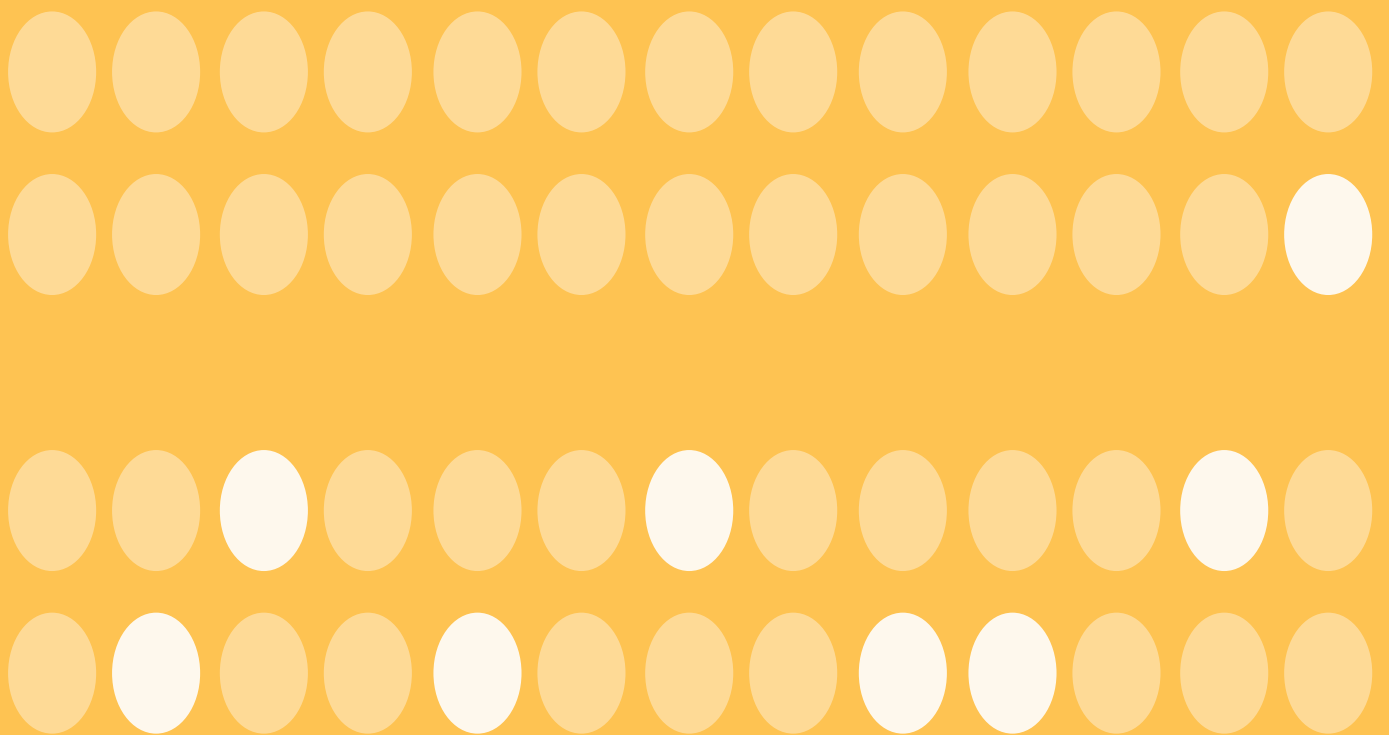


Resistens

Revideret 2. udgave marts 2013



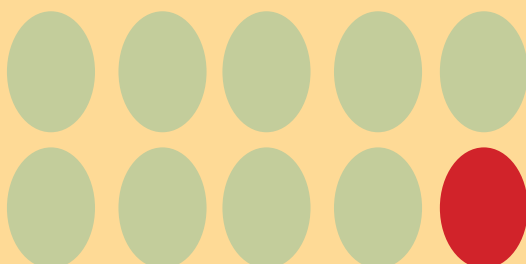
Herbicidresistens
Fungicidresistens
Insekticidresistens

Resistens

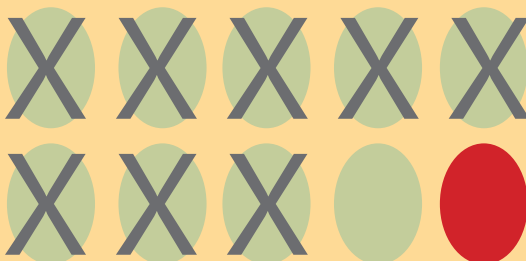
Udvikling af resistens i en population



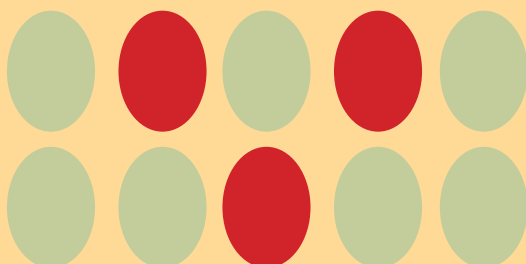
Oprindelig population



Kemisk bekæmpelse med ca. 90% effekt



Næste generation



Hvad er resistens?

