



Een toekomst met IPM

Monica Höfte
Universiteit Gent

Studienamiddag gewasbescherming in glasgroenten en aardbei - Inagro, 4 maart 2016



Principes van geïntegreerde bestrijding

- Voorkomen in plaats van genezen
 - Geschikte teelttechniek
 - Rassenkeuze in functie van resistentie en tolerantie
 - Ziektevrij zaai- of plantmateriaal
 - Geschikte bemesting
- Kijk om te weten = monitoring
- Behandel enkel wanneer nodig
 - Mechanisch
 - Biologisch
 - Chemie als laatste optie

Principes van geïntegreerde bestrijding




- Voorkomen in plaats van genezen
 - Geschikte teelttechniek
 - Rassenkeuze in functie van resistentie en tolerantie
 - Ziektevrij zaai- of plantmateriaal
 - Geschikte bemesting
- Kijk om te weten = monitoring
- Behandel enkel wanneer nodig
 - Mechanisch
 - Biologisch
 - Chemie als laatste optie

Chemische bestrijding

- Bestrijd selectief
- Respecteer de voorgeschreven dosis
- Geef resistentie geen kans

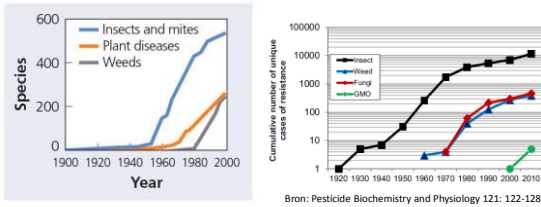
= Resistentiemanagement

Resistentiemanagement

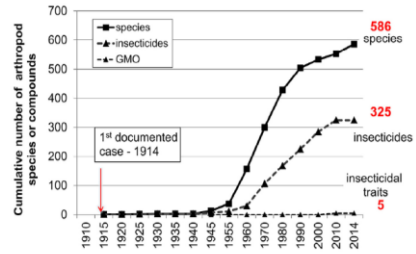
I don't think I have any resistant insects - why do you ask?

Resistente pathogenen, plagen en onkruiden in opmars

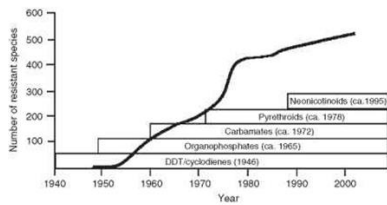


2016
 Resistente onkruiden wereldwijd: 249 soorten, 466 unieke gevallen
 Resistente onkruiden België: 18 soorten, 22 unieke gevallen
 Bron: weedscience.org

Insecticide resistentie

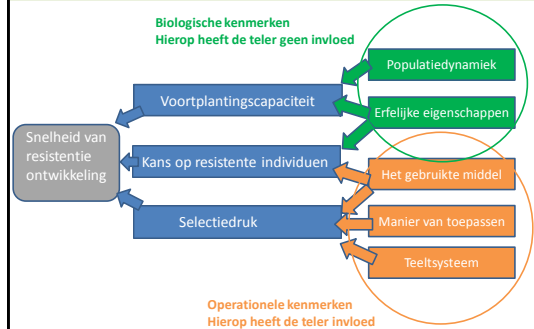


Insecticide resistentie



Waarden tussen haakjes: jaar waarin de eerste resistentie werd vastgesteld

Resistentieontwikkeling



Biologische kenmerken

- Levenscyclus: één of meerdere generaties per jaar
- Aantal nakomelingen per individu
- Manier van voortplanten
- Overleving in ongunstige perioden
- Manier en snelheid van verspreiding

Insekten en mijten

Top 12 resistant insect species,^a Bron: *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121: 122-128

