

# FUNGISIDIEN LUOKITTELU

Marja Jalli ja Peppi Laine  
MTT Kasvintuotannon tutkimus  
[marja.jalli@mtt.fi](mailto:marja.jalli@mtt.fi)

NORBARAG (Nordic Baltic Resistance Action Group) koostuu eri maiden kasvinsuojeluaineiden käytön ja tehokkuuden testaamisen asiantuntijoista. Fungisidiryhmä on laatinut suositukset resistenssiriskien minimoimiseksi viljojen kasvitaudeilla (Jalli & Laine 2011).

Resistenssin hallinnan lähtökohtana on integroitu kasvinsuojelu, jossa kannustetaan käyttämään luontaisia menetelmiä kasvintuhoojien hillitsemiseksi. Jos taudinaiheuttajan vastustuskyky fungisia vastaan on kasvanut, on vähennettävä sen aiheuttamaa valintapainetta ja pyrittävä löytämään vaihtoehtoisia torjuntakeinoja. Ryhmä suosittelee käyttämään torjunta-aineita vain, jos se on välttämätöntä. Tarpeen arvioinnin apuna ovat oireiden seuranta, riskin arviointi ja ennustemallit. Samalla tehoaineryhmällä tehtävien ruiskutusten lukumäärää kasvukaudella on rajoitettava minimiin. Lisäksi fungisidiresistenssin muodostumista ehkäisee tehoaineiden vuorottelu sekä vaikutusmenetelmältään erilaisten tehoaineiden käyttö seoksina.

Suomessa markkinoilla olevat viljojen kasvitautien torjunta-aineet jaetaan vaikutustapansa perusteella viiteen eri ryhmään. DMI-aineet (triatsolit), strobiluriinit, aniliinipyrimidit, morfoliinit ja kloronitriilit.

TEHOAINERYHMÄ	VAIKUTUSTAPA SIENESSÄ	RYHMÄÄN KUULUVIA TEHOAINEITA	RYHMÄÄN KUULUVIA VALMISTEITA
DMI-aineet	Estävät soluseinien muodostumista	difenokonatsoli metkonatsoli prokloratsi propikonatsoli protiokonatsoli syprokonatsoli tebukonatsoli	Basso, Juventus, Menara, Proline, Prosaro Sportak, Tilt  Toisen tehoaineen osalta: Bravo Premium, Delaro, Stereo, Stratego, Zenit
Strobiluriinit (QoI-aineet)	Estävät soluhengityksen	atsoksistrobiini kresoksiimi-metyyli pikoksistrobiini pyraklostrobiini trifloksistrobiini	Acanto, Amistar, Comet  Toisen tehoaineen osalta: Acanto Prima, Comet Plus, Delaro, Stratego
Aniliinipyrimidit	Estävät raaka-aineiden saantia	syprodiiniili	Toisen tehoaineen osalta: Acanto Prima, Stereo
Morfoliinit	Estävät soluseinien muodostumista	fenpropidiini fenpropimorfi	Toisen tehoaineen osalta: Comet Plus, Zenit
Kloronitriilit	Vaikuttavat useisiin kohtiin sienessä	klorotaloniili	Toisen tehoaineen osalta: Bravo Premium

Jalli, M. & Laine, P. 2011. Viljojen lehtilaikkutaudit ja fungisidiresistenssi. Kasvinsuojelulehti 44, 1/2011: 6-7.

