

Kasvintuhoojien kemikaaliresistenssin hallinnan nyrkkisäännöt

Irene Vänninen

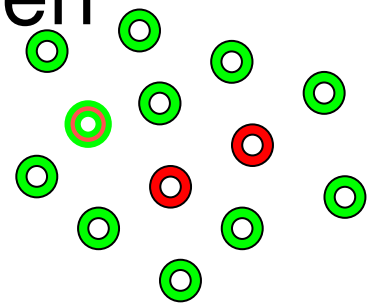
MTT Kasvintuotannon tutkimus

19.7.2006

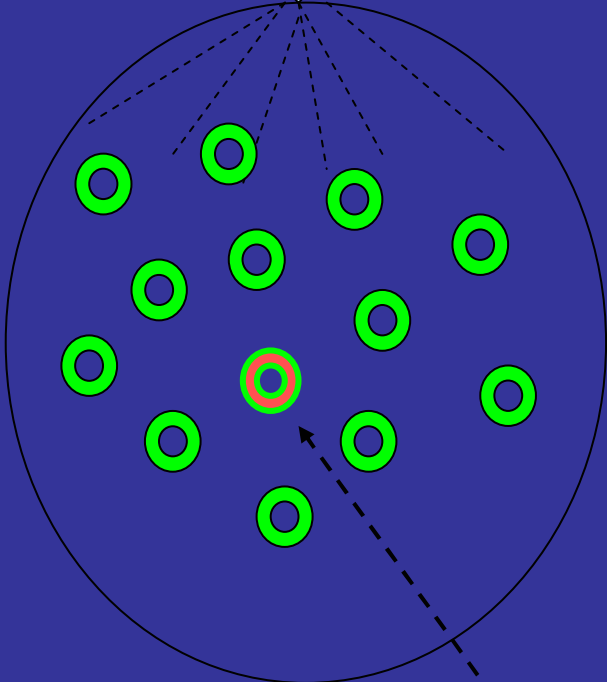
1. Miten resistenssi syntyy?

Resistenssi:

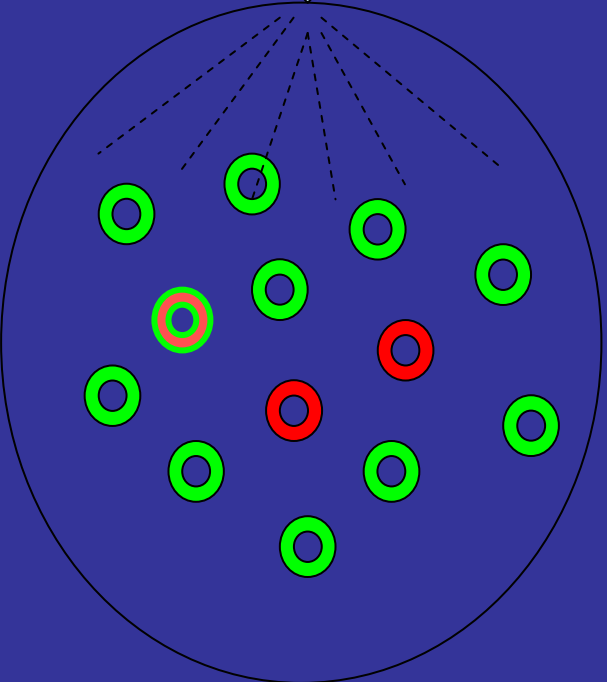
- o perinnöllinen muutos kasvintuhoojien torjunta-aineherkkyydessä
- o näkyy toistuvina torjunnan epäonnistumisina huolimatta siitä, että kasvinsuojelua ainetta käytetään ohjeiden mukaisesti



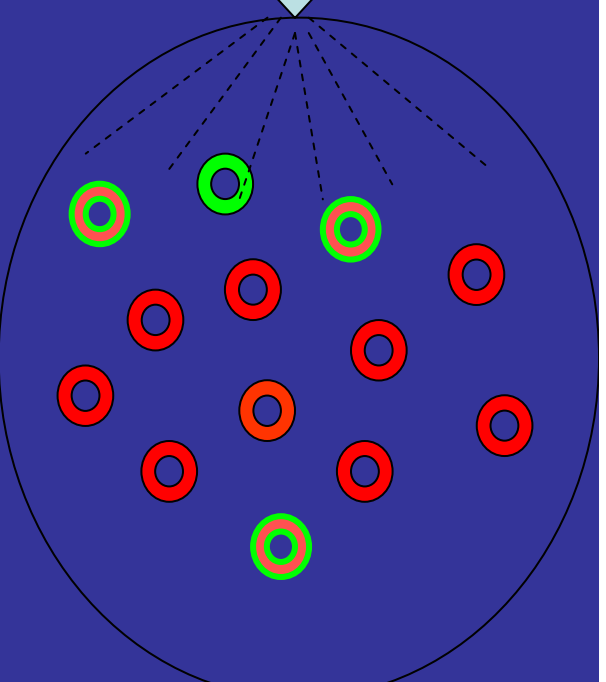
Aa = piilevä, lievä tai voimakas resistenssi riippuen resistenssigeenin dominanssista
aa = täysin resistentti yksilö