Resistens betyder modstandsdygtighed. Med resistens over for bekæmpelsesmidler menes organismers evne til at overleve en behandling, som normalt ville have bekæmpet den pågældende organisme. Resistens er genetisk betinget og ned-arves altså.

Hvordan opstår resistens?

I en naturlig upåvirket population (vildtype) af f.eks. insekter, svampe eller planter, findes en naturlig variation af egenskaber. Der findes både individer med høj følsomhed over for bekæmpelsesmidler, men også et lille antal med en lavere følsomhed.

Resistens opstår, når nogle af disse individer overlever en behandling. Disse individer overfører gener til næste generation. Således øges andelen af individer i populationen med lav følsomhed over for bekæmpelsesmidlet. Hvis disse individer også har en god konkurrence- og overlevelsessevne (fitness) vil deres antal stige. Det gør, at populationen bliver mindre følsom over for bekæmpelse og i værste fald fuldstændig resistent.

Hvor stor risikoen er for, at resistens udvikles, afhænger af bekæmpelsesmidlets virkemåde og hvilke skadevoldere der er tale om.

Risikoen for at resistens dannes er særlig stor, når skadevolderen har flere generationer per år, og når der behandles med produkter med samme virkemåde flere gange i træk.

Virkemekanismer

Virkemekanismer og krydsresistens

Et bekæmpelsesmiddel kan påvirke flere processer hos skadevolderen (multi-site midler) eller virke specifikt på en enkelt biokemisk funktion (single-site midler).

Moderne bekæmpelsesmidler er ofte single-site midler, da disse giver en bedre og mere målrettet bekæmpelse.

Risikoen for udvikling af resistens er imidlertid betydeligt større for denne type af produkter. Det skyldes, at en forandring i et eneste gen kan medføre resistens.

Bekæmpelsesmidler kan deles op i forskellige grupper ud fra deres virkemåde.

Blandt insektmidlerne findes f.eks. pyrethroider, hvor alle midler med denne type af aktivstof har samme virkemåde. Det betyder, at hvis der opstår resistens mod et produkt med indhold af pyrethroid, så er der en risiko for, at der opstår resistens mod andre midler med samme virkemåde.

Dette kaldes krydsresistens.



Insekticidresistens

I Danmark er der udbredt resistens hos glimmerbøsser over for pyrethroider. Resistens hos ferskenbladlus over for pyrethroider, organiske fosformidler og i nogen grad carbamater har også været kendt i flere årtier.

Resistensmekanismer

Resistensmekanismer hos insekter kan inddeles i 2 forskellige typer:

- **Metabolisk resistens.**
Den mest almindelige type af resistens. Resistente insekter danner et enzym som nedbryder bekæmpelsesmidlet, hvilket medfører mere eller mindre kraftig resistens.
- **Virkningssteds-resistens (Target site resistens).**
En genetisk forandring hos insektet gør, at det sted bekæmpelsesmidlet virker i insektet bliver helt eller delvist blokeret, hvilket ofte bidrager til fuldstændig resistens.

Foranstaltninger mod resistensdannelse

Formindsk risikoen for at der dannes resistens ved at:

- Tilpasse bekæmpelsen efter behov, så insekterne kun bliver eksponeret for bekæmpelsesmidlet, når det er nødvendigt for at undgå økonomisk tab.
- Skifte mellem midler med forskellige virkemåder.
- Bruge insekticider med kortvarig effekt.
- Lade et område af marken forblive ubehandlet. Det skaber et tilflugtssted for individer med følsomhed mod midlet, så dette genetiske træk bevares i populationen.
- Bruge alternative metoder til bekæmpelse som f.eks. biologisk bekæmpelse, eller resistente sorter hvis det er muligt.

