

Til Miljøstyrelsen

**Følgebreve**

Dato 15. september 2020

Journal 2020-0098149

**Vedr. levering af "Opdatering af "Notat om status for og udvikling i ukrudt, svampe og skadedyrs resistens over for pesticider"**

Miljøstyrelsen har i en bestilling sendt den 26. maj 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – udarbejde et opdateret "Notat om status for og udvikling i ukrudt, svampe og skadedyrs resistens over for pesticider".

Det tidligere notat er udarbejdet af seniorforsker Solvejg K. Mathiassen, seniorforsker Lise N. Jørgensen og lektor Michael Kristensen, alle fra Institut for Agroøkologi og senest opdateret i januar 2016.

Besvarelsen er udarbejdet af Seniorforsker Solvejg K. Mathiassen, Seniorforsker Lise N. Jørgensen og Lektor Michael Kristensen fra Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. Professor Per Kudsk fra samme institut, har været fagfællebedømmer og notatet er revideret i lyset af hans kommentarer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet" under ID 1.25 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Stine Cecilie Mangaard Sarraf  
Specialkonsulent, DCA-centerenheden



# Opdatering af ”Notat om status for og udvikling i ukrudt, svampe og skadedyrs resistens over for pesticider”

---

Af Seniorforsker Solvejg K. Mathiasen, Seniorforsker Lise N. Jørgensen og Lektor Michael Kristensen  
Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Fagfællebedømt af Professor Per Kudsk, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

## Baggrund

De stigende problemer med pesticidresistens på verdensplan vækker bekymring blandt forskere og rådgivere inden for planteproduktion. Årsagen er, at der samtidig med det stigende antal tilfælde af pesticidresistens sker en løbende reduktion i antallet af registrerede pesticider som følge af en mere restriktiv godkendelsesprocedure. I modsætning til tidligere er det i dag ofte ikke muligt at løse et resistensproblem ved blot at skifte til et andet pesticid. Denne tendens er forstærket med den nye EU-forordning om markedsføring af pesticider, som trådte i kraft i juni 2011. Danmarks strengere godkendelseskrav på udvaskningsområdet er med til yderligere at mindske antallet af midler sammenlignet med vores nabolande.

Miljøstyrelsen har i en bestilling modtaget af DCA den 26. maj 2020, bedt om en opdatering af et tidligere notat leveret i januar 2016. Nærværende notat er udfærdiget på baggrund af dette.

## Besvarelse

### Status for resistens

#### Ukrudt

Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet (AU-Flakkebjerg) har gennem en årrække fulgt resistensudviklingen hos ukrudt via et tilbud til landmænd og konsulenter om resistenstest af frøprøver indsamlet i marker, hvor der på baggrund af utilstrækkelig effekt af en herbicidbehandling er mistanke om resistens. I de første år var der tale om et gratis tilbud, men siden 2016 er der opkrævet et gebyr for disse tests (bilag 1). Status for antallet af positive fund i de indsendte prøver er vist i tabel 1. Af tabellen fremgår det, hvornår det første tilfælde af resistens blev fundet i Danmark, og hvilken type resistens der er tale om.

Tabel 1. Oversigt over herbicidresistens i Danmark i frøprøver indsamlet i marker med mistanke om resistens, August 2020.

Ukrudtsart	Resistenstype*	Første tilfælde	Totalt antal af tilfælde pr. august 2020
Fuglegræs	ALS TSR	1991	36
Hanekro	ALS TSR	1999	1
Agerrævehale	ACCcase TSR, NTSR	2001	104
Kornvalmue	ALS TSR	2003	12
Ital. rajgræs	NTSR (ALS TSR)	2010	53
Alm. Rajgræs	NTSR	2014	3
Kamille	ALS TSR	2010	20
Gul okseøjle	ALS TSR	2010	2
Vindaks	NTSR	2010	8
Hyrdetaske	ALS TSR	2011	1
Enårig rapgræs	ALS TSR?	2015	3

\*ALS=acetolactat-syntase, ACCcase= acetyl-CoA-carboxylase, TSR= target site resistens, NTSR= non-target site resistens

Hos de tokimbladede ukrudtsarter er der udelukkende fundet resistens over for ALS-hæmmere (HRAC\* B), som er den herbicidgruppe, som sulfonylureamidlerne hører til. Årsagen til resistens er en mutation, som ændrer det sted i planten, hvor herbicidet virker, også kaldet target site resistens (TSR). Udviklingen af resistens inden for ukrudtsgræsserne er gået stærkere end for de tokimbladede arter. I begyndelsen fandt vi primært TSR resistens overfor ACCcase-hæmmere (f.eks. fenoxaprop-P og clodinafop, HRAC A). Sidenhen synes udviklingen af non-target site resistens (NTSR) at være blevet mere udbredt hos græsukrudtsarterne og vurderes i dag at være den mest fremherskende resistensmekanisme i de resistente danske populationer (Keshtkar et al., 2015). Resistensen skyldes en øget metabolisme, som medfører en hurtigere nedbrydning af herbicider. Det betyder, at det ikke kun er én type af herbicider, hvis effekt er påvirket, men at effekten af flere herbicider med forskellige virkningsmekanismer reduceres. Da det ikke er muligt at forudsige hvilke virkemekanismer, der er påvirket, er det i disse tilfælde vanskeligt at udarbejde bekæmpelsesstrategier.

Udvikling i antal af resistentstilfælde hos fuglegræs og agerrævehale, som var de første arter, der blev fundet resistens hos, er ikke voldsom. Der er fundet 36 tilfælde af resistens hos fuglegræs i løbet af 29 år og 104 fund hos agerrævehale over 19 år. Dette svarer til, at henholdsvis ca. 75 % og 65 % af de indsendte prøver har vist sig at være resistente. AU-Flakkebjerg har ikke modtaget prøver af fuglegræs og valmuer og kun få prøver af kamille til test i de senere år. Langt hovedparten af de indkomne prøver har været rajgræs. Problemer med bekæmpelse af hanespore har medført, at vi har testet enkelte prøver uden at finde resistens hos denne art. Ligeledes er en enkelt flyvehavrepopulation testet uden fund af resistens. I efteråret 2015 blev der fundet resistens over for Broadway (pyroxulam + florasulam + cloquintocet-mexyl) og Hussar OD (iodosulfuron) i en indsendt prøve af enårig rapgræs. Efterfølgende undersøgelser har vist, at resistensen skyldes en mutation som medfører resistens over for ALS-hæmmere (HRAC B). Det er første tilfælde af denne type resistens hos enårig rapgræs i Europa, mens der er rapporteret om flere tilfælde på golfbaner og græsplæner i USA (Heap, 2020). Der er nu fundet yderligere to tilfælde af resistent enårig rapgræs. De tre tilfælde af resistent enårig rapgræs er indsamlet i marker med vidt forskellige sædskifter – et kornrigt sædskifte, et sædskifte med frøgræs og et med monokultur af majs. Fælles for de tre lokaliteter er en udbredt anvendelse af ALS-hæmmere – i de pågældende marker var der anvendt sulfonylureamidler i 7 ud af 8 år (Mathiassen, 2020). Disse eksempler understreger, at risikoen for resistens ikke er isoleret til enkelte sædskifter. Enårig rapgræs er den hyppigste ukrudtsart i Danmark og en af de få

arter, som har flere generationer på et år. Pollen spredes med vinden (fremmedbestøvning), og hver plante producerer mange frø. Disse egenskaber gør enårig rapgræs til en potentiel 'superspredere'.

I 2013-15 blev forekomsten af herbicidresistens undersøgt i en landsdækkende monitoring. Undersøgelsen omfattede 334 prøver af frø fra 8 ukrudtsarter og havde til formål at skabe en baseline for forekomst af resistens, som fremover kan bruges som et referencegrundlag. Frøprøverne blev indsamlet i ubehandlede forsøgsled i ukrudtsforsøg udført af de lokale planteavlforeninger samt GEP (god eksperimentel praksis) anerkendte forsøgsheder. Resultaterne viste, at 8 % af de indsamlede prøver var resistente over for et eller flere herbicider. Resistens var hyppigst forekommende hos agerrævehale, hvor 30 % af de indsamlede prøver var resistente over for fop/dim- (HRAC A) og sulfonyleamidler (HRAC B). Hos fuglegræs og rajgræs var ca. 15 % af prøverne resistente over for sulfonyleamidler. Resistens var mindre udbredt i kornvalmue (5 % af prøverne) og lugtløs kamille (1 % af prøverne) (Mathiassen & Kudsk, 2016).

