rutontorjuntaohjelmaan sisällytetään erityyppisiä aineita.



Vasemmalla lehti- ja varsiruttoa, oikealla lehtipoltetta. Kuvat: Anne Rahkonen.

Lehtipolte (*Alternaria sp.*) on yleistynyt Suomessa perunavaltaisissa viljelykierroissa niin, että viljelijät torjuvat sitä nykyisin. Etelä-Ruotsissa lehtipolte on merkittävä tauti. Siellä viljelijöiltä alkoi tulla havaintoja lehtipolteen esiintymisestä torjunnasta huolimatta runsas 10 vuotta sitten. Viime vuosien kartoituksissa lehtipolteen strobiluriinikestävyyttä on tavattu laajalti Pohjois-Euroopan perunantuotantoalueilla, ja sen esiintyminen on mahdollista myös Suomessa. Hyvän strobiluriinitehon säilyttämiseksi lehtipolteen torjuntaan kannattaa sisällyttää erityyppisiä valmisteita.

Perunaruton ja lehtipoltteen torjuntaan käytettävien eri fungisidiryhmien resistenssirisksi FRACin mukaan (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC Code List 2018)

Riski	FRAC-koodi	Fungisidiryhmä	Valmiste
Ei tunnetta	43	Bentsamidit	Infinito*
Vähäinen tai ei lainkaan	M3	Ditiokarbamaatit	Acrobat WG*, Dithane NT, Maatilan Mankotsebi WG, Penncozeb DG, Ridomil Gold MZ Pepite*, Tridex 75 DG
	29	2-,6-dinitroaniiliinit	Shirlan, Banjo Forte*, Epok 600 EC*, Frowncide, Maatilan Fluatsi, Maatilan Morfi*, Winby, Signal
Kohtalainen	40	CAA-fungisidit	Acrobat WG*, Banjo Forte*, Maatilan Morfi*, Revus, Maatilan Mandi I, Revus Top*, Maatilan Mandi Duo I*
	3	DMI-fungisidit (triatsolit)	Revus Top*, Maatilan Mandi Duo I*
	28	Karbamaatit	Consento*, Infinito*, Maatilan Fena*
	27	Syanoasetamidioksiimi	Cymbal 45
Kohtalaisen korkea	21	Qil-fungisidit	Leimay, Maatilan Amis, Ranman Top
	7	SDHI	Signum*
	49	OSBP	Zorvec Enicade (tulossa 2019)
Korkea	4	Fenyylimidit	Ridomil Gold MZ Pepite*, Epok 600 EC*
	11	Qol (mm. strobiluriinit)	Amistar, Mirador 250 SC, Maatilan Strobi AM, Consento*, Maatilan Fena*, Maatilan Poke*, Signum*

*Valmiste sisältää useampaa kuin yhtä tehoainetta



Monipuolinen viljelykierto ja eri tavoin vaikuttavien valmisteiden vuorottelu ennaltaehkäisevät torjunta-aineresistenssin syntyä. Kuva: Marja Jalli.

Insektisidiresistenssi

Rapsikuoriaiset ovat merkittävin 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 esiintyy porkkanan viljelyssä monin paikoin porkkanakempin kestävyttä pyretroideja vastaan sekä mansikalla ja vadelmalla vattukärsäkkään kestävyttä useita pyretroidivalmisteita vastaan. On huomioitava, että torjunnan heikko teho ei aina ole resistenssiä, vaan se voi johtua myös väärästä ajoituksesta ja/tai huonoista käsittelyolosuhteista.

Insektisidiresistenssin kehittymis-mekanismit

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.

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

Keinot insektisidiresistenssin kehittymisen estämiseksi

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

- Vaihtele vaikutustavaltaan erityyppisiä valmisteita kasvukauden aikana.
- Käytä vaikutustavaltaan lyhytkestoisia valmisteita.
- Käsittele, jos mahdollista, vain osa pellostä. 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 pyretroidiresistenssiä 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 pyretroideja kestävien rapsikuoriaskantojen kehittymiselle on suurin alueilla, joilla viljellään paljon sekä syys-, että kevätoljykasveja ja rapsikuoriaisia torjutaan säännöllisesti. Resistenssin kehittymistä voidaan vähentää vaihtelemalla vaikutustavaltaan erilaisia valmisteita.