AA AA AA
 AA AA Aa

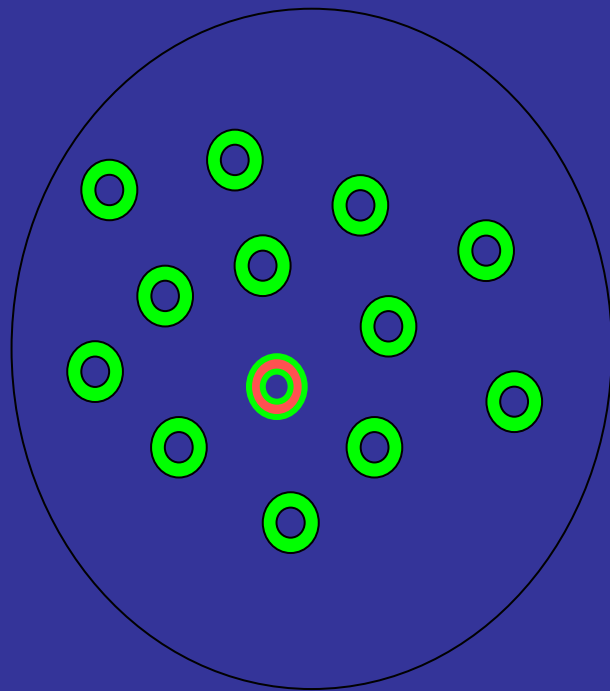


AA AA AA
 Aa Aa aa

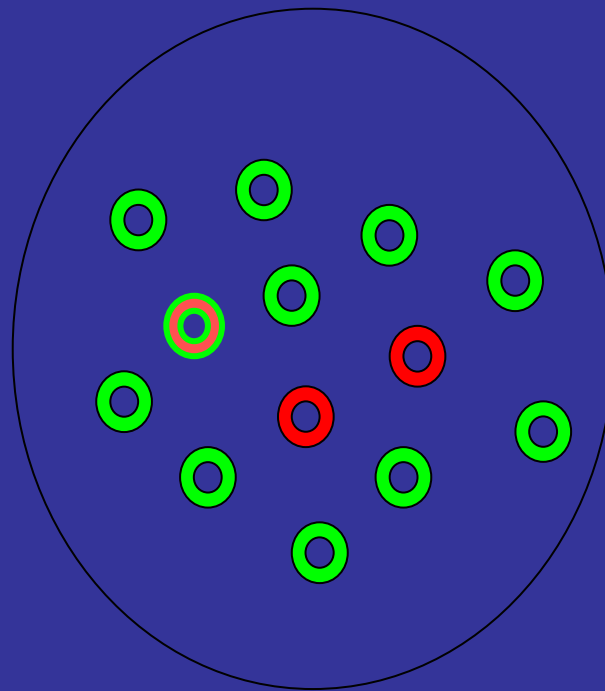


AA Aa Aa aa aa aa

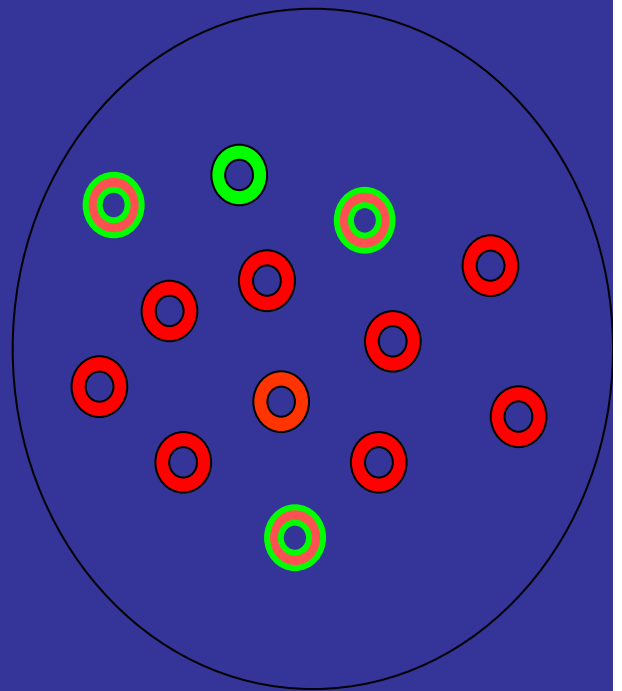
AA x AA = AA
 Aa x AA = AA Aa
 Aa x Aa = AA, Aa aa



Resistenssin hallinta aloitettava kun **< 1 %** yksilöistä kantaa resistenssialleeleja



Tässä vaiheessa ainoa mahdollisuus jättää resistenssin aiheuttanut tehoaine pois käytöstä ja odottaa resistenssin laimenemista.



2. Miksi tuholaiset kestävät torjunta-aineita?

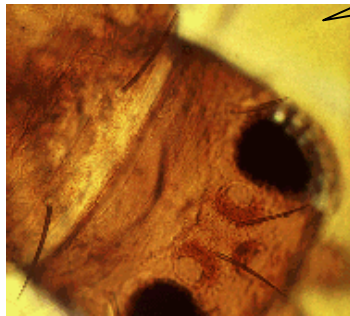
- Tuhoeläimillä on neljä eri **resistenssi-**
mekanismia, joka tekee ne immuuneiksi torjunta-aineille

Eliö välttää torjunta-aineelle altistumisen

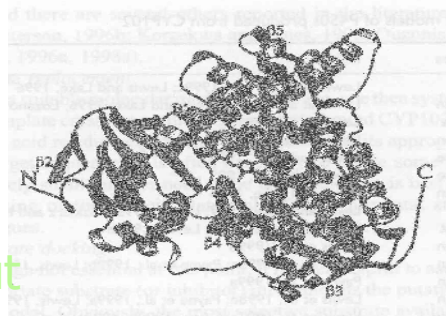
myrkyin pääsy elimistöön hidastuu → elimistössä toimivat resistenssimekanismit eivät "tukehdu" eikä vaikutuskohtaan pääse kerralla tarpeeksi myrkyä