I forbindelse med C-IPM projektet RELIUM blev der i 2017 indsamlet 126 prøver af rajgræs (94 prøver af italiensk rajgræs, 26 prøver af almindelig rajgræs), som var mistænkt for at være resistente. Resultater af resistenstest viste, at 66 % af prøverne af italiensk rajgræs var helt eller delvist resistente over for Atlantis OD (HRAC B), mens 42 % af prøverne var resistente over for Topik (clodinafop, HRAC A). I 35 % af prøverne var der resistens over for begge herbicider (multiple resistens), mens kun 28 % af prøverne var følsomme over for begge herbicider (Mathiassen, 2017; 2018). For almindelig rajgræs blev der fundet resistens over for Atlantis OD (mesosulfuron + iodosulfuron + mefenpyr) i 26 % af prøverne og over for Topik i 19 % af prøverne, mens ca. 70 % af prøverne var følsomme over for begge herbicider. I supplerende undersøgelser af et mindre antal af de resistente populationer fandt vi i nogle af planterne en af de punktmutationer, som medfører resistens over for ALS hæmmere (HRAC B), men ingen af de mutationer, som medfører resistens over for ACCase hæmmere (HRAC A), blev fundet. Resultaterne indikerer, at den fremherskende resistensmekanisme i de danske rajgræspopulationer er øget metabolisme (Scarabel et al., under udarbejdelse) i lighed med, hvad der tidligere er fundet for agerrævehale (Keshkhar et al., 2015) og vindaks (Babineau et al., 2017).

\*Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) klassificering af virkemåde <https://www.hracglobal.com/>

## Svampe

Der er ikke foretaget en systematisk overvågning af fungicidresistens i Danmark. Specifikke tilfælde, hvor der har vist sig problemer, har været fulgt i et samarbejde mellem AU-Flakkebjerg, konsulenttjenesten og de agrokemiske firmaer. Resultater heraf er opsummeret i tabel 2.

I slutningen af 1970'erne og begyndelsen af 1980'erne blev de første specifikke fungicider markedsført. De var mere effektive end tidligere fungicider, men samtidig var de mere følsomme over for udvikling af resistens. I Danmark blev de første tilfælde af fungicidresistens fundet i 1980'erne hos meldug i korn overfor azoler (FRAC\* 3) og hos knækkefodsyge overfor MBC-midler (FRAC B1). Den historiske udvikling af resistens er bl.a. beskrevet i Jørgensen et al. (2018).

I slutningen af 1990'erne blev en ny gruppe af fungicider, strobilurinerne (FRAC 11), markedsført. Disse midler er meget specifikke og har høj risiko for udvikling af resistens. Strobilurinresistens er nu udbredt hos kornmeldug, hvedegråplet (septoria), hvedebrunplet, hvedebladplet, sneskimmel, m.fl. I

dag anvendes strobiluriner mere begrænset, men da visse svampe erfaringsmæssigt ikke kan udvikle resistens på grund af en specifik mekanisme (intron), er strobilurinerne stadig effektive overfor f.eks. rustsygdomme, bygbladplet og skoldplet i korn.

Azoler har været på markedet i mere end 30 år og er vores mest anvendte fungicidgruppe. Gruppen har moderat risiko for udvikling af resistens. Siden starten af 00'erne er der set svigtende markeffekter på septoria af tebuconazol og propiconazol, og de sidste 5-8 år er der ligeledes set ca. en halvering af effekterne af både epoxiconazol og prothioconazol (Heick et al., 2020). Denne udvikling er bekymrende og i tråd med, hvad man har set i andre lande - især i Storbritannien og Irland (Kildea et al., 2020). Udviklingen i  $EC_{50}$ -værdierne for epoxiconazol og prothioconazol følges i årlige surveys, da disse to midler i en længere årrække har været vigtige i bekæmpelsen af septoria i Danmark (Heick et al., 2020). Azoler bruges også til bejdsning imod udsædbårne sygdomme i korn. Her bruges i dag hovedsageligt prothioconazol og tebuconazol, mens man tidligere har brugt imazalil, der i dag er trukket ud af markedet. Der er rapporteret problemer med resistens over for disse midler hos bygbladplet i bl.a. Sverige og Finland. I Danmark mangler der en tilbundsgående undersøgelse af, om *Pyrenopora teres*, som forårsager bygbladplet, har udviklet resistens over for azoler. Fra enkelte firmamoniteringer er der dog kendskab til, at azol-resistens hos *P. teres* forekommer i vidt omfang.

Fungicider med indhold af SDHI'er (FRAC 7) er også ret udbredte til både landbrug- og gartneri-afgrøder. To aktivstoffer fra denne gruppe er godkendte og indgår i forskellige kombinationer med azoler og strobiluriner. Der er fundet en lang række eksempler på udvikling af resistens over for SDHI'er. Dette gælder både inden for kornsygdomme, bladplet (*Alternaria solani*) i kartofler og gråskimmel i flere specialafgrøder. Der er fundet mange forskellige mutationer i de forskellige svampepopulationer, som i varierende grad har indflydelse på markeffekterne (Heick et al., 2019, Jørgensen et al., 2018). Fra udlandet, hvor der er flere SDHI'er på markedet, har man set stigende problemer med SDHI-resistens, som også har givet anledning til reducerede markeffekter (Rehfus et al., 2016).

Hvor der er konstateret resistens i udlandet, eller der er set utilstrækkelig bekæmpelse i markforsøg i Danmark, tilbyder AU-Flakkebjerg i samarbejde med de kemiske firmaer at teste indsamlede bladprøver med sygdomme for resistens. Vi anvender både bioassays og PCR-metoder til monitoringen. AU-Flakkebjerg har i gennem en længere årrække haft et samarbejde med det svenske landbrugsuniversitet (SLU) omkring monitorering af følsomheden hos udvalgte sygdomme. AU-Flakkebjerg har ligeledes indgået i flere europæiske projekter bl.a. EURO-WHEAT og EURO-RES, hvor man på tværs af flere lande har testet markeeffekten af fungicider og udviklet DNA-baserede metoder til bestemmelse af de vigtigste mutationer hos *Zymoseptoria tritici* (Hellin et al., 2020; Jørgensen et al., 2020a).

Uden for kornområdet er der i de senere år lavet flere undersøgelser af resistens hos meldug i roer (Heick et al., 2019) hvor der er konstateret stigende forekomst af strobilurinresistens (FRAC 11). Strobilurinresistens er også kendt for at forekomme i et vist omfang fra firmamonitering hos cercospora-bladplet. Også hos bladplet i kartofler har man set faldende markeffekter med strobiluriner (fra 80 % til 36 %), når der er stor forekomst af F129L mutationen (Nielsen and Abuley, 2018) og hos gråskimmelsvampen (*Botrytis cinerea*) i jordbær har man set stigende problemer med bekæmpelse med flere typer af fungicider (tabel 2) (Nielsen et al. 2020).

Tabel 2. Oversigt over fungicidresistens i Danmark

Sygdomme	Resistens overfor	Første	Udbredelse
<b>Knækkefodsyge</b>	MBC	1982	Hele landet. MBC-midler må ikke længere bruges
<b>Septoria tritici</b>	MBC Strobilurin Azoler SDHI	1985 2002 2003 2017	Hele landet. MBC-midler må ikke længere bruges Udbredt i hele landet Udbredt til visse azoler Fund af de først få mutationer
<b>Hvedebladplet</b>	Strobiluriner	2005	Få lokaliteter undersøgt
<b>Hvedebrunplet</b>	Strobiluriner	2011	Få lokaliteter undersøgt
<b>Hvedemeldug</b>	Azoler Stro- bilurin Met- rafenon	1985 1998 2011	Udbredt til visse azo- ler Udbredt i hele landet Moderat til høj resistens
<b>Bygmeldug</b>	Azoler Stro- bilurin Met- rafenon	2010 2002 -	Udbredt til visse azoler Udbredt i meste af lan- det Ikke kendt
<b>Ramularia bladplet i byg</b>	Strobilurin SDHI Triazoler	2010 2018 2018	Udbredt i hele landet Nogen udbredelse Nogen udbredelse
<b>Bygbladplet</b>	Strobiluriner SDHI	2010 2013	Moderat resistens Få tilfælde konstateret p.t.
<b>Gråskimmel</b>	SDHI Strobiluriner Anilinpyrimidins Fenhexamid	2011 2018 2018 2018	Udbredt forekomst Udbredt forekomst Udbredt forekomst Udbredt forekomst
<b>Kartoffelskimmel</b>	Phenylamider	1983	Ret udbredt, phenylamider må ikke længere bru-
<b>Bladplet i kartofler</b>	SDHI	2017	Ret udbredt resistens, nogen påvirkning af markef-
<b>Meldug i bederoer</b>	Strobiluriner	2017	Ret udbredt resistens
<b>Cercospora i roer</b>	Strobiluriner	2018	Få prøver er testet. Stor udbredelse i udlandet med store konsekvenser for dyrkning.