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

Rapsikuoriaisen pyretroidien kestävyys on pääosin metabolista eli johtuu muuttuneesta aineenvaihdunnasta. Tämä resistenssityyppi voi joskus olla rapsikuoriaiselle muulla tavoin haitallinen ja vähentää kestävien yksilöiden säilymistä elossa verrattuna herkkiin yksilöihin. Esimerkiksi insektisidiä kestävien hyönteisten alentunut talvehtimiskyky voi johtaa niiden vähenemiseen populaatiossa.

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 lohkolla ei ole havaintoja pyretroidiresistenssistä, ensimmäinen käsittely tehdään pyretroidilla. Jos muita käsittelyjä tarvitaan, suositellaan käytettäväksi esimerkiksi Biscaya-, Mospilan-, Plenum-valmisteita.

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

Rapsikuoriaisten torjunnassa tulee huomioida torjuntakynnykset. Ruiskutusta ei tule tehdä, jos torjunnan kynnyksarvoa (alla) ei ole saavutettu. Myöhäisiä torjuntakäsittelyitä tulee välttää. Lähellä kukintaa rapsikuoriaiset aiheuttavat vähemmän vahinkoa ja torjunnan teho on heikompi. Myöhäiset käsittelyt ovat myös erittäin haitallisia rapsikuoriaisten luontaisille vihollisille.

Vaihtelee vaikutustavaltaan erilaisia valmisteita, jos teetuseampia ruiskutuksia.

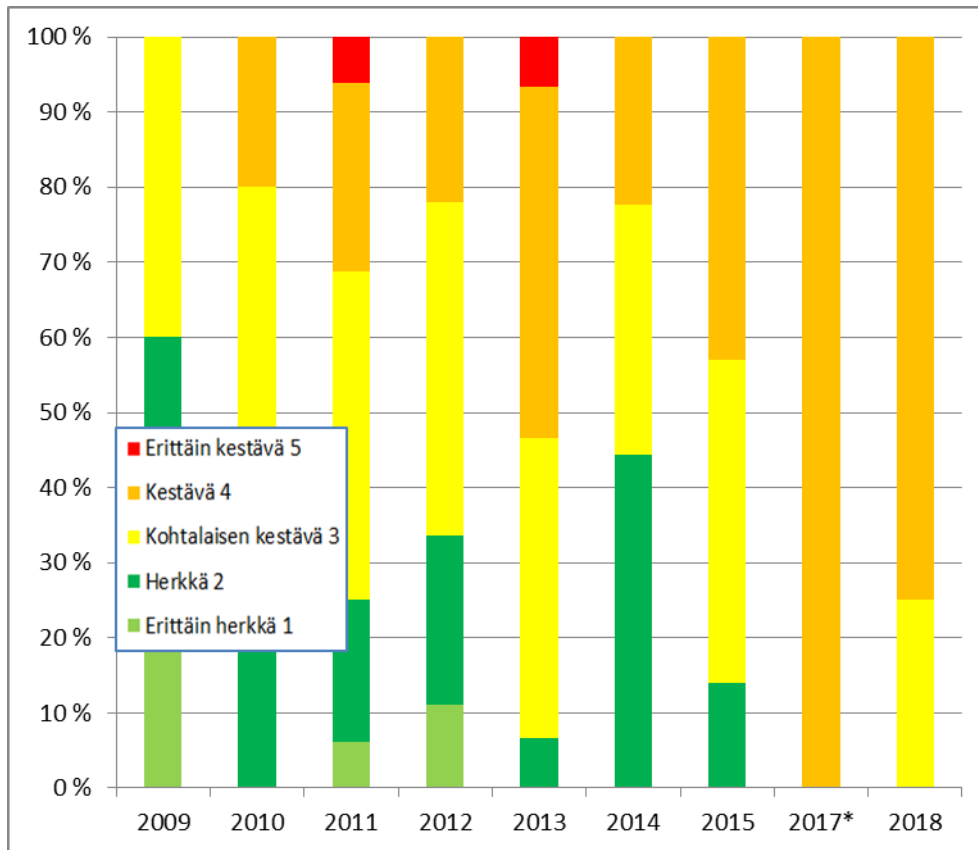
Torjunnan kynnyksarvo: keskimäärin rapsikuoriaisia kpl kasvia kohti