1. Käyttäytyminen

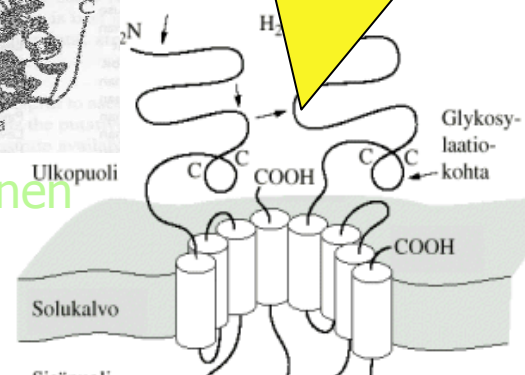


2. Ihon alentunut läpäisevyys



3. Entsymaattinen detoksifikaatio

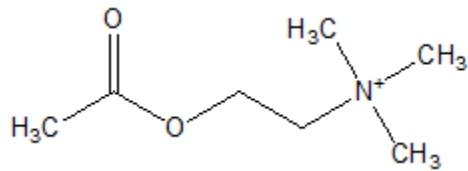
torjunta-ainemolekyyli ei kiinnity tuholaisen elimistöön



Torjunta-aineiden vuorottelu estää muuntuneita vaikutuskohtia kantavien tuholaisten yleistymisen kasvihuoneessa

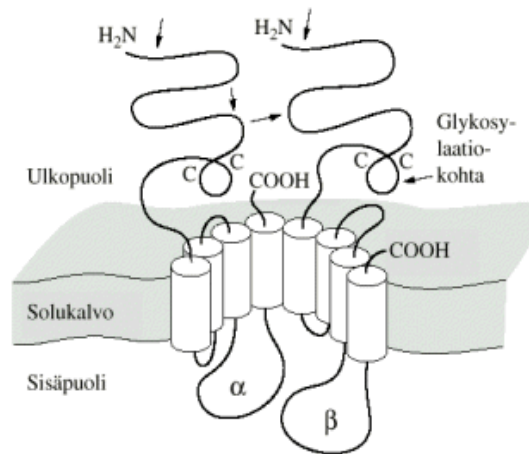
4. Muuntunut vaikutuskohde
(rakenne, lukumäärä)
(tässä GABA-reseptori)

Muuntunut vaikutuskohta resistenssimekanismina: hermomyrkyt



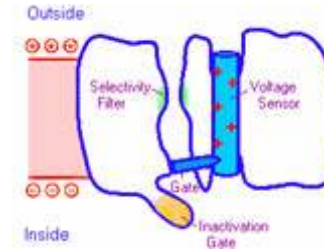
asetylikoliiniesteraasi
(Ach)

- karbamaatit
- organofosfaatit



GABA-reseptorit:

- syklo dienit
- fiproniili



**jänniteportein varustetut
hermosolun natriumkanavat**

- pyretroidit

Ach, GABA ja natriumkanavat säätelevät hermoimpulssin kulkua, jonka torjunta-aine-molekyylit sotkee kiinnittymällä hermosolun kalvossa tai entsyymissä sijaitsevaan reseptoriin. **Muuntuneeseen reseptoriin** torjunta-aine ei pysty kiinnittymään → hermoimpulssit kulkevat normaalisti torjunta-aineesta huolimatta

1-2 aminohapon muutos reseptorin rakennetta koodaavassa geenissä riittää aikaansaamaan resistenssin

3. Resistenssinhallinnan nyrkkisäännöt

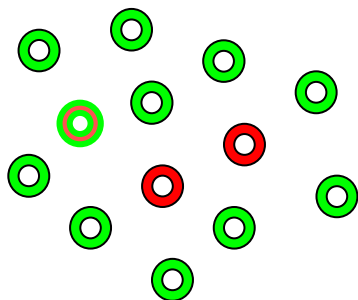
**Torjunta-aineiden vuorottelu estää muuntuneita
vaikutuskohtia kantavien tuholaisten
yleistymisen kasvihuoneessa**

3. Resistenssinhallinnan nyrkkisäännöt

- Aloita ajoissa!
- Minimoi torjunta-aineiden käyttö! Käyttöön integroitu torjunta ja kynnsarvot, jos niitä on
- Vuorottele vaikutustavaltaan erilaisia torjunta-aineita
- Tee käsittelyt yhdellä aineella tuhoojasukupolven mittaisina torjuntablokkeina!
- Älä sorru yliannostukseen tai liian tiheisiin uusintakäsittelyihin!
- Jätä torjuntablokkien väliin 2-3 viikon mittainen torjunta-aineeton jakso! (ei synteettisiä kemiallisia aineita)
- Ei tankkisekoituksia!
- Seuraa käsittelyjen tehoa!

1. Aloita ajoissa!

- resistenssinhallinta aloitettava HETI kun uusi torjunta-aine otetaan käyttöön
- resistenssinhallinta onnistuu vain, kun tuhoojien joukossa **< 1 % resistenttejä yksilöitä**



Oletusarvo: kasvihuoneessa on AINA läsnä yksilöitä, jotka kantavat resistenssiä

2. Minimoi torjunta-aineiden käyttö!

- resistenssiä edistävä **valintapaine** vähenee
- **kasvihuoneessa** erityisen tärkeää ja erityisen tärkeää **leikkoruusulla**: pitkäikäinen kasvusto → samat tuholaiset paikalla monta sukupolvea → sama populaatio altistuu torjunta-aineille
- **suljettu ympäristö** → ulkopuolelta ei juuri resistenssiä **laimentavia** torjunta-aineille herkkiä yksilöitä
- joillekin aineille resistenssi voi kehittyä jo 1-3 käsittelyn jälkeen!!
- **kynnysarvot vähentävät käsittelykertoja**: torjunta aloitetaan vasta kun se on kasvuston kannalta välttämätöntä, ei aikaisemmin

3. Vuorottele vaikutustavaltaan erilaisia torjunta-aineita!

- **miten tiedän, mitä aineita vuorottelen?**
- **IRAC:n VAIKUTUSTAPALUOKITTELU torjunta-aineille**
- **www.ircac-online.org**

(IRAC = Insecticide Resistance Action Committee)

Suomessa rekisteröityjen tai koelupakäytössä olevien (7.6. 2006 tilanne) tuhoeläintorjunta-aineiden luokittelu vaikutustavan mukaan (Luokittelu: Insecticide Resistance Action Committee, ks. www.irac-online.org). Mukaan on otettu eräitä meillä tarpeellisia, mutta ei toistaiseksi käytössä olevia aineita. Ne on laitettu sulkeisiin.