Insekticiders virkemåde ifølge IRAC (Insecticide Resistance Action Committee)

Produkt	Resistensklasse					
	1A Carbamater	3A Pyrethroider	4A Neonikotinoider	9B Pyridin-azomethin	9C Flonicamid	22A Indoxacarb
Avaunt						indoxacarb
Steward						indoxacarb
Biscaya OD 240			thiacloprid			
Bulldock 025 SC		beta-cyfluthrin				
Cyperb 100 EW		cypermethrin				
Cythrín 500		cypermethrin				
Fastac 50		alpha-cypermethrin				
Karate 2,5 WG		lambda-cyhalothrin				
Mavrik 2F		tau-fluvalinat				
Mospilan SG			acetamiprid			
Nexide CS		gamma-cyhalothrin				
Pirimor G	pirimicarb					
Plenum				pymethrozin		
Teppeki					flonicamid	
Bejdsning						
Chinook FS 200		beta-cyfluthrin	imidacloprid			
Gaucho WS 70			imidacloprid			
Prestige FS 370			imidacloprid			
Montur Forte FS 230		beta-cyfluthrin	imidacloprid			
Force 20 CS		tefluthrin				

Glimmerbøsser



Man har i Danmark fundet resistens hos glimmerbøsser mod pyrethroider siden 2001. I dag forekommer resistens i hele dyrkningsområdet. Pyrethroidmidlet Mavrik har en lidt anden virkemåde end de andre pyrethroider, og fungerer i de fleste tilfælde godt over for glimmerbøsser. Laboratorieundersøgelser har ikke vist metabolisk resistens overfor Mavrik, men i Halland i Sverige er der observeret enkelte tilfælde af target site resistens.

Den generelle pyrethroidresistens er fortrinsvis metabolisk. Denne type af resistens kan medføre nedsat livskraft for de resistente individer sammenlignet med følsomme individer, såsom f.eks. dårligere overvintringsevne. Resistensen kan derfor reduceres, hvis man udfører nødvendig forebyggelse mod resistensudvikling.

Risikoen for, at der udvikles resistens, er større i områder, hvor der dyrkes både vinter- og vårraps, eftersom glimmerbøsserne ofte vil udsættes for bekæmpelse over længere tid og i flere generationer.

Forebyggelse

- Overhold bekæmpelsestærsklerne!
Bekæmp ikke før skadetærsklen er opnået.
- Undgå sene behandlinger. Dels gør glimmerbøsserne mindre skade på det tidspunkt, og dels dræber de sene behandlinger også glimmerbøssernes naturlige fjender.
- Skift mellem midler med forskellig virkemåde, hvis flere behandlinger er nødvendige.

Bekæmpelsestærskel:

Antal glimmerbøsser i gennemsnit per plante
(fra Vejledning i planteværn 2011)

	Tidligt knopstadium	Sent knopstadium
Vinterraps	3,0 biller/plante	5,0 - 6,0 biller/plante
Vårraps	1,0 bille/plante	3,0 biller / plante



Glimmerbøsser, bekæmpelse

Bekæmpelsesstrategi

- **I områder med pyrethroidresistens:**
Der bør ikke anvendes pyrethroider både ved første behandling og ved eventuel opfølgende sprøjtninger. Ved opfølgende behandling vælges et middel med anden virkningsmekanisme.
- **I områder uden kendt pyrethroidresistens:**
Her kan der frit vælges mellem midler med effekt på glimmerbøsser. Hvis yderligere behandling er nødvendig anvendes middel med anden virkningsmekanisme.
- **Findes både vinter- og vårraps i samme område,** bør man ved bekæmpelse af glimmerbøsser i vårrapsen bekæmpe, som om der var resistens i området. Specielt hvis det var nødvendigt at bekæmpe glimmerbøsser i vinterrapsen.

Tilgængelige midler mod glimmerbøsser 2012

3A Pyrethroider	Cyperb 100 EW
	Bulldock 025 SC
	Cyperb 100 EW
	Cythrin 500
	Fastac 50
	Karate 2,5 WG
	Mavrik 2F
	Nexide CS
4A Neonikotinoider	Biscaya OD 240
9B Pyridin-azomethin	Plenum
22A Natrium kanal-blokkere	Avaunt



Herbicidresistens



I Danmark findes ingen systematisk monitorering af herbicidresistens, men Aarhus Universitet har gennem en årrække testet indsendte prøver af ukrudt for resistens.

Resistensudviklingen er gået forholdsvis langsomt, og problemet er stadig begrænset. I de senere år er der dog fundet et stigende antal tilfælde af resistens i de testede prøver, og nye arter har udviklet resistens.

Problemet er størst hos agerrævehale og fuglegræs, men der er også konstateret resistens hos italiensk rajgræs, kornvalmue, lugtløs kamille og senest hos vindaks (se tabel 1). Nedenfor ses en oversigt fra Aarhus Universitet.