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

Rapsikuoriaisen torjuntaan käytettävissä olevat valmisteet 2019. Valmisteiden jaottelu vaikutustavan perusteella (IRAC ryhmä)

Esimerkkejä tehoaineista	IRAC ryhmä	Esimerkkejä valmisteista	Huomioitavia seikkoja
Pyretriini	3A	Bioruiskute S,	
Pyretroidit		Cyperkill 500 EC, Decis Mega EW 50, Fastac, Kestac, Karate Zeon, Sumi Alpha 5 FW, Mavrik ²	Voi esiintyä paikallisesti kestäviä kantoja ² Tehoaa yleensä edelleen paremmin kuin muut pyretroidit, jos alueella on niitä kestäviä kantoja
Neonikotinoidit	4A	Biscaya OD 240	Rapsikuoriaiset herkkiä?, vain 1 käyttökerta/vuosi
		Mospilan	Rapsikuoriaiset herkkiä?, vain 1 käyttökerta/vuosi
Pymetrosiini	9B	Plenum 50 WG	Rapsikuoriaiset herkkiä, vain 1 käyttökerta/vuosi
Indoksakarbi	22A	Avaunt	Rapsikuoriaiset herkkiä, vain 1 käyttökerta/vuosi

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



Kuvassa on rapsikuoriaisten pyreteroidiresistenssi Suomessa (testiaine lambda-syhalotriini) testatuilla kannoilla (7–15 kpl/vuosi) vuosina 2009–2018. Vuonna 2017 testi tehtiin vain syyskupuolven rapsikuoriaisille (kaksi kantaa). Rapsikuoriaisten resistenssiä pyretroideja vastaan selvitetään IRAC 11 menetelmän mukaisesti. Kestävien ja kohtalaisesti kestävien rapsikuoriaiskantojen osuus on yhä kasvamaan päin.

Vattukärsäkäs mansikalla

Suomessa on vuodesta 2015 lähtien löydetty viitteitä pyretroideja kestävästä vattukärsäkkästä mansikanviljelyalueelta Savosta. Testausmenetelmän kehittäminen on meneillään niin pyreteroidien kuin tiaklopridinkin kohdalla. Tärkeää on, että mansikanviljelyssä yleisesti tiedostetaan resistenssiriskin olemassaolo. Vattukärsäkkään torjuntaan on hyväksytty 3A-ryhmään kuuluvien eri pyreteroidivalmisteiden ohella tiaklopridiä sisältävä vaikutustavaltaan 4A-ryhmään kuuluva Calypso-valmiste. Vaikutustavaltaan erityyppisiä valmisteita tulisi vaihdella kasvukauden aikana, mikäli vattukärsäkkästä joudutaan lohkolta torjumaan.

Herbisidiresistenssi

Pohjoismaissa 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 kestävä hukkakauraa, luohoa, saunakukkaa, ruiskaunokkia, rikkaunikkoja, jauhosavikkaa ja ohdakkeita.



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

Miten herbisidiresistenssi todetaan

Valmisteen heikko teho voi johtua monesta eri tekijästä. Epäonnistunut torjunta voi johtua huonosta ruis-kutussäästä, suurista tai vaikeasti torjuttavista rikkakasveista tai rikkakasveista, joihin valmisteen ei pitäisikään tehoa. Heikon tehon syynä on todennäköisesti torjunta-aineresistenssi silloin, kun

- selviytyneiden kasvien vieressä löytyy kuolleita saman lajin kasveja
- rikkakasvilaji, johon herbisidi normaalisti tehoaa, selviytyy ja muut rikkakasvilajit, johon valmiste 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 %.