# KASVINSUOJELUAINEIDEN LUOKITTELU VAIKUTUSTAVAN PERUSTEELLA JA RESISTENSSINHALLINTA

## TUHOHYÖNTEISTEN TORJUNTA-AINEET

Jarmo Ketola,  
MTT, Kasvintuotannon tutkimus  
[jarmo.ketola@mtt.fi](mailto:jarmo.ketola@mtt.fi)

Resistenssi kasvintuhoojien kohdalla tarkoittaa perinnöllistä muutosta kasvinsuojeluaineherkkyudessa. Torjunta-aineresistenssi voi johtua sattumanvaraisista mutaatioista tai pitkällisen altistuksen aiheuttamasta sietokyvyn muutoksesta. Jokainen torjunta-aineen käyttökerta aiheuttaa aina valintapaineen torjuttavassa tuholaispopulaatiossa. 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. IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) määrittelee resistenssin viljelijän näkökulmasta katsottuna tarkoituksenmukaisesti siten, että resistenssi on merkittävä muutos tuholaispopulaation herkkyudessa ilmeten valmisteen toistuvana heikkona torjuntatuloksena, kun tavoitteena on saavuttaa oletettavissa oleva torjuntatulos. Tämä tarkoittaa tilanteita, joissa noudatetaan valmisteen käyttöohjeen mukaista suositusta kyseisten torjuttavien tuholaislajien kohdalla.

Torjunta-aineen vaikutuskohteen muutokset torjuttavissa eliöissä tai eliöiden aineenvaihduntaan liittyvät muutokset tekevät aineen haitattomaksi. Tuholaisissa on kuitenkin aina sellaisia yksilöitä, joiden elimistössä vaikutuskohta on muuntunut immuuniksi, tai vaihtoehtoisesti tuholainen voi tuottaa entsyymejä, jotka hajottavat tehoaineen ennen vaikutuskohtaansa. Integroidussa kasvinsuojelussa kasvinsuojeluaineista johtuva valintapaine pienenee koska aineita ei käytetä jatkuvasti. Kun kasvinsuojelu on pääosin kemiallista, tärkein keino resistenssin kehittymisen hidastamiseksi on vaikutustavaltaan erilaisten tehoaineiden käytön vuorottelu. Käytön vuorottelusta esimerkkinä on tilanne, jossa epäillään ryhmään 3 kuuluvia pyretroideja vastaan aiheutunutta rapsikuoriaisten resistenssiä. Tällöin kestävät yksilöt eivät ehdi yleistyä populaatiossa, kun niitä vastaan käytetään ryhmään 4 kuuluvaa hyväksyttyä valmistetta, joka torjuu nämä kestävät yksilöt. Insektisidit (hyönteisten torjunta-aineet) ja akarisidit (punkkien torjunta-aineet) on luokiteltu vaikutustavan perusteella 28 eri pääryhmään (IRAC MoA Classification v 7.1, June 2011). Vaikutustapaluokittelun pohjalta on jäljempänä taulukossa esitelty peltoviljelyyn sekä hedelmän-, marjan-, avomaanvihannesten- ja juurikasvienviljelyyn tarkoitettuja tehoaineita, tehoaineryhmiä ja esimerkkejä kauppavalmisteista.

Koska saman ryhmän kaikki yhdisteet ovat vaikutustavaltaan samanlaisia, on olemassa riski, että resistenssi, joka on tuholaisissa kehittynyt, muuntuu ristikkäiseksi saman ryhmän kaikkia yhdisteitä vastaan. Tavoitteena on varmistaa, että punkkien ja hyönteisten torjunta-aineiden käyttäjät ovat tietoisia eri vaikutustaparyhmistä (MoA = Mode of Action) ja että käyttäjillä on siten hyvät perusteet kasvukauden aikana tehtävään kestävään resistenssin hallintaan.