Tabel 1. Udvikling i antallet af resistentilfælde i Danmark baseret på antal positive fund i frøprøver fra arealer med utilstrækkelig bekæmpelse.

	Første fund	Antal lokaliteter med resistens, 2012
Fuglegræs	1991	26
Kornvalmue	2003	8
Lugtløs kamille	2010	6
Hanekro	1999	1
Gul okseøje	2010	2
Agerrævehale	2001	43
Italiensk rajgræs	2009	13
Vindaks	2010	2

Hvordan ved man, om man har resistens?

Utilfredsstillende effekt af en bekæmpelse kan have flere årsager, f.eks. dårlige sprøjtebetingelser, stort og/ eller svært bekæmpeligt ukrudt samt et uhenigtsmæssigt valg af bekæmpelsesmiddel til det aktuelle ukrudtsproblem. Tegn på at utilfredsstillende effekt forårsages af resistens er:

- Levende planter ved siden af døde planter af samme art.
- En art som normalt er følsom overfor midlet overlever behandlingen, mens en anden følsom art bekæmpes tilfredsstillende.
- Effekten af et middel forringes gradvist over årene, end hvad der kan forklares af naturlige variationer.

Herbicidresistens opdages normalt ikke i marken for ca. 30% af ukrudtspopulationen er resistent.

Resistensmekanismer

Resistensmekanismerne i planten kan inddeles i forskellige typer:

- **Target site resistens** (specifikt virkningssted). Det sted i planten hvor herbicidet normalt virker ændres, så herbicidet ikke længere kan virke. En eneste genforandring i ukrudtet kan være tilstrækkelig for at medføre denne type af resistens, og resistensen er ofte fuldstændig. Ved denne type af resistens kan andelen af resistente planter i marken forøges meget hurtigt.
- **Metabolisk resistens**. Bekæmpelsesmidlet bliver nedbrudt af ukrudtsplanten, inden det kan nå at virke. Dette kan medføre mere eller mindre kraftig resistens. Ofte er det flere genforandringer som forårsager denne type resistens. Resistensen kan gælde flere forskellige bekæmpelsesmidler med forskellige virkemåder. Det kan tage tid, inden denne type af resistens bliver opdaget, resistensen udvikles som regel over en årrække, hvor man vil opleve en gradvis forringet effekt.

Kilde: Plantekongres – Planteproduktion, plan og miljø 2012 - Status for resistens mod ukrudtsmidler. Af seniorforsker Solveig K. Mathiassen, Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi.

Forebyg herbicidresistens

Det vigtigste, når det gælder at forebygge udviklingen af resistens, er at skifte mellem forskellige tiltag mod ukrudtet.

Tænk på følgende for at mindske risikoen for resistensudvikling!

- **Hold ukrudtsniveauet nede**, bl.a. gennem alternative metoder til bekæmpelse som f.eks. stubbearbejdning og pløjning.
- **Variér sædskiftet**. Ensidigt sædskifte kan opformere visse ukrudtsarter. Dyrkning af andre afgrøder kan gøre det muligt at anvende andre herbicider eller mindske anvendelsen af herbicider.
- **Veksel mellem bekæmpelsesmidler med forskellig virkemåde**. Anvend ikke herbicider med samme virkemåde over en årrække.
- **Vær tilbageholdende med bekæmpelse, hvis fuld**

effekt ikke kan forventes. Hvis fuld effekt ikke kan forventes med det valgte herbicid, skal der enten skiftes middel eller tankblandes med en passende partner.

- **Det kan være nødvendigt at behandle pletter eller dele af marken separat**. Dette medfører færre behandlinger og dermed mindre risiko for resistens.
- **Det antages at target site resistens bliver favoriseret af høje doseringer, mens metabolisk resistens favoriseres af lave doseringer**. **At veksle mellem styrke i dosering** kan derfor være en måde at forsinke fremkomsten af en specifik resistensmekanisme. Sænk dog ikke dosen hvis det medfører, at der ikke opnås fuld effekt.
- **Jo længere persistens (virketid) et herbicid har, desto større er risikoen for, at der udvikles resistens, fordi ukrudtet bliver udsat for selektion over længere tid.**