Herbisidiresistenssin tyypit

Rikkakasvien herbisidikestävyys voidaan jakaa kahteen ryhmään. *Vaikutuspaikan mukainen resistenssi* (Target site resistance) ilmenee, kun tehoaine ei enää toimi. Yksi geneettinen muutos saa aikaan usein täydellisen kestävyuden kyseiselle tehoaineelle. *Aineenvaihdunnallisessa resistenssissä* (metabolic resistance) kestävä rikkakasvi hajottaa herbisidiä. Kasvin entsyymintuotanto voi olla myös hyvin runsasta tai entsyymi voi olla suojassa vakuoleissa 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 kestävyiden välttämiseksi ovat:

- Rikkakasvipaineen pitäminen pienenä yhdistelemällä eri menetelmiä kuten multaaminen ja kyntö.
- Viljelykierron monipuolistaminen. Viljan monokulttuuri voi lisätä joitakin rikkakasveja, erityisesti heinämaisia lajeja.
- Vaikutustavaltaan erilaisten valmisteiden käyttäminen Pellon osittainen käsittely vähentää torjunta-aineella käsiteltyä pinta-alaa ja pienentää mahdollisuutta kestävyiden synnylle.
- Yhteen vaikutuspaikkaan (target site) perustuvan resistenssin oletetaan syntyvän käytettäessä täysinä annoksia, kun taas aineenvaihdunnallinen resistenssi hyötyy pienistä annoksista. Niinpä vaihtelu pienen ja suurten tehoaineannosten välillä voi hidastaa torjunta-ainekestävyyden syntyä, kun vuorotellen estetään toisen kestävyystyyppin syntyä
- Mitä useammin samaa tai samaan ryhmään kuuluvaa herbisidiä käytetään peräkkäin, sitä todennäköisemmin herbisidiä kestävät rikkakasvikannat yleistyvät.

Herbisidiresistenssi Pohjoismaissa

Pohjoismaista eniten erilaisia resistenttejä rikkakasvitapauksia on todettu Ruotsissa. Peltö-ohdakkeen fenoksihapporesistenssi on jo vuodelta 1979. Pihatähtimön ALS resistenssi (sulfonyyliurea-, pieannosherbisidi, ryhmä B) on vuodelta 1995 ja jauhosavikan yhteyttämisen estoresistenssi (ryhmä C1) vuodelta 2005. Myöhemmät resistenssitapaukset ovat selvästi syysviljojen rikkakasveja: luoho, rikkapuntarpää, rikkaunikko, kamomillasaunio ja saunakukka: ALS (B) ja ACCase ('fops', 'dims', 'dens', ryhmäA) -resistenssit. Luoholla on edellisten resistenssien lisäksi yhteyttämisen esto (ryhmä C2) ja rikkapuntarpäällä rasvasynteessin esto (ryhmä N8) -resistenssit. Ruotsalaisen rikkakasvitutkijan Henrik Hallqvistin mukaan heinämaisten rikkakasvien herbisidiresistenssiltä säästyttäisiin viljelemällä kevätkylvöisiä kasveja ja kyntämällä.

Tanskan herbisidiresistenssitilanne on hyvin samantapainen kuin Ruotsissa. Ensimmäisenä syntyi pihatähtimön ALS-resistenssi jo vuonna 1991. Muita pienannosherbisidejä kestäviä rikkakasveja ovat: rikkapuntarpää, rikkaunikko, peltoaunio, karheapillike, luoho ja meilläkin kerääjäkasvina käytetty italianraiheinä. Tanskassa syyskylvövuotinen lutukka on alkanut kestää pienannosherbisidejä.

Erittäin vaikeaksi heinämaisten rikkakasvien herbisidiresistenssin Tanskassa tekee englanninraiheinän ja italianraiheinän, rikkapuntarpään ja luohon moniresistenssi. Ne kestävätkähta niiden torjuntaan laajasti käytettyä herbisidiryhmää: ACCasea ja heinäntorjunnan pienannosherbisidejä ja lisäksi rikkapuntarpää kestävä solun kehitystä estäviä (K1/3 mikrotubuliinien syntymisen esto) herbisidejä.

Norjassa pienannosherbisidiresistenssiä on kevätkylvöisillä viljelyksillä: jauhosavikka, peltovillakko, pihatähtimö, peltohatikka, kamomillasaunio, otavalvatti ja hanhentatar. Virosta ei ole resistenssihavaintoja lan Heapin listassa. Latviasa on pienannosherbisidejä kestävä luohoa ja pihatähtimöä, Liettuassa luohoa. Puolassa on valtavasti resistenssitapauksia kuten ACCase- ja pienannosherbisidejä kestävä hukkakaura. Venäjältä listassa on meillä harvinainen keltanokitkerö (ALS inhibiittori).