\*Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) klassificering af virkemåde <https://www.frac.info/>

## Skadedyr

Insekticidresistens er et mindre problem end herbicid- og fungicidresistens i Danmark. Det kan i vid udstrækning tilskrives, at skadedyr generelt er et mindre problem end ukrudt og sygdomme, og at insekticidforbruget derfor er mindre intensivt end forbruget af herbicider og fungicider. Der er i mange tilfælde kun ét eller få aktivstoffer godkendt mod forskellige arter af skadedyr.

Insekticidresistens hos skadedyr i frilandsafgrøder kendes i Danmark fra 1980'erne, hvor der blev fundet resistens overfor pyrethroider, organofosfater og carbamater hos ferskenbladlus i sukkerroer. Ferskenbladlusens betydning som skadedyr i produktionen af sukkerroer har været ubetydelig, siden man i 1990erne begyndte at bejdse roer med neonicotinoider. Det vurderes, at ferskenbladlusen igen vil blive et betydeligt skadedyr, når der ikke længere bejdes med neonicotinoider. Der er mulighed for at anvende aktivstofferne lambda-cyhalothrin (IRAC\* 3A), pyrethrin I og II (IRAC 3A), tau-fluvalinate (IRAC 3A), acetamiprid (IRAC 4A), pirimicarb (IRAC 1A), flonicamid (IRAC 29) og spirotetramat (IRAC 23A) mod forskellige bladlusarter i en række forskellige afgrøder.

Der er udbredt resistens hos ferskenbladlus overfor mange forskellige insekticider i Europa, men vi kender ikke status i Danmark. Den seneste undersøgelse fra det nordlige Europa omfatter nogle få populationer fra Danmark, Holland og Belgien indsamlet i 2016. Der er udbredt pyrethroidresistens i Europa, og det vurderes, at det er en dårlig strategi at anvende pyrethroider (IRAC 3A) til bekæmpelse af ferskenbladlus i Danmark, hvorimod pirimicarb og imidacloprid formodes at have en god effekt (Kristensen og Skovgård, 2019). For pirimicarb (IRAC 1A) vurderes det, at der kan opstå et resistensproblem i Danmark, idet der i Europa kendes en mutation i insekticidets bindingspunkt, som forårsager høj resistens (Kristensen og Skovgård, 2019). Risikoen for resistens er reduceret ved en begrænsning til én anvendelse årligt i mange afgrøder.

I landbrugsafgrøder blev den første resistente glimmerbøssepopulation fundet i 1999. Gennem 00'erne blev resistensen systematisk undersøgt i et mindre antal populationer. Det generelle billede var kraftig resistens over for første generationspyrethroider såsom lambda-cyhalothrin (IRAC 3A), mens der var mindre udbredt resistens overfor anden generationspyrethroider, f.eks. tau-fluvalinate (IRAC 3A). I 2014 blev glimmerbøsser fra mere end 50 lokaliteter i Danmark testet for resistens overfor pyrethroider ved anvendelse af en international standardtest. Der blev observeret nogle regionale forskelle i omfang og niveau af resistens (Kaiser et al., 2018). Sådanne forskelle vil stadig være tilstede og følge forbruget af pyrethroider. Der findes et alternativ med aktivstoffet indoxacarb (IRAC 22A), som det eneste ikke-pyrethroid godkendt mod glimmerbøsser, og det er således vigtigt inden for nogle få år at undersøge en potentiel udvikling af resistens over for indoxacarb. Det skal bemærkes, at indoxacarbs skæbne i EU p.t. er usikker.

Rapsjordlopperne kunne tidligere bekæmpes ved bejdsning af frø med neonicotinoider men kan nu kun bekæmpes ved at anvende pyrethroider (IRAC 3A). I flere lande er der problemer med pyrethroidresistens hos dette skadedyr. Der er begyndende udvikling af resistens overfor pyrethroider hos rapsjordlopper i Danmark, men der er ikke svigt i bekæmpelsen af rapsjordlopper, som følge af resistens (Højland et al., 2015). Tyve danske populationer blev undersøgt i 2014-15, og kun to af disse var resistente overfor pyrethroider i det bioassay, der blev anvendt, og der var ikke tale om et højt niveau af resistens. Ved en dosis ækvivalent til den der anvendes i marken, var dødeligheden henholdsvis 90 % og 87 % i modsætning til normalt 100 % (Højland og Kristensen, 2018). Det vurderes ikke at ville udgøre et problem for bekæmpelsen i Danmark i de nærmeste år.

Inden for væksthproduktion er der adskillige skadedyr, som har potentiale til at udvikle insekticidresistens, men da der anvendes insekticider med forskellige virkemekanismer samt biologisk bekæmpelse, forventes der kun mindre problemer med resistens. Den største fare på dette område vil være import af resistente skadedyr i forbindelse med f.eks. pottede planter.

Resistens hos skadedyr i husdyr- og fødevarerproduktion er ikke undersøgt i mange år. Resistens hos stuefluen blev senest undersøgt 2000-01, hvor der blev fundet en enkelt population med neonicotinoidresistens, men vi kender ikke udviklingen af resistens, siden der blev skiftet til neonicotinoider for mere end 10 år siden. Dette gælder også den lille stueflue og den lille melbille inden for henholdsvis minkavl og kyllingeproduktionen, hvor resistens over for et meget lille udvalg af midler kan være problematisk. Endelig udsættes kakerlakkerne for et meget stort selektionspres med pyrethroider på trods af, at der anvendes få men effektive ædegifte med fipronil og neonicotinoid, hvilket også kan blive et resistensproblem.

\*Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) klassificering af virkemåde <https://irac-online.org/>

## Pesticidafgiftens betydning for priser samt udvikling/ændring i forbrug

Pr. 1. juli 2013 blev der indført en ny pesticidafgift i Danmark. Den nye afgift er, i modsætning til den tidligere, baseret på midlernes iboende egenskaber og ikke på salgsværdien. Da midler tilhørende den samme kemiske gruppe ligner hinanden mere med hensyn til deres sundheds- og miljøpåvirkning end midler tilhørende forskellige kemiske grupper, medfører afgiften, at nogle kemiske grupper prismæssigt er blevet mere attraktive end andre. Eksempler på pesticidafgiftens betydning for pris af udvalgte pesticider kan ses af bilag 2, som viser pris før pesticidafgiftens indførelse og pris ved udgangen af 2014.

For herbiciderne betød pesticidafgiften, at især sulfonyleareherbiciderne (f.eks. tribenuron, iodosulfuron, HRAC B) blev billigere, men også prisen på ACCase-herbiciderne (f.eks. fenoxaprop og clodinafop, HRAC A) blev reduceret. Derimod blev pendimethalin (HRAC K1) og prosulfocarb (HRAC N), som i dag anbefales til forebyggelse af resistens, væsentligt dyrere. Med den nye afgift er der således et økonomisk incitament til at øge anvendelsen af de herbicider, hvor erfaringerne fra ind- og udland har vist, at risikoen for udvikling af resistens er størst.

Baggrunden for at gennemføre projektet 'Etablering af en status for forekomst af herbicidresistens i Danmark' var et ønske om at få kortlagt udbredelsen af herbicidresistens, inden effekten af afgiften slog igennem med henblik på at etablere en baseline, så man i fremtiden kan vurdere forskellige agronomiske tiltags og/eller politiske beslutningers effekt på udbredelsen af resistens. I første omgang var det specifikt med tanke på, om pesticidafgiften ville føre til et mere ensidigt herbicidvalg og dermed få negative konsekvenser i relation til herbicidresistens.

Bekæmpelsesmiddelstatistik 2017 (Ørum & Martensen, 2019) viser, at salget af prosulfocarb (Boxer) er mere end halveret i 2017 sammenlignet med 2011. I samme periode er salget af clodinafop (Topik) og pyroxsulam (Broadway) mere end firedoblet, mens salget af mesosulfuron (Atlantis OD) er tredoblet. Disse ændringer i salgstal tyder på, at landmændene har substitueret en del af Boxer behandlingerne med en ekstra sprøjtning mod græsukrudt senere på vækstsæsonen – en tilpasning som er negativ set ud fra en resistensmæssigt synsvinkel.