Valg af midler med forskellig virkemekanisme

Virningsklasse	Virkemekanisme	Eksempler på midler
A	ACCCase-hæmning	Agil, Foxtrot, Fusilade-midler, Primera Super, Topik, (alle fop-midler), Aramo, Focus Ultra, Grasp, Select (alle dim-midler)
B	ALS-hæmning	Accurate, Ally, Atlantis, Eagle, Express, Harmony, Hussar, Lexus, MaisTer, Monitor, Nuance, Safari, Titus (alle SU), Broadway, Primus (triazolpyrimidin)
C1	PSII-hæmning(a)	Betanal, Goltix
C3	PSII-hæmning(c)	Fighter 480, Briotril, Oxitril (også gruppe M)
D	PSI-hæmning	Reglone
E	PPO-hæmning	Fox (udfaset)
F1	PDS-hæmning	DFF, Pico
F2	HPPD-hæmning	Callisto
F3	Carotenoid-hæmning	Fenix
F4	DOXP-synthase hæmning	Command CS
G	EPSPS-hæmning	Glyphosat-midler (Roundup m.fl.)
I	DHPS-hæmning	Asulox (anvendes på dispensation)
K1	Mitose-hæmning(a)	Stomp/Activus, Kerb
M	Afkoblere	Briotril, Oxitril (også gruppe C3)
N	Lipid-syntese(-ACC)	Boxer, Ethosan/Nortron
O	Auxin-virkning	MCPA-midler, Starane/Tomahawk/Lodin, Matrigon, Loncid, Banvel, Ariane FG, Galera
B + O	Flere	Catch, Starane XL, Mustang forte, Zoom/Synergy
B + F1	Flere	Absolute 5, Othello
C3 + M	Flere	Briotril, Oxitril
C3 + O	Flere	Basagran M75
C3 + M + O	Flere	Ariane Super
F1 + K1	Flere	Flight Xtra

Kilde: Videncentret for Landbrug, Integreret plantebeskyttelse – IPM - ”Forebyg resistens mod ukrudtsmidler” 3/10-2011.

Agerrævehale

Agerrævehale optræder primært i vintersæd og forekommer fortrinsvis i den sydlige del af landet. Resistent agerrævehale blev først konstateret i 2001, og siden er den blevet almindelig på svær lerjord med meget vintersæd.

Agerrævehale har udviklet target site resistens over for midler som virker ved ACCase-hæmning, dvs. produkter som Agil 100 EC, Aramo, Focus Ultra, Fusilade Max, Grasp 40 SC, Primera Super, Select 240 EC og Topik (f.eks. ID 755 i nedenstående figur). I de senere år er der også fundet metabolsk resistens hos agerrævehale, hvor både effekten af ACCase hæmmere og SU-midler er nedsat (f.eks. ID 756 i nedenstående figur).

Forebyggende foranstaltninger

Ved bekæmpelse af agerrævehale er det vigtigt at kombinere kemisk bekæmpelse med forebyggende foranstaltninger og mekanisk bekæmpelse.



- **Variet sædskifte.** Varier mellem vinter- og vårsæde afgrøder, mellem korn, raps og andre afgrøder.
- **Vælg konkurrencekræftige sorter.** Etablering med højere udsædsmængde øger også afgrødens konkurrenceevne.
- **Senere såning af vintersæd/falsk såbed.** Gør såbedet klar, vent med såningen og sprøjt evt. agerrævehale med glyphosat inden såning.
- **Hindring af spredning af agerrævehale til andre marker.** Gør maskinerne rene før de forlader marken.
- **Bekæmp mekanisk** når det er muligt. F.eks. vil en pløjning kunne hindre frøene i at gro.
- **Skift mellem midler med forskellige virkemåder.** I raps kan man anvende midler med andre virkemåder sammenlignet med anvendelser i korn.
- **Bekæmp ukrudt** når planterne er små.
- **Anvend jord- og bladvirkende midler om efteråret og kompletter med en behandling i foråret** – anvend kun den samme virkningsmekanisme én gang pr. afgrøde.
- **Behandling skal altid ske i hele marken.** Sørg for at komme godt ud i kanterne.

To forsøg med integreret bekæmpelse af agerrævehale i vinterhvede viser, at såtidspunktet har meget stor betydning for fremspiringen af denne art. Ved at udsætte såtidspunktet fra midt i september til sidst i september, har fremspiringen været reduceret med gennemsnitligt ca. 75%.

Kilde: Præsenteret på Plantekongres 2012 af landskonsulent Jens Erik Jensen og landskonsulent Poul Henning Petersen, Videncentret for Landbrug, Planteproduktion (K1 Bekæmpelsesstrategier mod ukrudt).

Resistensmønster hos agerrævehale

13 indsendte frøprøver af agerrævehale sammenlignet med en følsom reference (ID85). Rød= resistent, grøn= følsom.