Ryhmä	Vaikutustapa	Kauppavalmiste (tehoaine)
1	Asetyylikoliiniesteraasin estäjät hermosto	Mesurol (metiokarbi) Pirimor (pirimikarbi) Malan, Malasiini (malationi) Metasystox (oksidemetonimetyyli)
2	GABA-portein varustettujen kloridikanavien vastavaikuttajat hermosto	Regent (fiproniili)
3	Hermosolujen natriumkanavien modulaattorit hermosto	Karate (lambda-syhalotriini) Fastac, Kestac (alpha-sypermetriini) Decis (deltametriini) Bioruiskute (pyretriini)
4	Nikotiini-asetyylikoliini -reseptorien vastavaikuttajat hermosto	Confidor (imidaklopridi) Nikotiini-käryte (nikotiini)
5	Nikotiini-asetyylikoliini-reseptorien vastavaikuttajat (allosteerinen) (spinosynit) hermosto	Conserve (spinosadi)
6	Hermosolujen kloridikanavien aktivaattorit hermosto	Vertimec (abamektiini)
7	Nuoruushormonien matkijat	Admiral (pyriproksifeni)
9	Valikoivat syönninestäjät (vaikutustapa tuntematon tai epäspesifinen)	Plenum (pymetrotsiini) (Aria) (flonikamidi)
10	Vaikutustapa tuntematon tai epäspesifinen (punkkien kasvunsäätet)	Nissorun (heksytiatsoksi)

tuhoeläinten torjunta-aineiden luokittelu, jatkoa:

Ryhmä	Vaikutustapa	Kauppavalmiste (tehoaine)
11	Hyönteisten ruuansulatuskanavan mikrobipohjaiset häiritsijät	Turex (<i>Bacillus thuringiensis</i>)
12	ATP:n muodostumisen häiritsijät (Torque)	Torque (fenbutatinaoksidi)
15	Kitiinibiosynteesit estäjät, tyyppi 0	Dimilin (diflubentsuroni)
16	Kitiinibiosynteesin estäjät, tyyppi 1	Applaud (buprofetsiini)
17	Nahanluonnin häiritsijät, Diptera	(Trigard) (syromatsiini)
18	Nahanluontihormonin vastavaikuttajat	Neem Azal (atsadiraktiini)
21	Mitokondrioiden kompleksi I:n elektroninsiirron estäjät	(Danitron (fenpyroksimaatti) Pride Ultra (fenatsakini)
23	Lipidisynteesin estäjät	(Envidor) (spirodiklofeni) (Oberon) (spiromesifeni)
25	Hermostolliset estäjät (vaikutustapa tuntematon)	Floramite (bifenatsaatti)
27	Synergistit (tehosteaineet)	Piperonylibutoksidi. Pyretriinin tehosteena seuraavissa: Johnson Kukka-Raid, Johnson-Raid House & Garden Insect Killer, Puutarha-aero-soli, Substral-Spray, Ötökkä-torjunta-aine

Kasvitautilien torjunta-aineiden luokittelu vaikutustavan mukaan:

Vaikutus- taparyhmä	Vaikutuskohde	Kauppavalmiste (tehoaine)
B1 (metyyli-bentsimidatsolikarbamaatti)	β -tubuliini (solun mikrotubulusten rakennusainevalkuainen) mitoosissa (kromosomit eivät järjesty normaalisti pareiksi solunjakautumisen aikana)	Topsin M (tiofanaattimetyyli, harmaahome, tomaatin lakastumistauti): Resistenssi yleistä monilla sienilajeilla. Useita resistenssin aiheuttavia mutaatioita tunnetaan. Korkea resistenssiriski. Rajoitus: vain 2 käsittelyä kasvukaudessa
C3 (Qool-fungisidit)	(mitokondrioissa) kompleksi III:n sytokromi-bc1 (ubikinoni-oksidaasi) Qo-kohdassa	Amistar (atsoksistrobiini, härmä ym.): resistenssi tunnetaan useista eri sienistä. Korkea resistenssiriski
F1 (dikarboksimidi)	NADH-sytokromi C-reduktaasi lipidien peroksidaatiossa	Rovral-neste, Rovral 75 WG (ipro-dioni, harmaahome, siemenlevintäiset sienet): resistenssi yleistä harmaahomeella ja todettu erällä muillakin sienillä. Resistenssiriski kohtalainen/korkea.
F4 (karbamaatti)	solukalvon läpäisevyystekijät ja rasvahapot	Previcur N (propamokarbohydrokloridi, Pythium kurkulla): resistenssiriski alhainen/kohtalainen. Resistenssihallinta silti välttämätön.
M (useaan eri kohtaan vaikuttava aine)	useita vaikutustapoja eri kohdissa sien aineenvaihduntatoimintoja	Tirama 50 (tiraami, siemenlevintäiset sienet): resistenssiriski alhainen. Resistenssitapauksia ei tunneta.