Inden for svampemidlerne har afgiftssystemet øget prisen på produkter, som indeholder epoxiconazol, ligesom kontaktmidler med mancozeb (FRAC M) er steget i pris. Som konsekvens af dette er salget af epoxiconazolholdige produkter reduceret, mens salget af produkter indeholdende prothioconazol er steget betydeligt (Ørum & Martensen, 2019). Det er ligeledes sket en betydelig reduktion i salget af mancozebholdige midler, som er erstattet med andre løsninger. Det vurderes at være vigtigt, at man skifter mellem forskellige azoler for at mindske resistensudviklingen. Derfor anbefales det fortsat, at man ikke kun anvender et enkelt af disse midler. I kartofler anbefales det også stadig, at man i et vist omfang fortsætter med at anvende mancozebmidler, da disse reducerer risikoen for resistensudvikling. Man har således set et stigende problem med strobilurinresistens hos bladplet (*Alternaria*), hvilket har betydet at salget af produkter med difenonconazol (FRAC 3) er steget betydeligt.

Inden for insekticiderne har det nye afgiftssystem gjort pyrethroiderne dyrere, og de nyere midler med andre virkemekanismer billigere. Dette fremmer en rotation af midler med forskellige mekanismer og forhindrer eller forsinker dermed udviklingen af resistens. Blandt de forskellige pyrethroider, som er på markedet, er der store afgiftsforskelle, og nogle af de midler, der blev ramt af den største afgift (bl.a. cypermetrin), er efterfølgende blevet udfaset.



## Særligt problematiske områder

### Ukrudt

Hos tokimbladet ukrudt findes i Danmark kun resistens overfor sulfonyleureamidlerne, som hører til ALS-hæmmerne (HRAC B). Da der udelukkende er tale om TSR uden krydsresistens til andre herbicidgrupper, er der stadig muligheder for bekæmpelse af resistente arter med alternative midler. AU-Flakkebjerg vurderer, at reduktionen i antallet af prøver af tokimbladede arter, som indsendes til test for resistens, ikke skyldes, at problemet er aftaget men derimod, at de fleste sprøjteplaner i dag anbefaler, at sulfonyleureamidler blandes med herbicider med andre virkemekanismer, når det drejer sig om bekæmpelse af fuglegræs, kornvalmue og kamille.

Græsukrudt udgør det største problem, da der i Danmark kun findes to grupper af midler (ACCase- og ALS-hæmmere, HRAC A og B) til bekæmpelse af græsukrudt efter fremspiring. Ved metabolisk resistens (NTSR) påvirkes effekten af begge disse herbicidgrupper ofte. De eneste alternativer i korn er Boxer (prosulfocarb, HRAC N) og Stomp CS (pendimethalin, HRAC K1), som har effekt på nogle græsukrudsarter, når de anvendes før eller lige efter fremspiring. Disse midler tilhører andre herbicidgrupper, som erfaringsmæssigt er mindre påvirket af metabolisk resistens, og de anbefales anvendt som del af en antiresistensstrategi. I de seneste år har der været øget interesse for resistenstest af rajgræs, mens der kun er testet få prøver af vindaks og agerrøvehale. Rådgivningstjenesten har udtrykt bekymring omkring udvikling af resistens hos hanespore (personlig komm.), som specielt kan medføre problemer i majs. De nye fund af resistens hos enårig rapgræs er stærkt bekymrende og bør følges op af en systematisk monitoring for at afklare problemets omfang.

### Svampe

Der findes fortsat kun få virksomme grupper af fungicider på det danske marked til bekæmpelse af de almindeligt forekommende sygdomme. Dette betyder, at det i praksis er vanskeligt at implementere en anti-resistensstrategi ved at blande eller veksle mellem midler. De sidste år er der under markforhold set faldende effekter af både epoxiconazol og prothioconazol, hvilket er bekymrende i forhold til bekæmpelse af septoria. Det samme gælder for en række andre sygdomme inden for frugtavl og grønsagsproduktion. Det vurderes vigtigt, at man fremadrettet har adgang til et udvalg af azoler, idet man øger risikoen for resistens, hvis man kun bruger en enkelt eller få forskellige azoler. Azolerne propiconazol og imazalil er trukket ud af markedet, og epoxiconazol forsvinder fra 2021, hvilket mindsker mulighederne for at veksle imellem azoler. Den nye azol mefentrifluconazol, som er markedsført i de fleste af vores nabolande, har vist sig at kunne øge effekten i forhold til tidligere godkendte azoler (Jørgensen et al., 2020 b). Det er endnu usikkert om og hvornår, denne nye azol godkendes i Danmark.

SDHI- midlerne boscalid og fluopyram (FRAC 7) er godkendt til bl.a. bekæmpelse af de vigtigste kornsygdomme, men resistensudvikling ses i stigende grad til disse midler bl.a. hos bygbladplet, ramularia bladplet i byg og septoria (Heick et al., 2019). En ny aktivstofgruppe bl.a. med aktivstoffet fenpicoxamid (Inatreq) er under udvikling og afprøvet til bekæmpelse af septoria. Evt. godkendelse af dette middel vil øge mulighederne for at diversificere valget af aktivstoffer og dermed mindske risikoen for resistensudvikling.

Man har længe ment, at kartofler er en afgrøde med høj risiko for udvikling af fungicideresistens. Konkret er det kun bekræftet, at resistens er udviklet i forhold til phenylamidmidlerne, som nu er totalt forbudte i Danmark. I de senere år er der kommet flere nye midler til bekæmpelse af skimmel i kartofler, hvilket kan medvirke til at mindske risikoen for resistens. Kartoffelbladplet (*Alternaria solani*) er blevet mere hyppig i de seneste år, og der ses nu en øget anvendelse af strobiluriner i kartoflerne

mod denne svamp. I Danmark såvel som i flere europæiske lande (Sverige og Tyskland) er der set udbredt forekomst af moderat resistente typer af *Alternaria solani*. Denne resistens udvikling betyder, at landmænd i stigende grad bruger azolen difenoconazole til bekæmpelse af kartoffelladplet, hvilket igen kan øge risikoen for resistensudvikling.

Gråskimmel er en vigtig skadegører i mange havebrugskulturer. I et GUDP projekt er der over flere vækstsæsoner (2015-2019) undersøgt for resistens hos gråskimmelsvampen i jordbær. Undersøgelsen viste betydelige problemer med resistens over for testede midler (40 % over for fenhexamid (FRAC 17), 76 % over for strobliurin (FRAC 3), 57 % over for SDHI (FRAC 7) og 59 % over for anilino-pyrimides (FRAC 9)), hvilket reducerer mulighederne for at opnå god bekæmpelse. 10 % af isolaterne var resistente overfor 5 forskellige fungicidgrupper. Resistensudviklingen var størst i ældre jordbærmarker, hvilket klart indikerer en opbygning af resistens over tid, som følge af flere års bekæmpelse (Nielsen et al., 2020, personlig komm.)

### Skadedyr

Som følge af et meget lille udbud af insekticider i Danmark kan resistens potentielt blive et stort problem. Bekæmpelsen af de fleste skadedyr i frilandsafgrøder er baseret på anvendelsen af pyrethroider, som der er mange eksempler på resistens overfor i udlandet. Dette gælder især ferskenbladlus og kornbladlus.

Der er i raps ud over glimmerbøsser og rapsjordlopper en lang række skadegørere, som alle kun kan bekæmpes med pyrethroider (IRAC 3A). Hvis man i raps får kraftige angreb af ét skadedyr eller angreb af flere skadedyr, rammer man meget let loftet for antal af behandlinger og har ikke mulighed for at løse problemet. Det vil være ønskværdigt, at der fandtes godkendte insekticider med andre virkemekanismer til bekæmpelse af skadedyr i raps.

### Forebyggelse af resistens

Den bedste måde at forebygge udvikling af resistens på er ved at anvende foranstaltninger, som mindsker trykket af skadegørere i overensstemmelse med IPM (Integreret Pest Management). Implementering af IPM er et krav fra 2014. Pesticidanvendelsen bør begrænses via et alsidigt sædskifte, men afgrødevalget bestemmes ofte af andre faktorer (priser, foderbehov m.m.). Jordbearbejdning, sen såning, øget udsædsmængde og sortsvalg er nogle af de kulturtekniske tiltag, som kan mindske behovet for kemisk bekæmpelse og dermed resistensudvikling. Ved kemisk bekæmpelse bør der veksles mellem midler med forskellige virkemåder, eller de bør anvendes i blanding. Efter sprøjtning bør der følges op på, om den ønskede effekt er opnået for tidligst muligt at opdage en eventuelt begyndende udvikling af resistens (bilag 3).