	ID 85	ID 755	ID 756	ID 757	ID 758	ID 760	ID 761	ID 769	ID 770	ID 771	ID 772	ID 773	ID 786	ID 790
Primera Super	Grøn	Rød	Rød	Rød	Rød	Rød	Rød	Grøn	Rød	Rød	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn
Topik	Grøn	Grøn	Rød	Rød	Rød	Rød	Grøn	Grøn	Rød	Rød	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn
Lexus	Grøn	Grøn	Rød	Rød	Grøn	Rød	Grøn	Grøn	Rød	Rød	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn
Atlantis OD	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn

Kilde: Præsenteret på Plantekongres 2012 af seniorforsker Solvejg K. Mathiassen, Aarhus Universitet.

Vindaks

14 prøver er blevet testet hos Aarhus Universitet for følsomhed hos vindaks over for Primera Super og Hussar OD. Prøverne er indsamlet i landsforsøg i 2008 (6 prøver), 2009 (4 prøver) samt 2010 (4 prøver). Der er ikke fundet resistens i disse populationer. I en screening udført for Syngenta testedes 15 prøver af vindaks indsamlet fra danske marker og forsøgsarealer med problemer med bekæmpelse af vindaks. En prøve viste resistens hos vindaks over for SU-midlerne Hussar OD og Monitor.

Kilde:

Landskonsulent Jens Erik Jensen, Planteproduktion, seniorforsker Solvejg K. Mathiassen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.



Effekt på vindaks

Kilde: Vist på Plantekongres 2012 af seniorforsker Solvejg K. Mathiassen.



Følsom standard



Ubeh. 1/3N 1N 3N

Resistent population



Ubeh. 1/3N 1N 3N

Bredbladet ukrudt

I Danmark blev det første tilfælde af resistens hos fuglegræs over for SU-midler fundet i 1991.

Resistensen har siden bredt sig, og er nu den mest sandsynlige årsag til svigtende effekt på arealer, hvor man gennem en årrække har anvendt SU-midler.

Der er også fundet SU-resistens hos kornvalmue og lugtløs kamille samt enkelte tilfælde hos gul okseøje og hanekro (se tabel 1 på side 7).

Dette viser tydeligt, hvor vigtigt det er, at variere sine bekæmpelsesmetoder mod ukrudtet for at undgå resistensdannelse.

- Kombiner forebyggende foranstaltninger med både mekanisk og kemisk bekæmpelse.
- Skift mellem herbicider med forskellig virkemåde.



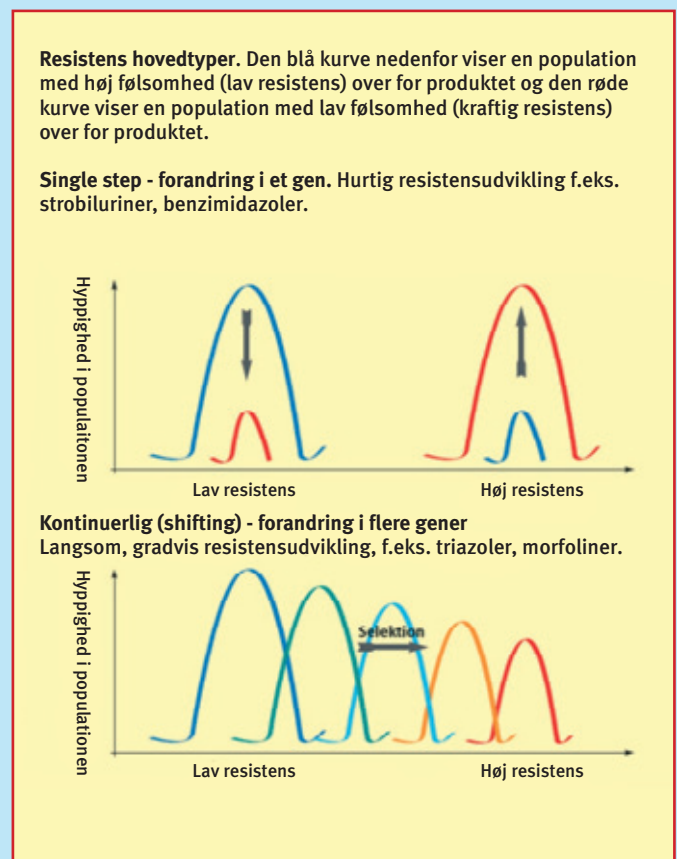
Fungicidresistens

Fungicidresistens er ikke noget nyt. Der findes mange kendte tilfælde, hvor svampe har udviklet resistens mod forskellige fungicider. Et eksempel er resistens mod kviksølv i bejdsemidler hos bygbladplet og sribesygge (*Drechslera teres* og *D. Graminea*).