### **Vaikutustavaltaan erilaiset tehoainevaihtoehdot ja niiden käyttöjärjestys**

Menestyksellisen resistenssinhallinnan palauttamaan takaisin tuholaispopulaatioiden herkkyys, jos ne ovat jo muuttuneet kestäviksi. Kannattaa huomata, että yleensä on helpompi etukäteen estää resistenssiä muodostumasta kuin jälkikäteen yrittää saada hyönteisten alttius torjunta-aineille palautumaan. Kokemukset ovat osoittaneet, että kaikki tehokkaat tuohyönteisten ja punkkien resistenssin hallintaohjelmat pyrkivät minimoimaan resistenssin kehittymisen välttämällä samantyyppisten valmisteiden käyttöä. Käytännössä eri vaikutustaparyhmiin kuuluvien tehoaineiden vaihtoehtojen ja valmistevalikoiman käytön suunnittelu aineiden käyttöjärjestys huomioimalla tuottaa kestävä ja tehokas lopputuloksen. Torjuntakäsittelyt tehdään kohdistettuina kasvin kehitysvaiheeseen tuholaisen biologia huomioiden. Useimmat ruiskutukset samalla valmisteella ovat mahdollisia, mutta eri tuholaiskukupolvien onnistunut hallinta ei sisällä saman pääryhmän aineilla tehtäviä useampia käsittelyjä. (IRM = Insecticide Resistance Management) tavoitteena on ehkäistä insektisidien tuholaisille aiheuttamaa resistenssiä tai auttaa

Pelto- ja avomaaviljelykäyttöön tarkoitettujen insektisidien ja akarisidien vaikutustapoihin perustuva tehoaineiden luokittelutaulukko. Taulukko on kooste IRAC MoA Classification v 7.1 -taulukosta, June 2011. ([www.irac-online.org](http://www.irac-online.org).)

<b>IRAC tehoaineiden vaikutustapaluokittelu (kesäkuu 2011)</b>			
Pääryhmä / vaikutusmekanismi kohde-eliössä	Kemiallinen alaryhmä tai esimerkki tehoaineesta	Esimerkkejä tehoaineista	Esimerkkejä kauppavalmisteista*
1 Asetyylikoliiniesteraasin estäjät / hermostovaikutus	1A Karbamaatit	Benfurakarbi, karbofuraani, furatiokarbi	
	1B Organofosfaatit	Dimetooatti, fenitrotioni, malationi, metiokarbi	Danadim Progress, Roxion, Perfekthion 400
2 (GABA)-kloridikanavien vastavaikuttajat / hermostovaikutus	2A	Endosulfaani	
	2B	Fiproniili	
3 Hermosolun (PARA)-natriumkanavien toimintaan vaikuttajat / hermostovaikutus (kdr= knock-down resistance)	3A Pyretroidit, pyretriinit	Bifentriini, <i>alfa</i> -sypermetriini, <i>beta</i> -cyflutriini, lambda-syhalotriini, deltametriini, esfenvaleraatti, sypermetriini, permetriini, pyretriini ( <i>Pyrethrum</i> )	Decis Mega EW 50, Fastac 50, Kestac, Karate 2.5 WG, Karate Zeon-tekniikka, Maatilan Syhalotriini, SumiAlpha 5FW, Cyberkill 250 EC, Cooper Syper
4 Nikotiini-asetyylikoliini-reseptorien vastavaikuttajat / hermostovaikutus	4A Neonikotinoidit	Asetamipridi, imidaklopridi, klotinidiini, tiaklopridi,	Biscaya OD 240, Calypso SC 480, Chinook FS 200, Cruiser-valmisteet,