I modsætning til insekter og svampe er ukrudt stedbundet, og problemet med resistens vil derfor forblive på arealet i en årrække. Hvor der er konstateret resistens, bør der laves en dyrknings- og bekæmpelsesplan, som sigter mod at udtynde mængden af frø med resistens i marken. Massiv forekomst af resistens i f.eks. agerrøvehale kan medføre, at man må ændre afgrødevalg fra vintersæd til vårsæd, hvilket kan have økonomisk betydning for landmanden. Udbredelsen af græsukrudt kan begrænses ved at udskyde såning i efteråret. Dette er i konflikt med et ønske om tidlig såning af vinterhvede som tiltag til begrænsning af kvælstoftab (godkendt fra 2014). Tidlig såning af vintersæd kan efter de nuværende regler bruges til at opfylde efterafgrødekravet. Ifølge SEGES er der givet tilsagn

til 97.000 ha tidligt sået vintersæd svarende til ca. 20% af vinterhvedearealet i efteråret 2020 (SEGES, 2020).

Reglen synes således at motivere landmændene til tidlig etablering af vintersæd, hvilket kan fremme græsukrudtets udbredelse og dermed risikoen for resistens. Jordmidler som Boxer, DFF og Stomp er mindre påvirket af resistens end bladmidler og bør anvendes, hvor det er relevant.

Fungicider er essentielle for at minimere tab som følge af plantesygdomme i afgrøder som korn og kartofler, især hvor der ikke er adgang til sorter med tilstrækkelig resistens (f.eks. vinterhvedesorter med resistens overfor septoria og kartoffelsorter med resistens over for skimmel og alternaria). Nye undersøgelser med sortsblandinger i hvede har vist, at blandinger kan bidrage til at reducere sygdomstrykket og behovet for sprøjtning og ses som en god mulighed for at mindske sygdomspresset generelt (Kristoffersen et al., 2020). Sprøjtningen bør tilpasses det enkelte års behov ved anvendelse af monitoring og skadetærskler. Dette forudsætter en løbende udvikling af monitoringsmetoder og tilpassede skadetærskler, som er pålidelige og lette at anvende i praksis.

I de tilfælde, hvor der er konstateret resistens, gælder det om at variere brugen af aktivstoffer henover sæsonen og bruge dem korrekt for både at få god effekt mod svampesygdommene og undgå yderligere opbygning af resistens. På baggrund af engelske undersøgelser er der nu konsensus om, hvilke forhold, der kan modvirke resistensopbygning (Van den Bosch et al., 2014). Forsøg udført i 2015 hos AU-Flakkebjerg, som del af et PhD -projekt, har bekræftet, at det er vigtigt at differentiere (veksle og blande) anvendelsen af azoler mest muligt, ligesom man i videst mulige omfang skal holde antallet af behandlinger nede for at sænke opbygningen af resistente mutationer (Heick et al., 2017). AU-Flakkebjerg har sammen med SEGES udarbejdet en vejledning for brug af azoler i korn (bilag 4). Dette er et eksempel på en handleplan, som forhåbentlig kan mindske risikoen for yderligere resistensudvikling.

Der findes flere barrierer for at få implementeret antiresistensløsninger:

*Manglende forståelse hos jordbrugerne* betyder, at mange ser resistens som noget, der ikke specifikt vedkommer dem. Og ofte er det først, når det er gået galt, at man indser, at man skulle have handlet anderledes. Et forhold der på engelsk betegnes "Tragedy of the Commons". Implementering af antiresistensstrategier kan være svært, hvis der ikke umiddelbart er noget økonomisk incitament til at ændre nuværende praksis, eller hvis det ligefrem giver ekstra omkostninger.

*Forventning om at industrien løser problemet* ved at markedsføre nye aktivstoffer, men desværre er det yderst begrænset, hvad der kommer af nye aktivstoffer. Så derfor er der et stort behov for at beskytte de midler, som er til rådighed.

*Få aktivstoffer til rådighed* medfører, at antiresistensstrategier ikke kan udnyttes, da der ikke findes alternative midler eller blandingskomponenter.

*Politiske tiltag* kan modarbejde løsninger for eksempel i relation til at udskyde såning af vintersæd for at mindske udbredelsen af græsukrudt og septoria, hvor man af hensyn til næringsstofudvaskning ønsker at fremme tidlig såning.

## Samarbejde om resistens

Der er for nyligt skabt fokus og dialog omkring manglende koordineret europæisk aktivitet på området. I vid udstrækning er det de agrokemiske firmaer, som driver resistensmonitoringen, mens man i forskningsregi kun har enkelte større forskningsinstitutioner, som har betydelige aktiviteter på området (INRA i Frankrig, Rothamsted i Storbritannien, AU-Flakkebjerg). På europæisk plan har man samarbejde omkring pesticidresistens i EPPO-regi, hvor AU-Flakkebjerg er repræsenteret. Man arbejder i EPPO-regi på at skabe en bedre koordinering og tilgængelighed af informationer, herunder en 'alert'-liste, som samler, hvad der foreligger af data og test.

De agrokemiske firmaer afholder årlige møder i deres resistensgrupper (FRAC, IRAC, HRAC). Data og konklusioner fra deres monitoringer og møder er tilgængelige på nettet.

Resistenssituationen i vores nabolande følges via samarbejdet i NORBARAG (Nordic-Baltic Resistance Action Group <https://projects.au.dk/norbarag/>), hvor også monitoring koordineres. Endvidere samarbejdes på europæisk plan gennem diverse internationale projekter og kontakter. Nationalt er der et tæt samarbejde med SEGES og de agrokemiske firmaer.

## Kommunikation til jordbrugeren

AU-Flakkebjerg har et tæt samarbejde omkring pesticidresistens med SEGES, som via deres hjemmeside og konsulentmeddelelser formidler de nyeste resultater ud til praksis. På hjemmesiden findes f.eks. inspirationsarkene: Forebyg resistens mod ukrudtsmidler/svampemidler/insektmidler (bilag 5-7). Resistens er også et fast emne på planteværnsseminarerne, som SEGES afholder flere steder i landet i januar/februar måned.

De agrokemiske firmaer afholder årligt minimum to møder med planteavlskonsulenterne. Også på disse møder informeres om resistens. Enkelte firmaer har arrangeret specifikke møder om resistens for planteavlskonsulenterne. Dansk Planteværn har med hjælp fra Aarhus Universitet udarbejdet informationsmateriale om resistens (bilag 8), som er distribueret til erhvervet ved Plantekongres 2012 samt via deres hjemmeside.

Resistens indgår i pensum for undervisning til sprøjtecertifikat og bliver også behandlet i forbindelse med opfølgingskurserne, som skal følges hvert 4. år.

## Referencer

- Babineau M, Mathiassen SK, Kristensen M, Holst N, Beffa R, Kuds, P (2017): Spatial Distribution of Acetolactate Synthase Resistance Mechanisms in Neighboring Populations of Silky Windgrass (*Apera spica-venti*). *Weed Science*, **65**, 4, s. 479-490.
- Heap (2020): International Herbicide-resistant weed database <http://www.weedscience.org/Home.aspx>
- Heick TM, Hansen AL, Justesen AM & Jørgensen LN (2019). Strobilurin insensitivity in sugar beet powdery mildew (*Erysiphe betae*) in Scandinavia, short communication, *Plant health progress*, 2019. <https://doi.org/10.1094/PHP-01-19-0004-BR>.
- Heick TM, Justesen, A.F.; Jørgensen LN. (2017) Fungicide Spray Strategies Avoiding Resistance Development in Winter Wheat Pathogen *Zymoseptoria tritici*. *Crop Protection*. 99, 108-117
- Heick TM, Jørgensen LN, Christiansen H, Frederiksen BB (2019). Fungicide resistance-related investigations. *DCA rapport*, **152**, Applied Crop Protection 2018, s. 60-66.
- Heick TM, Matzen N, Jørgensen LN (2020). Reduced field efficacy and sensitivity of azole fungicides in the Danish and Swedish *Zymoseptoria tritici* populations. *European Journal of Plant Pathology* (accepteret maj 2020).
- Hellin P, Heick TM, Jørgensen LN, Kildea S (2020). Development of an allele-specific multiplex qPCR for the quantification of S524T and H152R conferring DMI and SDHI resistance to *Zymoseptoria tritici*, *Plant Pathology*. Accepteret July 2020.
- <http://www.plantevaern.dk/publikationer/resistens.aspx>
- <https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/IPM/Sider/inspirationsark.aspx>
- <https://projects.au.dk/norbarag/>
- Højland DH, Kristensen M (2018). Target-site and metabolic resistance against  $\lambda$ -cyhalothrin in cabbage stem flea beetles in Denmark. *Bulletin of Insectology* **71** (1): 45-49.
- Højland DH, Nauen R, Foster SP, S Williamson MS, Kristensen M (2015). Incidence, spread and mechanisms of pyrethroid resistance in European populations of the cabbage stem flea beetle, *Psylliodes chrysocephala* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). *PLoS ONE* **10** (12):e0146045.
- Jørgensen LN, Matzen N, Havis N, Holdgate S, Clark B, Blake J, Glazek M, Korbas M, Danielewicz J, Maumene C, Rodemann B, Weigand S, Kildea S, Bataille C, Brauna-Morževska E, Gulbis K, Ban Rita, Berg, G.(2020 b), Efficacy of common azoles and mefentrifluconazole against septoria, brown rust and yellow rust in wheat across Europe. In: Deising HB; Fraaije B; Mehl A; Oerke EC; Sierotzki H; Stammler