Species	Common name	Order	No. of compounds	No. of cases ^b
<i>Tetranychus urticae</i>	Two-spotted spider mite	Acari	83	414
<i>Plutella xylostella</i>	Diamondback moth	Lepidoptera	91	276
<i>Myzus persicae</i>	Green peach aphid	Hemiptera	75	402
<i>Musca domestica</i>	House fly	Diptera	58	303
<i>Bemisia tabaci</i>	Sweet potato whitefly	Hemiptera	54	555
<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Colorado potato beetle	Coleoptera	54	279
<i>Aphis gossypii</i>	Cotton aphid	Hemiptera	48	231
<i>Panonychus ulmi</i>	European red mite	Acari	48	197
<i>Helicoverpa armigera</i>	Cotton bollworm	Lepidoptera	47	692
<i>Boophilus microplus</i>	Southern cattle tick	Ixodida	44	167
<i>Blastothrips germanica</i>	German cockroach	Blattodea	43	219
<i>Spodoptera litura</i>	Mediterranean climbing cutworm	Lepidoptera	38	457

^a Based on the number of different compounds for which resistance has been reported. Data from the APRD [50], July 2014.
^b Number of unique instances of resistance reported for each species in the APRD [50], July 2014.
^c *Rhizocetaphalus*.



1



2



3



4

Insekten en mijten

- Plagen die snel resistentie ontwikkelen hebben een korte generatietijd, zijn zeer vruchtbaar, zeer mobiel en komen voor in gewassen met weinig andere bestrijdingsmogelijkheden of nultolerantie voor schade

Botrytis cinerea op aardbei






- Hoge reproductiesnelheid
- Veel sporen
- Meerdere cycli per seizoen
- Breed waardplantenspectrum

Hoog risico op resistentieontwikkeling



Echte meeldauw op aardbei




- Hoge reproductiesnelheid
- Veel sporen
- Geslachtelijke voortplanting mogelijk
- Waardplantenspecifiek
- Meerdere cycli per seizoen

Hoog risico op resistentieontwikkeling

Bremia lactucae op sla

- Hoge reproductiesnelheid
- Veel sporen
- Meerdere cycli per seizoen
- Waardplantenspecifiek

Kans op resistentieontwikkeling

Rhizoctonia solani op sla

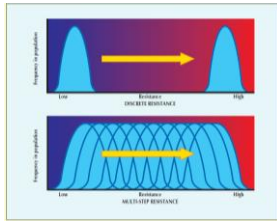



- Bodemgebonden schimmel
- Geen sporen, enkel mycelium
- Eén cyclus per seizoen

Laag risico op resistentieontwikkeling

Erfelijke eigenschappen

- Monogene resistentie
 - Resistentie berust op verandering in één gen
 - Resistentie kan snel tot stand komen en is sterk
- Polygene resistentie
 - Resistentie ontstaat doordat meerdere genen veranderen
 - Middel verliest langzaam zijn werking



- Kruisresistentie
 - Eén enkel resistentiemechanisme zorgt voor resistentie tegen meerdere middelen die tot dezelfde groep behoren
- Multipole resistentie
 - Organisme kan gelijktijdig resistentie vertonen tegen totaal verschillende middelen. Dit gebeurt altijd door veranderingen in meer dan één gen

Resistentiemechanismen

- De werkzame stof wordt afgebroken (vaak bij insecten en mijten)
- Er verandert iets op de plaats van werking (vaak bij schimmels en onkruiden)
- Het target eiwit (enzyme) wordt overgeproduceerd
- Het middel wordt minder opgenomen (bij insecten)
- De aantaster past zijn gedrag aan (insecten en mijten)
- De aantaster scheidt het middel uit of slaat het op

Operationele kenmerken

Het gebruikte middel

- Herbiciden
 - Werken in op fotosynthese, cel metabolisme, groei en celdeling
- Insecticiden
 - Werken in op het zenuwstelsel, groeiregulatoren, energie metabolisme, membranen in de middendarm
- Fungiciden
 - Hebben een brede of specifieke werking
- Middelen worden ingedeeld in groepen volgens werkingsmechanisme

Hoe weet ik tot welke resistentiegroep mijn middel behoort?