		tiametoksaami	Elado FS 480, Mospilan, Gaucho WS 70, Poncho Beta
	4B Nikotiini	Nikotiini	
5 Nikotiini-asetyylikoliini- reseptorien aktivaattorit / hermostovaikutus	Spinosyn	Spinosadi	Conserve
6 Hermostolun kloridikanavien aktivaattorit	Avermektiinit Milbemysiinit	Abamektiini, milbemekiini	Vertimec 018 EC
7 Nuoruushormonien matkijat / hermostovaikutus	7B Fenoksikarbi	Fenoksikarbi	
9 Valikoivat yhtäläissiipisten (kaskaat ym.) syönnin estäjät / hermostovaikutus	9B Pymetrosiini	Pymetrosiini	Plenum
	9C Flonikamidi	Flonikamidi	Teppeki
10 Punkkien kasvunsäätjä	10A Heksytiatsoksi	Heksytiatsoksi	Nissorun
11 Hyönteisten ruuansulatuskanavan mikrobipohjaiset häiritsijät	Esim. <i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Bt</i> -valmisteet	Turex
12 ATP:n muodostumisen häiritsijät / energia- aineenvaihdunta	12B	Fenbutatinoksidi	Torque
15 Kitiinibiosynteesin estäjät, tyyppi 0 / kasvunsäätjä	Bentsoyyliureat	Diflubentsuroni	Dimilin-neste
16 Kitiinibiosynteesin estäjät, tyyppi 1 / kasvunsäätjä	Buprofetsiini	Buprofetsiini	Applaud
21 METI-toiminnan estäjät I / energia- aineenvaihdunta	21A METI insektisidit ja akarisidit	Pyridabeeni	
22 Hermostolujen natriumkanavien tukkijat / hermostovaikutus	22A Indoksaarbi	Indoksaarbi	Steward, Avaunt
23 Lipidisynteesin estäjät / kasvunsäätjä		Spirodiklofeeni, spiromesifeni	Envidor, Oberon
UN Vaikutustapa tuntematon		Bifenatsaatti, kinometionaatti, dikofoli	Floramite 240 SC

\*On huomioitava, että taulukossa esitettävät tiedot ovat neuvonnallisia. Vastuuviranomainen Tukes ohjeistaa ja tiedottaa kulloinkin käytettävissä olevista tuhohyönteisten ja punkkien torjuntaan tarkoitettavista kauppavalmisteista ja niiden tehoaineista esimerkiksi omilla Internet-sivuillaan ([www.tukes.fi](http://www.tukes.fi)).

# HERBISIDIEN LUOKITTELU

Heikki Jalli  
MTT kasvintuotannon tutkimus  
[heikki.jalli@mtt.fi](mailto:heikki.jalli@mtt.fi)

Torjunta-aineresistenssi on perinnöllinen muutos kasvintuhoajan torjunta-aineherkkyydessä ja se näkyy toistuvina torjunnan epäonnistumisina käytettäessä ainetta ohjeen mukaisesti.

Resistenssin syntymisen estäminen alkaa käyttämällä eri tavoin toimivia herbisidejä, joko yksin tai seoksina toisten toimivien tehoaineiden kanssa. Torjunta tehdään rikkakasvillisuuteen tehoavilla valmisteilla ja käyttöohjeiden suosittelimilla käyttömäärillä. Jos yksi rikkakasvilaji, esimerkiksi pihatähtimö, jää jäljelle ruiskutuksesta ja runsastuu, on muutettava torjuntastrategiaa. Kestävien rikkakasvien kulkeutuminen koneiden ja siemenien mukana on estettävä.

Käyttöohjeiden mukaan lohkolla ei pidä käyttää 3-5 vuoden jaksoa pitempään pienannosaineiden ryhmään (**A**) 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 muodostuminen. Jos on sulfonyyliurearesistenssiä tai sitä epäillään olevan, täytyy rikkakasvit torjua vähintään 5 vuoden ajan kestävästä rikkakasvilajin, esimerkiksi pihatähtimön torjuvaa, toisen vaikutustavan omaavaa valmistetta, kuten Trio -valmisteita. Pohjavesialueet muodostavat erityisongelman, koska siellä ei saa käyttää fenoksihappoja. Pelkkä MCPA ei torju pihatähtimöä. Erityisen tärkeää on ruiskutuksen oikea-aikaisuus ja riittävän suuri annos parhaan mahdollisen tehon saamiseksi. Monipuolinen viljelykierto mahdollistaa laajemman torjunta-ainevalikoiman ja siten helpottaa taistelussa resistenssin hallitsemiseksi.