G (Eds), *Modern Fungicides and Antifungal Compounds*, Vol. IX., pp. 27-34. © 2020. Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig, ISBN: 978-3-941261-16-7.

Jørgensen LN, Matzen N, Heick TM, Havis N, Holdgate S, Clark B, Blake J, Glazek M, Korbas M, Danielewicz J, Maumene C, Rodemann B, Weigand S, Kildea S, Bataille C, Brauna-Morževska E, Gulbis K, Ban Rita, Berg G, Semaskiene R, Stammeler G. (2020 a). Decreasing azole sensitivity of *Z. tritici* in Europe contributes to reduced and varying field efficacy. *Journal of plant diseases and protection*. Accepted 21 July 2020.

Jørgensen LN, Oliver RP and Heick TM (2018). *Fungicide resistance in cereal diseases; Occurrence and avoidance*. Burleigh Dodds Science Publishing. 235-252.

Kaiser C, Vagn Jensen KM, Nauen R, Kristensen M (2018). Susceptibility of Danish pollen beetles against  $\lambda$ -cyhalothrin and thiacloprid. *Journal of Pest Science* **91**: 447-458.

Keshtkar E, Mathiassen S K, Moss S R, Kudsk, P (2015): Resistance profile of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass) populations in Denmark. *Crop Protection*, **69**, 2015, s. 83-89.

Kildea S, Heick TM, Grant J, Mehenni-Ciz J, Dooley H (2020): A combination of target-site alterations, overexpression and enhanced efflux activity contribute to reduced azole sensitivity present in the Irish *Zymoseptoria tritici* population. : *European Journal of Plant Pathology*, **154**, Nr. 3, s. 529-540.

Kristensen M, Skovgård H (2019). Udredning om ferskenbladlus som skadedyr i dansk roproduktion. DCA Project nr. 2019-760-001327. [https://pure.au.dk/portal/files/173638823/Re-deg\\_relse\\_vedr\\_ferskenbladlus\\_Dec19ver2.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/173638823/Re-deg_relse_vedr_ferskenbladlus_Dec19ver2.pdf)

Kristoffersen R, Heick TM, Møller G., Eriksen LB, Nielsen GC, Jørgensen LN (2020). The potential of cultivar mixtures to reduce fungicide input and mitigate fungicide resistance development, *Agronomy for Sustainable Development* (accepteret august 2020).

Mathiassen SK (2018): Notat vedr. Monitoring af resistens hos alm. og italiensk rajgræs. Rapport til Miljøstyrelsen.

Mathiassen SK (2017): Herbicide resistance in *Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*. *DCA rapport*, **117**, Applied Crop Protection 2017, s.108-13.

Mathiassen SK., Kudsk P (2016). Etablering af en status for forekomst af herbicidresistens i Danmark (2013-2016). *DCA rapport*, **84**.

Mathiassen SK (2020). Enårig rapgræs er nu også resistent. *MARK*, **nr. 9**, s. 36-37.

Nielsen BJ & Abuley I (2018): Control of late blight and early blight in potatoes. *DCA rapport*, **117**, s. 94-107.

Nielsen BJ, Jensen NL, Hartvig P, Hjelmroth L, Weber RWS (2020). Fungicides resistance in *Botrytis* in Danish Strawberry production. Submitted til *Erwerbs-Obstbau*.

Pedersen JB, Pedersen CÅ (2013): Oversigt over Landsforsøgene 2013. Videncentret for Landbrug, Aarhus.

Pedersen JB (2014): Oversigt over Landsforsøgene 2014. Videncentret for Landbrug, Aarhus.

Rehfus A, Miessner S, Achenbach J, Stroble D, Bryson R, Stammeler G 2016. Emergence of succinate dehydrogenase inhibitor resistance of *Pyrenophora teres* in Europe. *Pest Management Science*, **72**, 1977-88. (doi:10.1002/ps.4244).

SEGES :

[https://www.landbrugsinfo.dk/basis/0/a/f/afgroder\\_tidlig\\_saning\\_grasukrudt\\_giftig\\_cocktail](https://www.landbrugsinfo.dk/basis/0/a/f/afgroder_tidlig_saning_grasukrudt_giftig_cocktail).

Van den Bosch F, Oliver R, van den Berg F, Paveley N (2014): Governing Principles Can Guide Fungicide- Resistance Management Tactics. *Annual Review in Phytopathology* **52**:175-195.

Ørum JE, Martensen (2019): Bekæmpelsesmiddelstatistik 2017. Miljøstyrelsen, København.

Ørum JE, Samsøe-Petersen L (2014): Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013. Miljøstyrelsen, København.

Scarabel L, Panozzo S, Loddo D, Mathiassen SK, Kristensen M, Kudsk P, Gitsopoulos T, Travlos I, Tani E, Chachalis D, Sattin M (2020): Diversified resistance mechanisms in multi-resistant *Lolium* spp. in three European countries. Under udarbejdelse til *Frontiers in Plant Science*.

## Bilag

1. Sådan får du ukrudt testet for resistens
2. Pesticidafgiftens indflydelse på pris på udvalgte pesticider. Udarbejdet efter Pedersen & Pedersen (2013) og Pedersen (2014)
3. Principper for IPM
4. Handleplan for minimering af resistensrisiko for triazoler
5. Forbyg resistens mod ukrudtsmidler
6. Forebyg resistens mod svampemidler i korn
7. Forebyg resistens mod insektmidler
8. Resistens. Folder udgivet af Dansk Planteværn



IPM

# SÅDAN FÅR DU UKRUDT TESTET FOR RESISTENS

REV. MARTS 2020

Resistens hos ukrudt mod herbicider breder sig. Du kan spare penge og ærgelser ved at få testet dit ukrudt, når du har mistanke om resistens. Lav en påmindelse til dig selv i kalenderen, hvis du forpassede chancen for test sidste år.

**SÅDAN VISER RESISTENS SIG**

Resistens viser sig som regel ved, at en enkelt art står næsten uberørt tilbage i marken, mens andre følsomme ukrudtsarter er døde, se fotos af fuglegræs og aggræsvehale.

I nogle tilfælde kan resistens dog også komme mere gradvis i marken, og det er lidt sværere at se.

**RESISTENSTEST**



Resistent fuglegræs.



Resistent aggræsvehale.



Aarhus Universitet tester planteprover for resistens, hvis der er en begrundet mistanke.

- 1 Du skal indsamle en tilpas stor portion af ukrudt, og du skal gøre det lige omkring det tidspunkt, hvor ukrudtet naturligt begynder at kaste frø (alts dryser, frøkapsler åbner sig).
- 2 Det er vigtigt, at plantematerialet bliver tørret godt ned, inden det sendes ind. Leks ved at lægge det i en bakke i en solrig vindueskarm.
- 3 Du kan evt. bruge en "frøskrådpose" med små huller, eller tynd stofpose, så plantematerialet kan ånde og tørre, uden at frøene dryser væk. Anvend IKKE en almindelig plastikpose.
- 4 Når planteproven er tørret helt ned, kan den overføres til plastikpose. Bed din konsulent om at indsende prøven, eller send den selv til:

Aarhus Universitet  
 Institut for Agroøkologi  
 Forsøgsvvej 1, Flakkebjerg  
 4200 Slagelse  
 Att. Solvejg K. Mathiasen

Solvejg Mathiasen skal have

- dit navn og adresse, og hvis du er konsulent også landmandens navn og adresse
- marknr. og lidt om, hvordan marken er behandlet i de seneste år
- oplysninger om afgrøde, gerne suppleret med sædskiftehistorik og jordbearbejdning.