4. Tee käsittelyt torjuntablokkeina!

- torjuntablokki: 1-3 käsittelyä samalla aineella tuholaisen yhtä sukupolvea vastaan
- yksi käsittely ei välttämättä tehoa kunnolla, useammalla käsittelyllä kunnan alenema tuholais määrässä
- **blokin pituus = tuholaisen sukupolven pituus**
- eri aineet eri sukupolvia vastaan → jos yhdelle aineelle resistenssiä, toinen ja kolmas aine tappaa
- monille aineille samanaikaisesti resistenttien yksilöiden olemassaolo epätodennäköistä MUTTA EI MAHDOTONTA
- **blokkien väliin 2-3 viikon mittainen tauko**, jonka aikana torjunta tarvittaessa torjunta **aineilla, joille ei kehity resistenssiä**

Kasvihuonetuhoojien sukupolvien pituuksia = torjuntablokin pituus

vihannespunkki:

15 °C – 38 vrk

20 °C – 28 vrk

25 °C – 22 vrk

30 °C – 16 vrk

kirvat:

25 °C -- 14-15 vrk

sukupolven pituus riippuu lämpötilasta!

ansarijauhiainen:

16 °C – 51 vrk

22 °C – 42 vrk

28 °C – 25 vrk

kalifornianripsiäinen:

25 °C - 31-36 vrk

5. Älä sorru liian tiheisiin käsittelyväleihin!

- käsittelyvälit on määritelty sellaisiksi, että aine ehtii **hajota** kasvustosta ennen uusintakäsittelyä
- jos uusinta liian aikaisin → sama tilanne kuin yliannostusta käytettäessä
- jos liian tiheät käsittelyt eri aineilla perätysten → kasvustossa useaa eri torjunta-ainetta → **ristikkäisresistenssin ja moniresistenssin vaara**

6. Jätä torjuntablokkien väliin 2-3 viikon mittainen torjunta-aineeton jakso!

- ei kemiallisia synteettisiä torjunta-aineita ko. jaksona (biorationaaliset* toki käyvät!)
- vähennät torjuntakäsittelyjen kokonaismäärää
- annat aineille herkille yksilöille mahdollisuuden paritella resistenttien yksilöiden kanssa ja laimentaa siten resistenssiä

* saippuat, öljyt yms.

7. Älä sorru yliannostukseen!

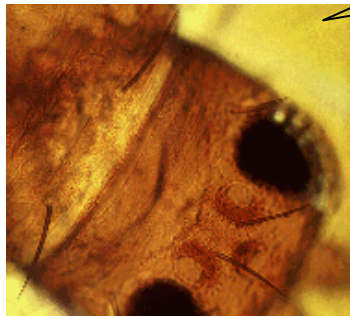
- käyttöpitoisuudet on määritetty sen mukaan, että ne tappavat 100 % aineelle herkistä tuholaisista
- milloin yliannostus tehoaa? Jos tuholaisia, joilla **entsymaattiseen hajotukseen** perustuva resistenssimekanismi

Eliö välttää torjunta-aineelle altistumisen

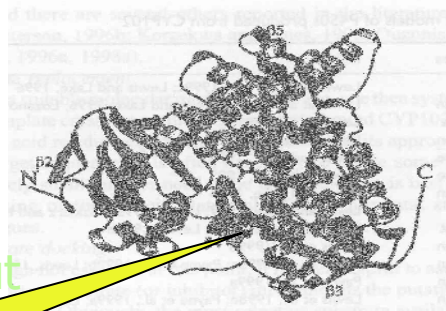


1. Käyttäytyminen

myrkyin pääsy elimistöön hidastuu → elimistössä toimivat resistenssimekanismit eivät "tukehdu" eikä vaikutuskohtaan pääse kerralla tarpeeksi myrkkyä

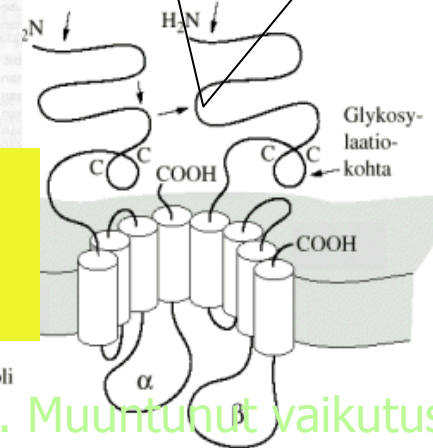


2. Ihon alentunut läpäisevyys



3. Entsymaattinen detoksifikaatio

torjunta-ainemolekyyli ei kiinnity tuholaisen elimistöön



4. Muuntunut vaikutuskohde (rakenne, lukumäärä) (tässä GABA-reseptori)

entsyymitoiminta hajottaa torjunta-aineen ennen kuin se edes pääsee vaikutuskohtaansa

Entsymbaattinen detoksifikaatio ei riipu torjunta-aineen vaikutustavasta

Torjunta-aineiden vuorottelukaan ei takaa tämän resistenssimekanismin poissapysymistä!

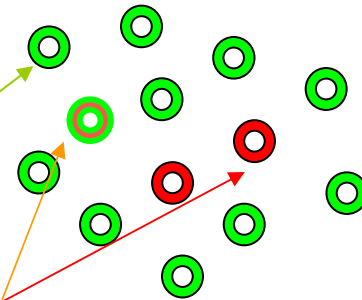
Eri vaikutustaparyhmiin kuuluvilla aineilla voi olla rakenteessaan osia, joihin sama entsyymi pystyy kiinnittymään ja katalysoimaan hajoamisreaktiota

**yliannostus tukkii entsyymaattiset
hajotusreaktiot = liikaa käsiteltävää ainetta,
tuholaisen elimistö ei ehdi tehdä kaikkea
vaarattomaksi**

**Yliannostuksen vaara: valikoi NOPEASTI
jäämään henkiin ne tuholaiset, jotka kanta-
vat MUUNTUNUTTA VAIKUTUSKOHTAA
elimistössään → näihin eivät tehoa
minkäänlaiset yliannostukset**

”-kele tapan ne **kaikki** yliannostuksella!”

mutta:

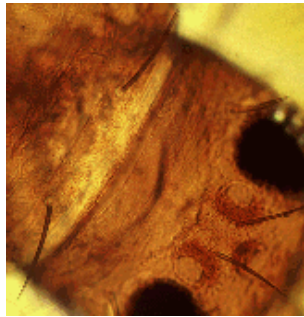


- ylisuuri annos tappaa kyllä **kaikki** (pienemmälläkin annoksella kuolevat) **AA** ja jopa **Aa**-genotyypit
- mutta oletko **varma**, että yliannoksesi tappaa myös umpiresistentit **aa**-genotyypit, jos niitä on?
- jos **aa**:t eivät kuole yliannostukseen, annat niille mahdollisuuden tulla heti vallitseviksi kasvustossasi (ei enää mahdollisuutta resistenssin laimentumiseen enää kun muut genotyypit kuolleet)

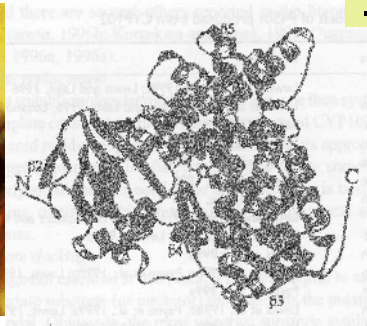
Ristikkäisresistenssi



Käyttäytyminen

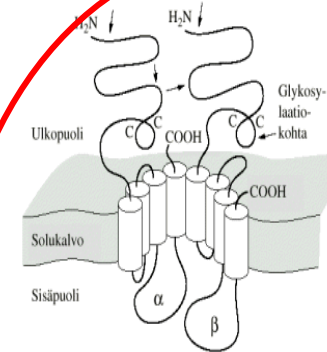


Ihon alentunut läpäisevyys



Ensymaattinen detoksifikaatio (tässä P-450-mono-oksyge-naasi)

tuholaisella on resistenssimekanismi, joka suojaa sitä kaikilta **saman vaikutustavan** omaavilta aineilta*



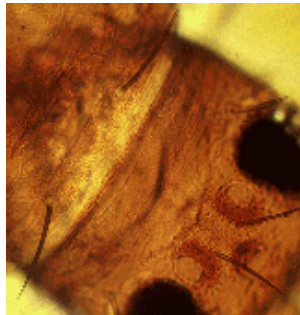
Muuntunut vaikutuskohde (rakenne, lukumäärä) (tässä GABA-reseptori)

*samaan ryhmään kuuluvat aineet (esim. pyretroidit jotka kuuluvat ryhmään 1A)

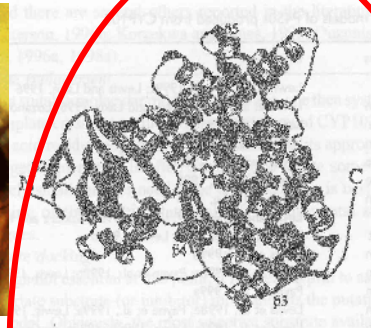
Moniresistenssi



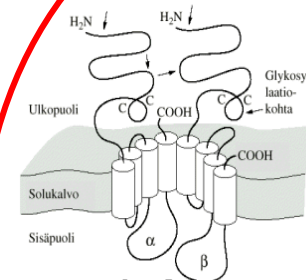
1. Käyttäytyminen



2. Ihon
alentunut
läpäisevyys



3. Entsymaattinen
detoksifikaatio



4. Muuntunut
vaikutuskohde

tuholaisella on **useita eri resistenssimekanismeja**, jotka suojaavat sitä eri tavoin vaikuttavilta aineilta

8. Ei tankkisekoituksia!

- eri tavoin vaikuttavien aineiden tankkisekoitukset edistävät **moniresistenssin** syntyä
- liian lähekkäin tehdyt käsittelyt eri aineilla johtavat ”tankkisekoitusten” muodostumiseen kasvustossa
- poikkeus sääntöön: seoksia voi käyttää jos kaksi ainetta vaikuttaa **eri kehitysasteisiin** (Torque vihannespunkin liikkuviin asteisiin, Nissorun muniin)

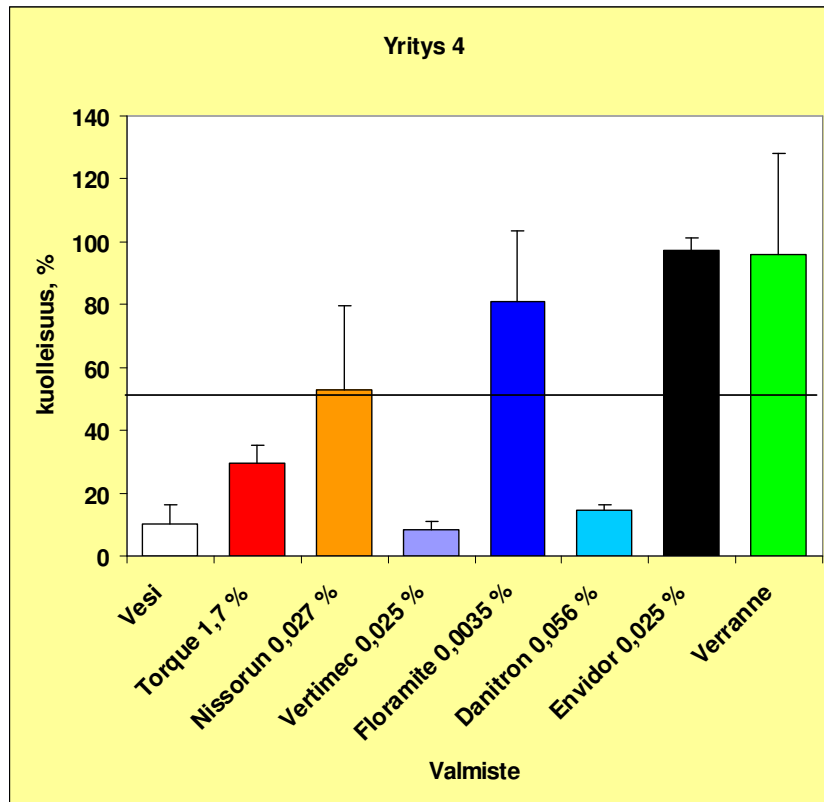
9. Ajoita aineiden käyttö oikein!