Første tilfælde blev observeret i Skotland i 1960'erne. Andre eksempler er benzimidazol-resistens (*Derosal* m.v.) hos knækkefodsyge og sneskimmel samt metalaxylresistens (*Ridomil*) hos kartoffelskimmel i 1980'erne.

For gruppen strobiluriner konstateredes første tilfælde af resistens hos hvedemeldug i 1999, kun to år efter introduktionen af denne gruppe aktivstoffer.

Den gode effekt strobilurinerne havde over for hvedegråplet (*Septoria tritici*) varede nogle år, men allerede i 2003 blev der konstateret resistens hos hvedegråplet (*Septoria tritici*) i Danmark og Sverige. I grafen til højre illustreres hovedtyperne af resistens:



Resistensrisiko for forskellige fungicidgrupper ifølge FRAC (Fungicide Resistance Action Committee)

Risiko	Fungicid-gruppe	Produkt
Lav	dithiocarbamater og lignende (multi site)	Acrobat WG*, Curzate M68 WG*, Dithane NT, Manfil 75 WG, Ridomil Gold MZ Pepite*
	2,6-dinitro Aniliner	Shirlan
	Quinoner (anthraquinoner)	Delan WG
	phosphonater	Aliette WG 80, Previcur Energy*
Middel	DMI-fungicider (imidazololer, triazololer og triazolinthioner)	Folicur EC 250, Rubric, Proline, Orius 200 EW, Bumper 25 EC, Tilt 250 EC, Opus, Zenit 575 EC*, Stereo 312,5 EC*, Prosaro 250 EC*, Opera*, Ceando*, Maredo 125 SC, Juventus 90, Ortiva Top*, Osiris*
	Cyanoacetamid-oximer	Curzate M68 WG* Proxanil*
	Anilinopyrimidiner	Stereo 312,5 EC*, Acanto Prima*, Frupica SC, Scala
	Morfoliner	
	Piperidiner	Tern, Zenit 575 EC*
	Pyridin-carboxamider	Signum WG*, Bell*, Cantus
	Benzophenoner	Flexity, Ceando*
	CAA-fungicider	Revus, Acrobat WG*
	Carbamater	Previcur Energy* Proplant, Previcur N, Proxanil*
	Høj	MBC-fungicider
Strobiluriner		Comet, Opera*, Amistar, Acanto Prima*, Aproach, Signum WG*, Candit, Ortiva Top*
PhenylAmider		Ridomil Gold MZ Pepite*

* Midler med indhold af flere aktivstoffer

Forebyggelse af fungicidresistens



- Dyrk først og fremmest sorter med god sygdomsresistens, specielt når det gælder hvedegråplet (*Septoria tritici*).
- Nedbring smittetrykket fra forskellige svampesygdomme ved at tilpasse dyrkningsmetoderne så mængden af smitstof minimeres. Dette kan kræve justering i sædskiftet, jordbehandlingen, såtidspunktet, afgrødetæthed eller bekæmpelse af spildplanter eller reduktion i tilførte kvælstofmængder.
- Behovtilpas alle behandlinger. Brug skadetærskler, risikomodeller og varslings-systemer. Tilpas desuden bekæmpelsen efter vejrforhold og angrebsniveau.
- Undgå bekæmpelse på stærkt etablerede angreb, forebyg i stedet angreb.
- Anvend fungicider med god effekt. Doseringen skal tilpasses angrebsniveau og behandlingstidspunkt, samt være økonomisk forsvarlig.
- Begræns antallet af behandlinger med fungicider fra samme gruppe.
- Anvend blandinger eller skift mellem fungicider hvor aktivstofferne har forskellig virkemåde. Det mindsker risikoen for resistensudvikling.

Hvedegråplet (*Septoria tritici*) – effekten hviler først og fremmest på triazolerne

Effekten er aftaget, specielt for flere af de ældre triazoler og situationen er den samme i mange lande i det nordlige Europa.

Nedsat følsomhed overfor triazoler

Denne nedgang er set for bl.a. meldug, bygbladplet og hvedegråplet. Specifikt er effekten på hvedegråplet aftaget for flere af de ældre triazoler. Disse ændringer er afstedkommet af flere mutationer, som har ændret følsomheden gradvis. Tilsvarende er set i andre europæiske lande. Der er ikke entydig krydsresistens mellem triazoler, så derfor påvirkes de i forskellig grad.

Resistens mod strobiluriner

Det er velkendt, at flere svampesygdomme har udviklet resistens over for strobiluriner. Forekomsten af resistens er udbredt, hvilket illustreres i tabellen.