Prisen for test af effekt af to forskellige ukrudtsmidler er kr. 2.100. Ønsker du en større test, er prisen kr. 950 for hvert ekstra ukrudtsmiddel. Prisen er baseret på, at test udføres i perioden september til efterfølgende forår, hvor man får besked om resultatet samtidig med fremsendelse af faktura. Ønskes der hurtigere resultater eller en særlig test, findes der alternative og dyrere testmuligheder. Kontakt evt. Aarhus Universitet eller SEGES herom.

**KONTAKT**

Jens Erik Jensen, landskonsulent  
 SEGES  
 jje@seges.dk  
 +45 8740 5438 / +45 2371 7706



Læs mere: [www.dansk-ipm.dk](http://www.dansk-ipm.dk)

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.  
 SEGES  
 Agro Food Park 15  
 DK 8200 Aarhus N

T +45 8740 5000  
 E info@seges.dk  
 W seges.dk

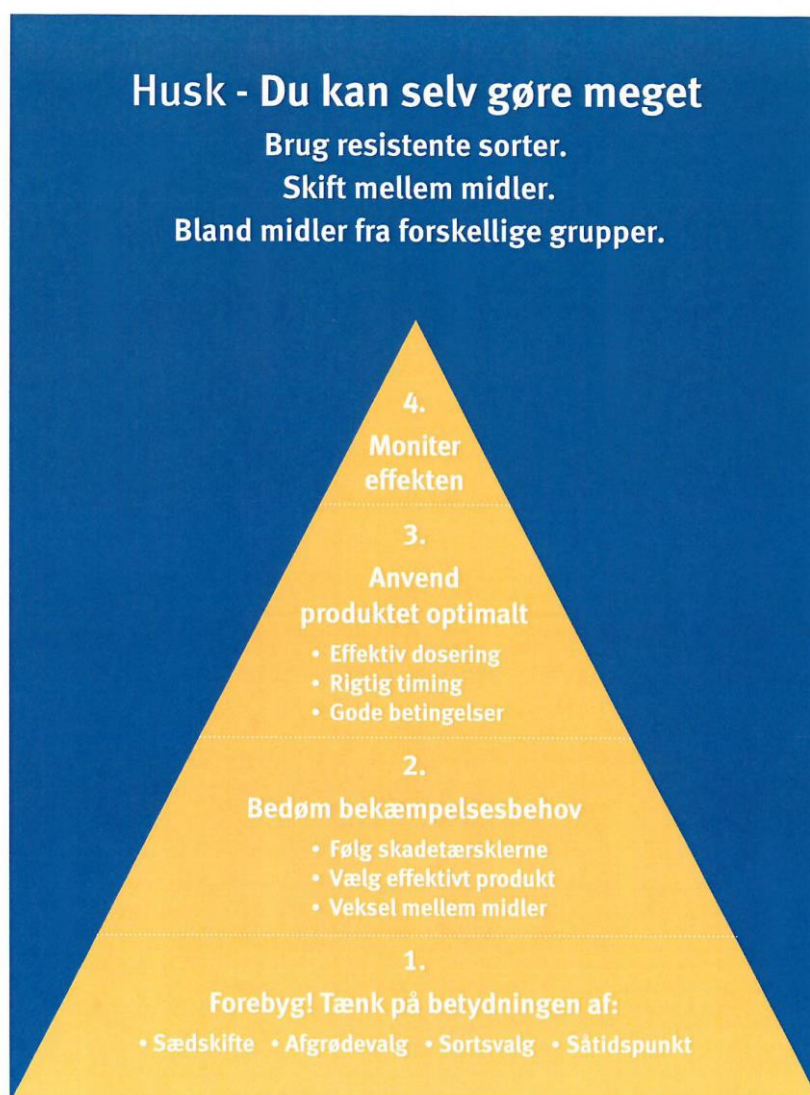


## Bilag 2

Pesticidafgiftens indflydelse på pris på udvalgte pesticider. Udarbejdet efter Pedersen & Pedersen(2013) og Pedersen (2014)

		Pris Dec. 2014	Priscændring %	Dosering L eller kg/ha	Priscændring kr pr. ha
	Kr pr L eller kg				
<b>Boxer</b>	85	174	+105	2	+178
<b>Stomp</b>	120	268	+123	1,2	+178
<b>Hussar OD</b>	3600	2580	-28	0,05	-51
<b>Atlantis OD</b>	431	340	-21	0,9	-82
<b>Monitor</b>	13	12	-13	15	-27
<b>Topik</b>	995	840	-16	0,3	-47
<b>Primera Super</b>	280	250	-10	0,4	-12
<b>Express ST</b>	40	31	-22	1 tabl.	-9
<b>Oxitril</b>	145	270	+72	0,2	+14
<b>Tomahawk</b>	165	202	+6	0,5	+19
<b>Flexity</b>	726	750	+3	0,5	+12
<b>Bumper</b>	180	190	+6	0,5	+5
<b>Proline</b>	539	472	-12	0,8	-54
<b>Bell</b>	380	450	+18	1,5	+105
<b>Viverda</b>	400	436	+9	2,5	+90
<b>Ceando</b>	299	425	+42	1,5	+189
<b>Comet</b>	432	414	+4	1,0	-18
<b>Rubric</b>	353	380	+8	1,0	+27
<b>Prosaro</b>	378	362	-4	1,0	-16
<b>Amistar</b>	345	322	-7	1,0	-23
<b>Aproach</b>	401	350	+13	0,5	-26
<b>Revus</b>	377	322	-15	0,6	-33
<b>Signum</b>	663	627	-5	1,5	-54
<b>Folicur</b>	196	210	+7	1,0	+14
<b>Dithane NT</b>	48	129	+168	2,0	+162
<b>Avaunt</b>	985	1017	+3	0,17	+5
<b>Biscaya</b>	565	456	-19	0,30	-33
<b>Fastac 50</b>	118	642	+444	0,04-0,23	+21-118
<b>Karate 2,5WG</b>	225	473	+110	0,20-0,40	+50-99
<b>Mavrik</b>	475	622	+31	0,15-0,23	+22-33
<b>Pirimor</b>	678	785	+16	0,15-0,30	+16-32
<b>Plenum</b>	1070	782	-27	0,15	-43

## Principper for IPM



AARHUS  
UNIVERSITET  
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI



## Bilag 4

## Handleplan for minimering af resistensrisiko for triazoler

- \* Sprøjt så få gange med triazoler som muligt (maks. 3).
- \* Skift mellem forskellige triazoler og/eller bland triazoler, og brug maks. det samme triazol to gange pr. vækstsæson.
- \* Hvis der er behov for tidlig meldug- eller rustbekæmpelse, så vælg f.eks. Flexity til meldug eller Comet eller en anden strobilurin til rust.
- \* Brug lave men stadig effektive doser af triazoler. Høje doseringer øger risikoen for fungicid- resistens.
- \* Doserne må ikke blive så lave, at der skal sprøjtes mange gange.
- \* Brug blandinger eller skift mellem midler med forskellige virkemekanismer. Det nedsætter risikoen for resistens. Brug gerne en strategi, hvor SDHI- midlet boscalid indgår (indgår i Bell



## IPM

# FOREBYG RESISTENS MOD UKRUDTSMIDLER

## UDFORDRING

Det kan være fristende ikke at forebygge udvikling af resistens mod ukrudtsmidler, for du opdager ikke noget, før det er for sent. Men når du først har fået resistens hos ukrudtet i dine marker, kan det blive en lang og kostbar vej igen at få styr på ukrudtsbestanden.