Tiedot herbisidejä kestävästä rikkakasvilajeista löytyvät kansainvälisestä yhteenvetotiedostosta (HRAC), jossa Suomesta on mukana vain kestävä pihatähtimö ja jauhosavikka (B). Tämän lisäksi Suomessa epäillään kasvavan muun muassa kestävä pillikettä. Rikkakasvien torjunta-ainekestävyyttä ei ole Suomessa kartoitettu, mutta pidetään hyvin todennäköisenä, että kymmenillä viljalohkoilla esiintyy kestävä pihatähtimöä vuosikymmenien yhtäjaksoisen pienannosherbisidien käytön seurauksena. Kaikki pienannosherbisidit kuuluvat ALS-inhibiittorien vaikutustaparyhmään (B). Tähän ryhmään kuuluvia herbisidejä on meillä markkinoilla kymmeniä, ja ne muodostavat valtaosan viljan herbisideistä. (Liite Herbisidiresistenssi)



Kuvissa jauhosavikka ja pillike. Suomessa on löydetty ALS-inhibiittoreita 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 kestävästä jauhosavikkaa, mutta silti se kukkii ja tekee siemeniä. Kuva: Heikki Jalli.

Fungisidiresistensistä lisää:

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

Insektidiresistensistä lisää:

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

Herbisidiresistenssilinkkejä

<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:

Norbarag.au.dk:

<http://projects.au.dk/norbarag/news/news-item/artikel/test-news-1/>

Liitteet:

Herbisidiresistenssi

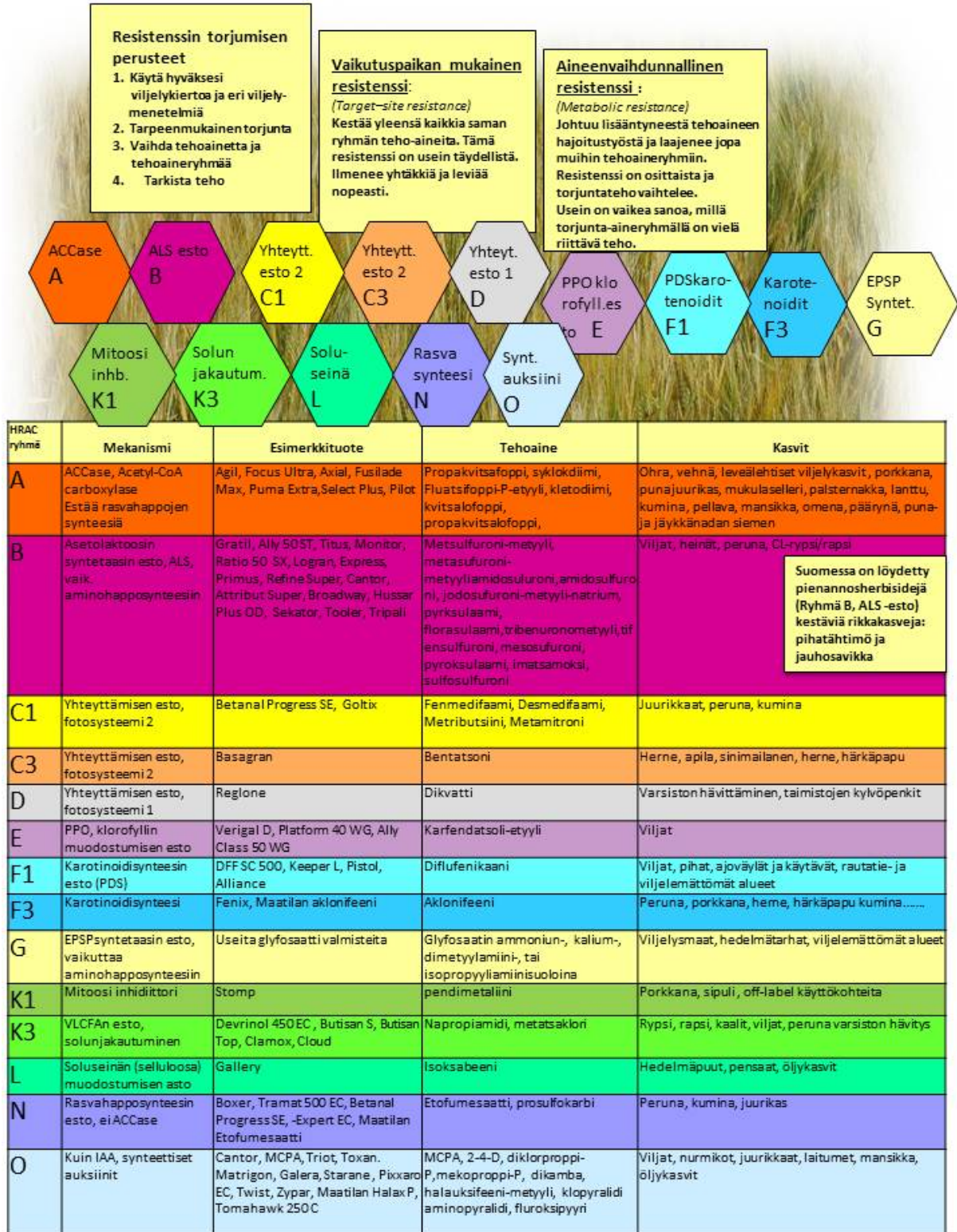
Fungisidiresistenssi

Insektidiresistenssi

Liite 1. Herbisidiresistenssi

HERBISIDIRESISTENSSI

Lähde: HRAC ja Tukes, helmikuu 2019
<https://tukes.fi/kasvinsuojeluaineet>



Liite 2. Fungisidresistenssi

FUNGISIDIRESISTENSSI

Tarkkaile tehoa!

Käytä valmisteita optimaalisesti
Tehoaavat annokset. Oikea ajankohta. Hyvät olosuhteet.

Ruiskuta vain todettuun tarpeeseen
Torjuntakynnykset ja tehokkaat aineet. Eri aineryhmien vaihtelu. Strobilurinieneja vain kerran kasvukaudessa.

Hyödynnä erilaisia viljelytoimenpiteitä
Viljelykierto, taudinkesästä läjikkeet, terve kylvöstenen, optimaalinen kylvöajankohta, maan muokkaus, tasapainoinen lannoitus.

Yksivaiheinen resistenssi vaikuttaa yleensä kaikkiin aineisiin, joilla on sama vaikutusmekanismi (MoA). Muodostuu äkillisesti ja leviää nopeasti. Esiintyy strobilurinieneilla.

Monivaiheisessa resistenssissä (asteittainen) on useita vaikutusmekanismeja. Esiintyy mm. DMI-aineilla.

Moninkertainen resistenssi on harvinainen. Tätä voi esiintyä esimerkiksi mankozebi-aineen yhteydessä.

Lähde: FRAC ja Tukes, helmikuu 2019
<https://tukes.fi/kasvinsuojeluaiheet>

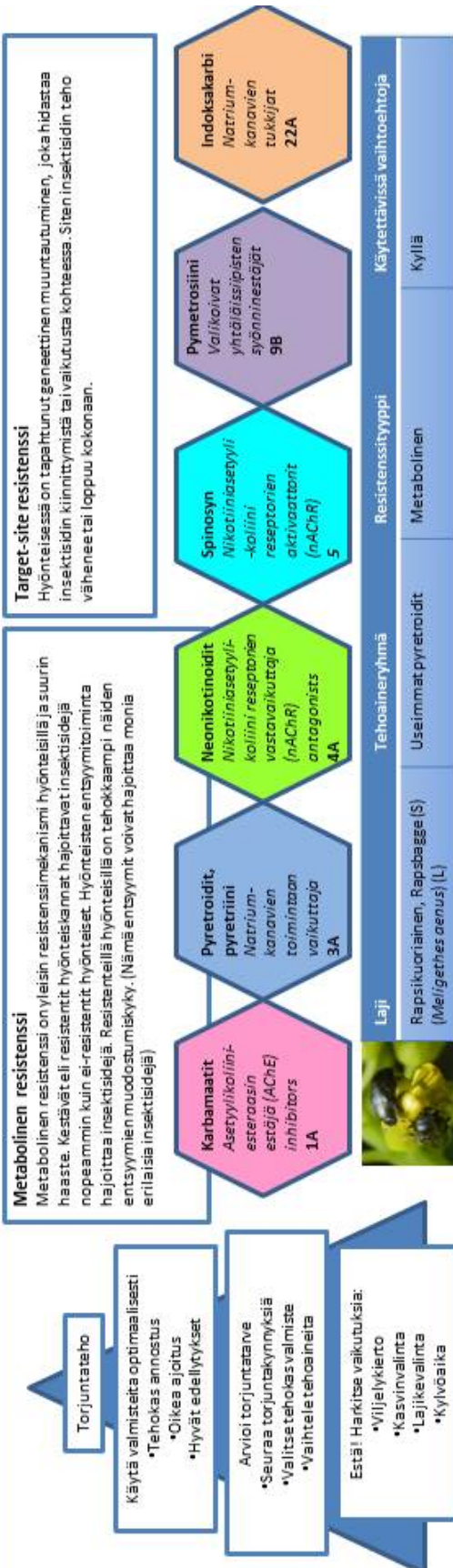
Päivitetty tiedot markkinoilla olevista kasvinsuojelu- ainevalmistuksista Tukesin kasvinsuojeluaihnerokistista.