Suomessa myytävien herbisidien luokittelu toimintatavan (site of action) mukaan HRAC (Herbicide Resistance Action Committee) jaottelua mukaillen. Suurin mahdollisuus kestävyteen on luokissa **A** ja **B**. Tietoa valmisteista ja tehoaineista löytyy Tukestin sivuolta esim. <https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/Search.aspx>

tarkista myös:

<http://www.hracglobal.com/Portals/5/moaposter.pdf>

<http://www.weedscience.org/In.asp>

HRAC luokka				
	Tehoaineen kohde, vaikutus kasvissa	tehoaineen luokka	Tehoaine	Kauppavalmiste
<b>A</b>	AsetyyliCoA karbosylaasientsuumin esto (ACCase)	Arylofenoksipropionatti ( <b>FOP</b> )	Fenoksaproppi-P-etyyli	Puma Extra
<b>A</b>			Fluatsifoppi-P-butyyli	Fusilade Max
<b>A</b>			Propakvitsafoppi	Agil Maatilan Propafop

<b>A</b>			Kvitsalofoppi-P-etyyli	Targa Super 5 EC Targa Super 5 SC
<b>A</b>		Cyklohexanedione <b>(DIM)</b>	Kletodiimi	Select
<b>A</b>			Sykloksidiimi	Focuc Ultra Erikoiskasviaine 200912
<b>A</b>			Tepralosiidiimi	Aramo
<b>A</b>			Tralkoksiidiimi	Grasp SC
<b>A</b>		Fenylpyrasoliini <b>(DEN)</b>	Pinoksadeeni	Axial Axial 50 EC Maatilan pinosadeemi

<b>B</b>	Asetolaktoosin syntetaasin toiminnan esto (ALS)	<b>Sulfonyyliurea</b>	Amidosulfuroni	Eagle WG Gratil Maatilan A-sulfuroni Duo Maatilan A-sulfuroni Duo Maatilan A-sulfuroni Duo Sekator OD
<b>B</b>			Metsulfuroni-metyyli	Ally 50 ST Ally Class 50 WG ISOMEXX Maatilan M-Sulfuroni Maatilan M-Sulfuroni Duo
<b>B</b>			Rimsulfuroni	Maatilan R-Sulfuroni Maatilan R-Sulfuroni Duo Titus WSB
<b>B</b>			Sulfuroni	Maatilan S-Sulfuroni Monitor
<b>B</b>			Tifensulfuroni-metyyli	Harmony 50 SX Ratio 50 SX Ratio 50 T
<b>B</b>			Triasulfuroni	Logran 20 WG Maatilan T-Sulfuroni Maatilan T-Sulfuroni 2
			Tritosulfuroni	Tooler
<b>B</b>			Tribenuroni-metyyli	Express 50 SX Express 50 T Ratio 50 SX Ratio T T 50 Classic
<b>B</b>			Triflusuulfuroni-metyyli	MaatilanTF-sulfuroni MaatilanTF-sulfuroni 2 Safari
<b>B</b>		<b>Imidatsolinoni</b>	Imatsamoksi	Clamox
<b>B</b>		<b>Triazolopyramidiimi</b>	Florasulami	Broadway Cantor Maatilan Florasulaami Duo Maatilan Florasulaami Duo Primus Starane XL

	Tehoaineen kohde vaikutus kasvissa	tehoaineen luokka	Tehoaine	Kauppavalmiste
C1	Yhteyttämisen esto, fotosysteemi 2	<b>Triatsinoni</b>	Metamitroni	Goltix 70 WG Goltix 700 SC Maatilan Metmitroni Meta Metefol 700 SC
C1			Metributsiini	Maatilan Metributsiini Metro Mistral Senkor
C1		<b>Pyridatsinoni</b>	Kloridatsoni=pyrazoni	Pyramin DF
C1		<b>Fenyl-karbamatti</b>	Desmedifaami	Betanal Progress SE Kemifam ProFL
C2	Yhteyttämisen esto, fotosysteemi 2	<b>Urea</b>	Linuroni	Afalon-neste
C3	Yhteyttämisen esto, fotosysteemi 2	<b>Nitriili</b>	Bromoksiniiili	Oxitril
C3			Ioksiniiili	Oxitril Totril
C3		<b>Bentsoatiadiatsinoni</b>	<a href="#">Bentatsoni</a>	<a href="#">Basagran M 75</a> <a href="#">Basagran MCPA</a> <a href="#">Basagran SG</a> <a href="#">Maatilan Bentatsoni</a> <a href="#">Maatilan Bentatsoni 2</a> , <a href="#">Maatilan Bentatsoni 3</a>