- keskitä heikoiten vaikuttavien aineiden käyttö vuodenaikaan, jolloin tuholaisten lisääntyminen hitainta
- muista uv-valon hajottava vaikutus abamektiiniin ja pyretriiniin → käsittelyt illalla ja syksyllä ja talvella, jolloin luonnonvaloa vähiten

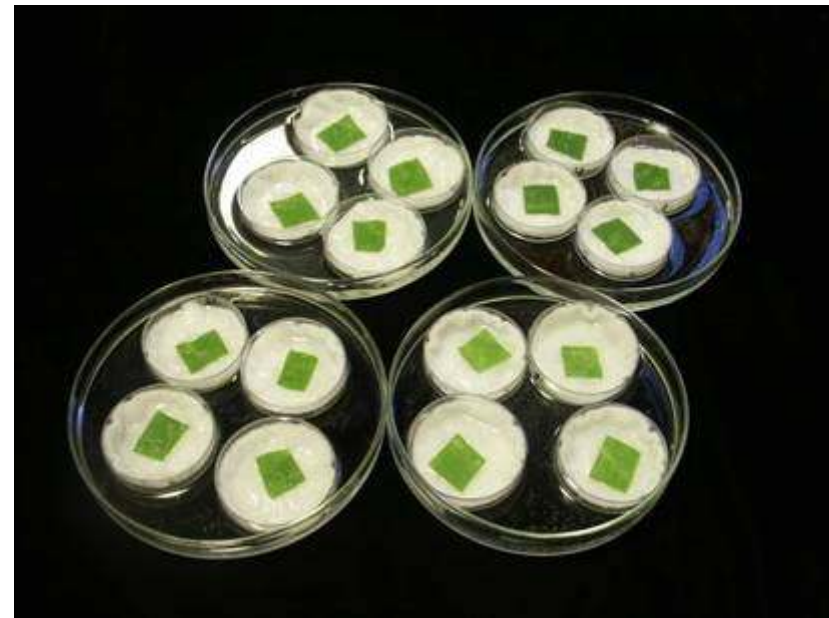
10. Seuraa torjunnan tehoa!

- indikaattorikasvit, joilta seurataan
- luuppi- tai mikroskooppitarkastukset
- huono teho ei välttämättä johdu resistenssistä: operationaaliset tekijät useimmiten syynä (huono peittävyys, ilmankosteus vääränlainen, valo hajottaa aineen nopeasti, lämpötila, kasvilajikin voi vaikuttaa aineesta riippuen)
- resistenssitason testaukset (mahdollisuudet?)

Vihannespunkin kemikaaliresistenssin tilanne Suomen ruusuviljelmillä 2005



Ruusuviljelmien vihannespunkeissa selvää resistenssiä akarasideille. Resistenssin taso yhteydessä kemiallisen torjunnan yleisyyteen.



Biotestit: LD₉₉ diagnostinen erottelupitoisuus (**ei siis käyttösuosituspitoisuus!**). Menetelmä kaupalliseksi palveluksi syksyllä 2006

Vihannespunkin torjunta-aineet vaikutustaparyhmittäin

1A	Karbamaatti, asetyylikoliiniesteraasin estäjä	Mesurool (metiokarbi)
1B	Organofosfaatti, asetyylikoliiniesteraasin estäjä	Metasystox R (oksidemetonimetyyli)
3	Pyretroidit, hermosolujen natriumkanavien modulaattorit	Decis (deltametriini), Bioruiskute S, aerosolit (pyretriini+piperonyyibutoksidi)
6	Hermosolujen kloridikanavien aktivaattori	Vertimec (abamektiini)
7C	Nuoruusuhormonin analogi	Admire (pyriproksifeni)
10A	Punkkien kasvunsäätet (tuntematon vaikutustapa)	Nissorun (heksytiatsoksi) (resistenssivaara: vain 2 käyttökertaa/ kasvukausi)
12	ATP-syntaasin estäjät	Torque (fenbutatinaoksidi)
25	Hermostolliset estäjät (vaikutustapa tuntematon)	Floramite (bifenatsaatti) (resistenssivaara: max. 4 käsittelyä/v ja kasvusto, perättäisiä käsittelyjä kork. 2, sen jälkeen väh. 2 käsittelyä muilla aineilla)
-	Biologinen (käyttää ravinnokseen)	Mycotal (Verticillium lecanii, esim. taimiteltassa käytettäväksi)
-	Fysikaalinen, tukehduttaa	Havu, Neko, Booster (Boosteria ei ole rekisteröity torjunta-aineeksi)

Punkkiaineiden resistenssiominaisuuksia

Valmiste ja tehoaine	Jäämävai- kutus	Soveltuuko integroituun torjuntaan?	Käsittelykerrat, joiden jälkeen resistenssiä alkaa esiintyä	Resistenssin häviämisenopeus käsittelyjen lakattua (karkea arvio)	Aineet, joiden kanssa havaittu ristikkäisresis- tenssiä
Vanhat:					
Torque	Viikkoja (jopa 6-10) (?)	Kyllä	5-6 (hitaahko resistenssin vahvistuminen sen päästyä alkuun)	Melko nopeaa (muutama sukupolvi)	Nissorun, Apollo
Nissorun	30-60 vrk	Kyllä	6-11	Hidasta	Apollo, Torque
Uudet:					
Danitron	21-28 vrk	Kyllä	5-?	Erittäin hidasta	Ei ole havaittu muille aineille toistaiseksi
Apollo	21 vrk	Kyllä	4-5 (hyvin jyrkkä resistenssin vahvistuminen lisäkäsittelyjen myötä resistenssin päästyä alkuun)	Hidasta	Nissorun, Apollo
Floramite (bifenatsaatti)	21-28 vrk	Kyllä	5-6? ("resistenssi syntyy nopeasti laboratorioaltistuksessa")	Melko nopeaa	Ei ole todettu