- Insecticiden
 - IRAC = Insect Resistance Action Committee
 - Insecticiden worden ingedeeld in 29 verschillende groepen
- Herbiciden
 - HRAC = Herbicide Resistance Action Committee
 - Herbiciden worden ingedeeld in groepen van A tot Z
- Fungiciden
 - FRAC = Fungicide Resistance Action Committee
 - Frac codes van 1 – 46 + 9 U codes
 - Induceren van de afweer van de plant: P1-P5
- Op websites informatie in de vorm van posters/tabellen/etc.
- Informatie ook terug te vinden op de KDT gewaskaarten

Resistentieproblematiek fungiciden

- Ontstaan na de registratie en het wijdverspreide gebruik van systemische fungiciden
- Deze middelen hebben een specifiek werkingsmechanisme
- Schimmels ontwikkelen resistentie door genetische mutaties

Werkingswijze fungiciden

- **Contactwerkende fungiciden (niet-systemisch)**
 - Geen mobiliteit van het fungicide in de plant
 - Blijven op de plaats waar ze worden toegepast
 - Remmen typisch de sporenkieming
 - Moeten toegepast worden voor infectie en hebben geen effect op de schimmelgroei in de plant
 - Werkingsmechanisme is specifiek
- **Systemische fungiciden**
 - Kunnen door de plant worden opgenomen
 - Kunnen zich verspreiden in de plant
 - Kunnen nog effectief zijn na de eerste fase van infectie (beperkt curatief)
 - Geen effect als symptomen al zichtbaar zijn
 - Werkingsmechanisme is specifiek

Indeling volgens werkingsmechanismen

- **Contactfungiciden**
 - Ingedeeld in groepen met FRAC code M1-M12
 - Voorbeelden
 - Zwavel (Anorganisch - Frac code M2)
 - Thiram, mancozeb (Dithiocarbamaten - Frac code M3)
 - Captan (Ftaalimiden – Frac code M4)
 - Risico op resistentieontwikkeling is zeer klein

Systemische fungiciden - werkingsmechanisme

- **A. Biosynthese van nucleïnezuren**
 - Metalaxyl-M (A1 – PA fungiciden – FRAC code 4)
- **B. Celdeling**
 - Thiophanate-methyl (B1 – Benzimidazolen – FRAC code 1)
- **C. Ademhaling**
 - Boscalid, fluopyram (C2 – SDHI fungiciden – Frac code 7)
 - Azoxystrobin, trifloxystrobin, krexosim-methyl, pyraclostrobin, fenamidone (C3 – QoI –fungiciden – Frac code 11)
 - Fluazinam (C5 – Frac code 29)
- **D. Biosynthese van aminozuren en eiwitten**
 - Pyrimethanil, mepaniprym, cyprodinil (D1 – AP fungiciden – Frac code 9)
- **E. Signaaltransductie**
 - Quinoxifen (E1 – Aza-naftalenen – Frac code 13)
 - Fluodioxonil (E2 – PP fungiciden – Frac code 12)
 - Iprodione (E3 – dicarboximiden – Frac code 2)

- **F. Synthese van lipiden en membraan integriteit**
 - Tolclofos-methyl (F3 – AH fungiciden – Frac code 14)
 - Propamocarb (F4 – carbamaten – Frac code 28)
- **G. Sterol biosynthese in membranen**
 - Prochloraz, myclobutanil, penconazool (G1 – DMI fungiciden – Frac code 3)
 - Fenhexamid (G3 – SBI class III – Frac code 17)
- **H. Celwand biosynthese**
 - Dimethomorf, mandipropamid (H5 – CAA fungiciden – Frac code 40)
- **Onbekend**
 - Fosetyl-Aluminium (Frac code 33)

Hoog risico fungiciden

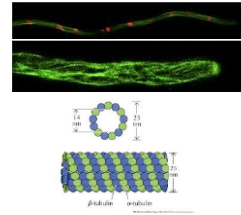
- **A. Biosynthese van nucleïnezuren**
 - Metalaxyl-M (A1 – PA fungiciden – FRAC groep 4)
- **B. Celdeling**
 - Thiophanate-methyl (B1 – Benzimidazolen – FRAC groep 1)
- **C. Ademhaling**
 - Azoxystrobin, trifloxystrobin, krexosim-methyl, pyraclostrobin, fenamidone (C3 – QoI –fungiciden – Frac groep 11)