		Resistenssitilanne	Resistenssityyppi	Vaihtoehto	FRAC-ryhmä
Valkutustapa sienessä (sulussa MoA – koodi)	Ryhmä	Valkuttava aine	Yhden tehoaineen valmisteet	Usean tehoaineen valmisteet	
Estävät soluhengityksen (C3)	Qol (Strobiluriniit)	Altocksistrobini Pyraklostrobini Trifloksistrobini	Amistar, Mirador 250 EC Comet Pro	Mirador Xtra Priaxor Delaro SC 325, Mobius	11
Estävät soluseinien muodostumista (G1)	DMI (Triatsolit ja Imdatsolit)	Mekonatsoli Protokonatsoli	Juventus 90 Proline 250 EC	Librax, Eflor Delaro SC 325, Mobius, Prostaro EC 250, Folcur Xtra, Proline Xpert, Propulse, Siltra Xpro, Eliatus Era	3
Estävät soluhengityksen (C2)	SDHI	Syprokonatsoli Tebukonatsoli Bentsovindiflupyyri	Orius 200 EW Eliatus Plus	Mirador Xtra Prostaro EC 250, Folcur Xtra, Proline Xpert Eliatus Era	7
Estävät soluhengityksen (C2)	SDHI	Biksafeeni Fluopyraami		Asera Xpro, Siltra Xpro Asera Xpro, Propulse	7
Estävät soluhengityksen (C2)	SDHI	Boskalidi Fluksapyrokksadi		Eflor Librax, Priaxor	7

Liite 3. Insektisidiresistenssi

Lähde: IRAC ja Tukes, helmikuu 2019
<https://tukes.fi/kasvinsuojeluaineet>

INSEKTISIDIRESISTENSSI



Muista! Sillä itse voit tehdä paljon: ● Torju kun torjunta-kynnyys ylittyy ● Käytä ja vaihtelee valmisteita joilla on erilainen vaikutustapa!

IRAC ryhmä	Ryhmä	Vaiikutustapa	Esimerkkejä tehoaineista	Esimerkkejä valmisteista
3A	Pyretroidit, pyretriini	Natriumkanavien toimintaa vaikuttaja	Luonnon pyretriini Alpha-sypermetriini Sypermetriini Deltametriini Esfenvaleraatti Lambda-syhalotriini Tau-fluvalinaatti	Bioruiskute S Fastac, Kestac Cyperkill 500 EC Decis Mega EW 50 Sumi Alpha 5 FW Karate Zeon Mavrik
4A	Neonikotinoidit	Nikotiini – asetyleenikoliini – reseptorien vastavaikuttaja	Asetamipridi Tiaklopridi	Mospilan Biscaya OD 240
9B	Pymetrosiini	Vaikeava yhtäläispiipisten ravinnonoton estäjä	Pymetrosiini	Plenum 50WG
22A	Indoksakarbi	Natriumkanavien tukkija	Indoksakarbi	Avaunt



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
PL2 00791 Helsinki
puh. 029 532 6000