Integroituun torjuntaan soveltuvat jauhiaisten torjunta-aineet vaikutustaparyhmittäin

Vaikutustaparyhmä	Vaikutustapa	Kauppavalmisteet Suomessa (tehoaine)
6	Hermosolujen kloridikanavien aktivaattori	Vertimec (abamektiini) (tulossa rekisteriin 2006)
7C	Nuoruushormonin analogi	Admiral (pyriproksifeni) (koeluvalla 2006) (suuri resistenssivaara erit. etelänjauhiaisilla)
9B	Syönninestäjä	Plenum (pymetrotsiini) (resistenssivaara: vain 3 käsittelyä/ kasvukausi)
16	Kitiinisynteesin estäjä	Applaud 40 SC (buprofetsiini) (resistenssivaara; vain 2 käsittelyä/ kasvukausi)
21	Elektroninsiirron estäjä mitokondrioissa	Pride Ultra (fenatsakvini) (koeluvalla 2006)
-	Fysikaalinen (tukehduttaa)	Havu, Neko (saippuapohjaisia)
-	Biologinen (käyttää ravinnokseen)	PreFeRal (Paecilomyces fumosoroseus -sieni) Mycotal (Verticillium lecanii- sieni)

Laajavaikutteiset jauhiaisten torjunta-aineet vaikutustaparyhmittäin

1A	Karbamaatti, synapsien asetyylikoliiniesteraasin estäjä	Mesurool 500 SC (metiokarbi)
1B	Organofosfaatti, synapsien asetyylikoliiniesteraasin estäjä	Malan-ruiskute, Malasiini-ruiskute (malationi) (jauhiaiset lähes poikkeuksetta resistenttejä organofosfaateille)
3	Pyretriini, hermosolujen natriumkanavien modulaattori	Bioruiskute S (pyretriini) Aerosolivalmisteet (pyretriini+ piperonylibutoksidi)
3	Pyretroidi, hermosolujen natriumkanavien modulaattori	Fastac 50, Fastac T, Kestac 50 (alfasypermetriini) Decis 25 EC (deltametriini) Karate 2,5 WG, Karate Zeon-tekniikka (lambda-syhalotriini) (jauhiaiset lähes poikkeuksetta resistenttejä pyretroideille)
4A	Neonikotinoidi, nikotiiniasetyylikoliinireseptorin vastavaikuttaja synapseissa	Confidor WG 70 (imidaklopridi) (resistenssivaara erityisesti etelänjauhiaisilla!)
4B	Kasviperäinen nikotiini, nikotiiniasetyylikoliinireseptorin vastavaikuttaja synapseissa	Nikotiini-kärytenauha (nikotiini) (sivuvaikutusta jauhiaisiin)

Ripsiäisten torjunta-aineet vaikutustaparyhmittäin

Vaikutusta paryhmä	Vaikutustapa	Kauppavalmiste Suomessa (tehoaine) (lisätiedot)
1A	Organofosfaatit, asetyylikoliini-esteraasin estäjät synapseissa	Malan, Malasiini (malationi)
2	GABA-portein varustettujen kloridikanavien vastavaikuttajat	Regent (fiproniili)
3	Hermosolujen natriumkanavien modulaattorit	Karate, Karate Zeon-tekniikka (lambda-syhalotriini), Fastac, Kestac (alpha-sypermetriini), Decis (deltametriini), Bioruiskute (pyretriini)
4	Nikotiini-asetyylikoliinireseptorien vastavaikuttajat	Confidor (imidaklopridi) Nikotiini-käryte (nikotiini)
5	Spinosynit, nikotiiniasetyyli-koliinireseptorien vastavaikuttajat (allosteerinen, ei ryhmä 4)	Conserve (spinosadi) (koeluvalla) (resistenssivaara: kork. 2-3 perättäistä käsittelyä, jonka jälkeen käytettävä muita aineita)
6	Hermosolujen kloridikanavien aktivaattori	Vertimec (abamektiini) (koeluvalla, tulossa rekisteriin 2006)
-	Biologinen (käyttää ravinnokseen)	Mycotal (Verticillium lecanii –sieni, sivuvaikutusta ripsiäisiin)

Kirvojen torjunta-aineet vaikutustaparyhmittäin: täytä taulukko!

Vaikutusta paryhmä	Vaikutustapa	Kauppavalmiste Suomessa (tehoaine) (lisätiedot)

Yhteenveto:

- torjunta-aineet luokitellaan **vaikutustavan** mukaan: nyt yht. 28+2 eri tuhoeläinten torjunta-aineryhmää
- tuhoeläimillä on **neljä eri resistenssimekanismia**; vain yksi perustuu torjunta-aineen vaikutuskohteen muuntumiseen
- erityisesti entsyymaattinen detoksifikaatio on ns. musta hevonen: siihen pohjautuva resistenssi ei riipu aineen vaikutustavasta
- → **eri vaikutustapaluokkiin kuuluvia aineita vuorottelemallakaan ei välttämättä vältytä resistenssin kehittymiseltä**
- **silți vuorottelu parhaassa tapauksessa YHDISTETTYNÄ KÄSITTELYJEN MÄÄRÄN MINIMOINTIIN hidastaa resistenssin kehittymistä**