Phenylamide of PA fungiciden (FRAC groep 4)

- Specifiek voor de bestrijding van Oomyceten (Pythium, Phytophthora, valse meeldauw)
- Inhiberen RNA synthese
- Resistentie door één of twee genen
- Resistente individuen komen van nature voor en overleven in afwezigheid van fungicide
- Worden daarom gecombineerd aangeboden met contact fungiciden bv. Fubol Gold = metalaxyl-M + mancozeb

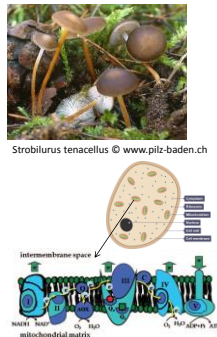
Benzimidazolen (FRAC groep 1)

- Binden op β -tubuline en verhinderen de vorming van microtubuli
- Isolaten met resistentie zijn aanwezig in de natuur aan een lage frequentie (punt mutatie in β -tubuline gen)
- Resistente isolaten zijn fit en competitief zelfs zonder selectiedruk
- Resistentie gedocumenteerd voor meer dan 60 ziektes
- Kruisresistentie in de groep



QoI fungiciden of strobilurines (Frac groep 11)

- Synthetische analogen van een natuurlijke component uit paddestoelen
- Binden op cytochroom bc1 enzyme complex en inhiberen ademhaling in de mitochondriën
- Breed-spectrum activiteit tegen alle belangrijke schimmelpathogenen
- Resistentie door puntmutatie in cytochroom b gen
- Gedocumenteerd voor meer dan 20 ziekten
- Kruisresistentie met alle andere FRAC groep 11 fungiciden
- Vaak aangeboden in combinatie met andere fungiciden bv. Fenominal = fenamidone + fosethyl-AI



Gemiddeld risico fungiciden

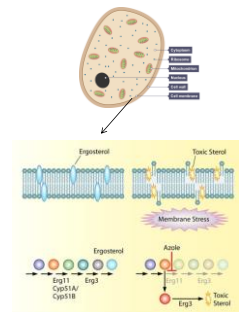
- D. Biosynthese van aminozuren en eiwitten – Pyrimethanil, mepaniprym, cyprodinil (D1 – AP fungiciden – Frac groep 9)
- E. Signaaltransductie – Iprodione (E3 – dicarboximiden – Frac groep 2)
- G. Sterol biosynthese in membranen – Prochloraz, myclobutanil, penconazool (G1 – DMI fungiciden – Frac groep 3)

Dicarboximiden (FRAC groep 2)

- Inhiberen sporenkieming en schimmelgroei door interferentie met osmotische signaaltransductie
- Frekwentie in resistente individuen neemt geleidelijk toe met aangehouden selectiedruk
- Resistentie gekend in meer dan 15 ziektes waaronder Botrytis
- Complex resistentiemechanisme
- Resistente isolaten zijn minder fit en overleven minder goed, ze worden zeer gevoelig aan osmotische stress
- Populatie wordt terug gevoelig als het gebruik stopt
- Middel kan dus opnieuw gebruikt worden

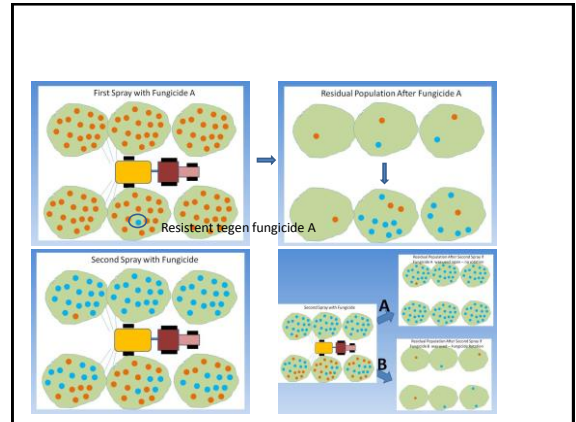
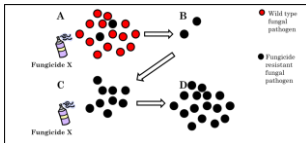
Demethylatie inhibitoren (FRAC groep 3)