Strobiluriner er kendt for at kunne udvikle populationer, som indeholder forskellige mutationer. G143 er den mest kritiske mutation, da den bevirker en meget nedsat effekt fra midlerne. F129 og G137 er to andre mutationer som kun i nogen grad svækker midlerne effektivitet.



Sammenfatning af forekomst af strobilurinresistens

Svampesygdom	Forekomst
Hvedegråplet (<i>Septoria tritici</i>)	Alment forekommende resistens (G143A) i Danmark og de store hvededyrkede områder i Europa - stærkt reduceret effekt
Hvedebladplet (<i>Drechslera tritici-prepentis</i> - DTR)	Alment forekommende
Bygbladplet (<i>Drechslera teres</i>)	Forekomst af den mindre alvorlige G129L mutation er bekræftet i Danmark. Påvirker i varierende grad strobilurinernes effekt.
Meldug (<i>Blumeria graminis</i>)	Hvedemeldug - Alment forekommende resistens (G143A). Stærkt reduceret effekt. Bygmeldug - Varierende grad af resistens (G143A) findes i Danmark. Strobiluriner anbefales kun i blanding med andre midler.
Skoldplet (<i>Rhynchosporium secalis</i>)	Et tilfælde af resistens blev fundet i Frankrig i 2008, ingen yderligere tilfælde indtil 2012. Strobiluriner er stadig virksomme over for skoldplet.
Hvedebrunplet (<i>Stagonospora nodorum</i>)	Denne sygdom er blevet mindre almindelig i hvede, men kan stadig give problemer i triticales. Strobilurinresistens er fundet i marker i Sverige 2003-2005.
Sneskimmel (<i>Microdochium nivale/majus</i>)	Screening fra strobilurinresistens siden 2007 har vist udbredt resistens (G143) i både Sverige og Danmark. Resistensen dækker både hvede og byg.
Ramularia-bladplet (<i>Ramularia collo-cygni</i>)	Der er konstateret udbredt resistens (G143) i Danmark. Stærkt reduceret effekt.
Rustsygdomme	Ingen tilfælde af resistens, lille risiko for resistensudvikling.

Kilde: "General recommendations for 2011-2012 by Norbarag" samt "Allmänna rekommendationer för stråsåd 2010", udgivet af Jordbruksverket i Sverige.

Fungicidresistens i kartofler

Kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*)

Metalaxyl blev introduceret i slutningen af 1970'erne som Ridomil 25 WP og havde en bedre langtidseffekt end de tidligere kontaktvirkende midler. Allerede nogle år efter introduktionen konstateredes forekomst af resistente isolater af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). For at modvirke udviklingen af metalaxylresistent kartoffelskimmel, blev en ny formulering med metalaxyl i kombination med mancozeb markedsført; Ridomil MZ (i dag Ridomil Gold MZ Pepite). I dag findes metalaxyl også i kombination med fluazinam.

Metalaxyl påvirker *Phytophthora infestans* på en meget specifik måde. Således påvirkes kun et fåtal gener hos svampen og dermed er der en øget risiko for udvikling af resistens. Erfaringer viser, at andelen af resistens øges i populationen i løbet af sæsonen, men også, at resistensen er mindre i den efterfølgende sæson. For at mindske risikoen for resistensudvikling anbefales det kun at sprøjte én gang pr. vækstsæson ligesom det anbefales kun at sprøjte forebyggende for at mindske selektionen hen imod resistente stammer.



Kartoffelbladplet (*Alternaria solani*)

Kartoffelbladplet (*Alternaria sp.*) har i de seneste ti år været et stigende problem. Kartoffelavlere har observeret, at kartoflerne kan blive angrebet af kartoffelbladplet på trods af fungicidbehandling. En forklaring til dette kan være en mindsket følsomhed over for strobilurinprodukter samt ændring af produktvalg i skimmelbekæmpelsen.

I Nordamerika er genforandringen F129L blevet påvist hos *A. solani* og den mere alvorlige G143A hos *A. alternata*, hvilket har medført resistens mod strobiluriner.

Husk - Du kan selv gøre meget

Brug resistente sorter.

Skift mellem midler.

Bland midler fra forskellige grupper.

4.

Moniter
effekten

3.

Anvend
produktet optimalt

- Effektiv dosering
- Rigtig timing
- Gode betingelser

2.

Bedøm bekæmpelsesbehov

- Følg skadetærsklerne
- Vælg effektivt produkt
- Veksel mellem midler

1.

Forebyg! Tænk på betydningen af:

- Sædskifte
- Afgrødevalg
- Sortsvalg
- Såtidspunkt