D	Yhteyttäminen fotosysteemi 1 elektronin ohjaus	<b>Bipyridylium</b>	Parakvatti	Reglone
---	--	---------------------	------------	---------

E	Protoporfyrinogen oksidaasi esto (PPO), klorofyllin muodostuminen	<b>Difenyleetteri</b>	Bifenoksi	Verigal G
E		<b>Triatsolinoni</b>	karfentrasolietyyli	Ally Class 50 WG Maatilan M-sulfuroni Platform 40 WG Spotlight Plus

F1	Karotinoidi synteesi esto fytoene desaturaasi vaihe (PDS)	<b>Pyridinecarboamidi</b>	Diflufenikaani	Zeppelin
F3	Tuntematon karotenoidisynteesin esto	<b>Difenyleetteri</b>	Aklonifeeni	Fenix Maatilan Aklonifeeni Maatilan Aklonifeeni 2

G	EPSP syntetaasin toiminnan esto	<b>Glysiini</b>	Glyfosaatti	34 eri glyfosaattivalmistetta
H	Glutamiinisynteesin esto	<b>Fosfonic happo</b>	Glufosinaati-ammonium	Basta
K3	VLCFAn esto, solunjakaantumien	<b>Cloroasetamidi</b>	Metatsaklori	Butisan S Butisan Top Clamox Maatilan metatsaklori Duo
K3		<b>Asetamidi</b>	Napropiamidi	Devrino 450 SC
L	Soluseinien (selluloosa) muodostumisen esto	<b>Bentsamidi</b>	Isoksabeeni	GalleryL
L		<b>Quinoline karboks happo</b>	Kvinmerakki	Butisn S Maatilan Metatsaklori
N	Liipidisynteesi- ei ACCase	<b>Tiokarbamatti</b>	Prosulfokarbi	Boxer
N		<b>Bentsofurani</b>	Etofumesaatti	Betanal Progress SE Kemifam Pro FL Powertwin Tramat 500 SC
	Tehoaineen kohde vaikutus kasvissa	tehoaineen luokka	Tehoaine	Kauppavalmistete
O	Toimii kuten IAA (synteettiset auksiin	<b>Fenoksi-karbokyla happo</b>	2,4-D	Cantor Ei voikukkia nurmikossa Maatilan Florasulaami Duo Maatilan Florasulaami Duo Optika MP/D
O			Diklorproppi-P	12 diklorproppi tai diklorproppiseosta
O			MCPA	31 MCPA tai MCPA-seosvalmistetta
O			Mekoproppi-P	10 mekopropi tai mekopropi-seosmistetta
O		<b>Bentsoni happo</b>	Dikamba	Optic Super Toxan Toxan – Nurmikon voikukkahäivite TRIM nurmikon voikukkahäivite Spray TRIM nurmikon voikukkahäivite Tiiviste
O		<b>Pyridiini karboli happo</b>	Klopyralidi	12 klopyralidi tai klopyralidiseosvalmistetta
O			Fluroksipyyri	10 fluroksipyyri tai fluroksipyyriseosvalmistetta mm. Starane, Tandus, Tomahawk
O			Pikloraami	Galera



				Maatilan Klopyralidi Duo Maatilan Klopyralidi duo 2
O		Quinoline karboksyl happo	Kvinmerakki	Butisan Top Maatilan Metatsaklori Duo