- Verstoren de synthese van sterolen in de membranen
- Brede werking tegen schimmels, behalve tegen Oomyceten
- Resistentie ontwikkelt zich geleidelijk ondermeer door overexpressie van Cyp51 en verhoogde uitscheiding
- Resistentie individuen zijn minder fit
- Populatie wordt terug gevoelig als de fungiciden niet meer worden gebruikt
- Resistentie aangetoond voor meer dan 20 ziekten waaronder echte meeldauw, Botrytis



Manier van toepassen

- Wat leidt tot resistentie?
 - Exclusief gebruik
 - Te frequente toepassingen
 - Verhoging van de dosis als het middel niet meer goed werkt
 - Gebruik van fungiciden als er reeds infectie is



Teeltsysteem

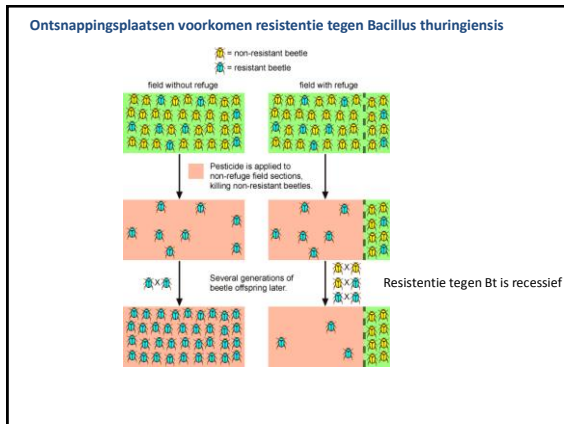
- Buitenteelt
 - Vruchtwisseling
 - Weersveranderingen
 - Grondbewerkingen
 - Wisselende aantasters
- Glastuinbouw
 - Vaak jaren hetzelfde teeltsysteem
 - Probleemaantasters gaan niet meer weg
 - Werkt ontstaan van resistente populaties in de hand

Resistentiemanagement

- Pas zoveel mogelijk preventieve gewasbescherming toe
 - Goede bedrijfshygiëne
 - Gezond uitgangsmateriaal
 - Vruchtwisseling
 - Aangepaste bemesting
 - Goede klimaatkeuze
 - Rassen met resistentie of tolerantie

- Pas zoveel mogelijk niet-chemische gewasbescherming toe
 - Mechanische bestrijding van onkruiden
 - Biologische bestrijding van insectenplagen
 - Actief inzetten van natuurlijke vijanden
 - Bevorderen van natuurlijk aanwezige natuurlijke vijanden

- Houd de selectiedruk bij toepassing van chemische middelen zo klein mogelijk
 - Baseer gebruik op waarnemingen en waarschuwingen
 - Vermijd voortdurende toepassing van middelen uit dezelfde resistentiegroep
 - Wissel af met middelen uit andere groepen of met specifiek werkende middelen of biologische middelen
 - Zorg voor ontsnaptingen van gevoelige individuen
 - Sommige plaatsen niet behandelen ("refuges" of ontsnapingsplaatsen)



Wat als er resistentie opduikt

- Is het wel resistentie?
- Stabiele of instabiele resistentie?
- Stoppen met het gebruik van het probleemmiddel
- Middelen uit andere resistentiegroepen kiezen of specifieke middelen gebruiken en afwisselen

Besluit

- Het is in ieders belang om gewasbeschermingsmiddelen verstandig te gebruiken
- Resistentiemanagement is essentieel om de werkzaamheid van gewasbeschermingsmiddelen te behouden
- IPM is een essentieel onderdeel van resistentiemanagement