## SÅDAN FOREBYGGER DU RESISTENS

- Et sædskifte med flere forskellige afgrøder forebygger ensidig opformering af ukrudtsarter, og giver de bedste muligheder for at bruge midler med forskellig virkemekanisme. Det har særlige stor effekt, at der er både vinter- og vårafgrøder i sædskiftet.
- Giv ukrudtet så stor konkurrence fra afgrøderne som muligt. Derfor er en god etablering af afgrøden vigtig. Så ikke vintersæd tidligt, hvis du har meget græsukrudt, og vælg en sort som yder ukrudtet god konkurrence.
- Brug midler med forskellig virkemekanisme i blanding eller på skift i de forskellige afgrøder. Så undgår du, at ukrudtsbestanden påvirkes i én bestemt retning.
- Brug mekanisk bekæmpelse, hvis det er muligt.
- Der er størst risiko for udvikling af ALS- og ACCase-resistens (virkningsklasse B og A). Brug derfor en effektiv dosis af et middel med en anden virkemekanisme i sekvens eller som blandingspartner, når det er muligt.

## Valg af midler med forskellig virkemekanisme

VIRK- NINGSS- KLASSE	VIRKEMEKANISME	EKSEMPLER PÅ MIDLER
A	ACCCase-hæmning	Agil, Foxtror, Primera Super, Topik, (alle fop-midler), Focus Ultra, (dim-midler)
B	ALS-hæmning	Accurate, Ally, Atlantis, Cossack, Express, Express Gold, Harmony, Hussar, Mais Ter, Nuance, Safari, Titus, Trimmer m.fl. (alle SU), Broadway, Primus, Saracen (triazolpyrimidin)
C1	PSII-hæmning (a)	Betanal, Goltix
C3	PSII-hæmning (c)	Fighter 480, Onyx, Buctril, Maya, Xinga (også gruppe M)
F1	PDS-hæmning	DFF, Legacy, Semptra og andre diflufenican-holdige midler
F2	HPPD-hæmning	Callisto, Meristo og andre mesotrion-holdige midler
F3	Carotenoid-hæmning	Fenix
F4	DOXP-synthase hæmning	Centium 36 CS, Kalif 36 CS, Reactor CS, Clomate
G	EPSPS-hæmning	Glyphosat midler (Roundup m.fl.)
I	DHPS-hæmning	Asulox (anvendes på dispersion)
K1	Mitose-hæmning (a)	Stomp, Kerb
M	Afkoblere	Buctril, Maya, Xinga (også gruppe C3)
N	Lipid-syntese (ACC)	Boxer, Roxy, Fidox, Nortron
O	Auxin-virkning	MCPA-ender, Starane/Tomahawk/Flurostar, Matrigon/Cliophar, Arlane FG, Galera, Pizzaro, Belkar, Korvette
A+B	Flere	Serrate
B+O	Flere	Catch, Cleave, Starane XL, Mustang forte, Primus XL, Resade, Tombo, Zypar
B+F1	Flere	Othello, Saracen Delta
C3+M	Flere	Buctril, Maya, Xinga
C3+O	Flere	Basagran M75 (forbudt fra 1. august 2021)
F3+F4	Flere	Novitron
F3+F1	Flere	Mateno Duo



Læs mere: [www.dansk-ipm.dk](http://www.dansk-ipm.dk)

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.  
SEGES  
Agro Food Park 15  
DK 8200 Århus N

T +45 8740 5000  
E [info@seg.es.dk](mailto:info@seg.es.dk)  
W [seg.es.dk](http://seg.es.dk)



## ARTER MED STØRST RISIKO



Agerævehale er den art, der volder de fleste problemer med resistens. Men der er nu også mange tilfælde af resistens hos rajgræs og nogle få hos vindåks.



Hos tokimbladede arter er fuglegræs mest udsat for udvikling af resistens, men også valmue og kamille er med i højrisikogruppen.

## VIDSTE DU?

I alle populationer af ukrudt er der ganske få planter, der kan tåle et givet ukrudtsmiddel. Ved år efter år kan at bekæmpe ukrudt med midler med samme virkemekanisme, vil disse få planter langsomt blive opformeret.

## VIDSTE DU?

Ved pløjefri dyrkning vil opformeringen i et givet sædskifte i princippet gå dobbelt så hurtigt, fordi ukrudtsfra fra de resistente ukrudtsplanter får chance for at spire hvert år. Ved pløjning vil de derimod ligge i bunden af jorden et år, inden de får chance for at spire. Iners vil mange fra dø.



KONTAKT  
Paul Henning Petersen, landskonsulent  
SEGES  
[phps@seg.es.dk](mailto:phps@seg.es.dk)  
+45 8740 5443 / +45 2010 2297



KONTAKT  
Jens Erik Jensen, landskonsulent  
SEGES  
[jejs@seg.es.dk](mailto:jejs@seg.es.dk)  
+45 8740 5438 / +45 2171 7706

## Bilag 6

Læs mere: [www.dansk-ipm.dk](http://www.dansk-ipm.dk)

REVIDERET 27.10.2014

**Udfordring**

Ved hyppig brug af midler med samme virkemekanisme er der risiko for, at svampene udvikler resistens. Resultatet er, at midlerne mister effekten. Hvor hurtigt resistensen udvikler sig, afhænger både af svampemiddel og svampesygdom. De godkendte svampemidler i korn bygger i dag på kun seks forskellige virkemekanismer.

**Sådan forebygger du resistens**

- forebyg angreb, så sprøjtning ikke er nødvendigt
- sprøjt kun ved behov
- sprøjt ved svage angreb
- skift mellem effektive midler med forskellig virkemekanisme eller
- bland effektive midler med forskellig virkemekanisme
- sørg for en effektiv bekæmpelse.

I tabellen til højre ses en oversigt over indholdsstoffer i de godkendte svampemidler i korn. Hver farve refererer til en af de seks virkemekanismer.

Det fremgår, at der hovedsagelig er tale om to virkemekanismer; triazol (grøn) og strobilurin (gul).

**Septoria og triazol**

Forskellige triazol virker på forskellige typer af Septoria. Blandingen af triazol kan derfor forbedre effekten og forsinke resistensudviklingen hos Septoria.

Mulighederne for at forsinke resistensudviklingen hos Septoria besværliggøres af relativ få effektive midler og få virkemekanismer.

**Resistens mod strobiluriner?**

Hvede	
Meldug	Resistens udbredt
Septoria (hvedegråplet)	Resistens udbredt, men positiv effekt ved tilsætning af meget lave doser af strobilurinet Comet til Bell
Gul- og brunrust	Ingen resistens
Hvedebladplet (DTR)	Resistens relativt udbredt

Byg	
Meldug	Resistens relativ udbredt
Bygbladplet	Resistens relativ udbredt*
Skoldplet	Kun fundet i Frankrig
Bygrust	Ingen resistens

\*Ikke totalt svigtende effekt ved resistens, men nedsat effekt af især Amistar.

**Hvilke midler er i farezonen?**

Svampe-middel	Indhold		
Approach	Picoxystrobin		
Amistar	Azoxystrobin		
Armure	Propiconazol+	Difenoconazol	
Bell	Epoxiconazol+	Boscalid	
Ceando	Epoxiconazol+	Metrafenon	
Comet	Pyraclostrobin		
Flexity	Metrafenon		
Folcur/Orlus	Tebuconazol		
Folpan	Folpet		
Juventus	Metconazol		
Opera	Epoxiconazol+	Pyraclostrobin	
Opus/Rubric/Maredo	Epoxiconazol		
Osiris	Epoxiconazol+	Metconazol	
Proline	Prothioconazol		
Prosaro	Prothioconazol+	Tebuconazol	
Stereo	Propiconazol+	Cyprodinil	
Tilt/Bumper	Propiconazol		
Viverda	Epoxiconazol+	Boscalid+	Pyraclostrobin

Virkemekanisme	Resistensrisiko
Phtalamid	Lav
Anilinopyrimidiner	Middel
DMI midler (triazoler)	Middel
Benzophenoner	Middel
SDHI midler	Middel til høj
QoI midler (strobiluriner)	Høj



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

# IPM FOREBYG RESISTENS MOD INSEKTMIDLER

## UDFORDRING

Når skadedyrene udvikler resistens mod et skadedyrsmiddel, får du ikke længere effekt, når du sprøjter.

Risikoen for resistens stiger, når midler med samme virkemekanisme bruges ofte. Skadedyrsmidlerne i dansk landbrug beror på meget få forskellige virkemekanismer, og hovedparten af sprøjtningerne udføres med midler med samme virkemekanisme, nemlig pyrethroider. Derfor er det ikke så let at forebygge resistens ved at skifte mellem midler eller blande midler med forskellig virkemekanisme. I Danmark ser vi i dag resistens hos glimmerbøsser og rapsjordløpper.

## SÅDAN FOREBYGGER DU RESISTENS

Sprøjt kun efter behov. Det vil sige, når de vejledende bekæmpelsestærskler er overskredet.

### OVERSIGT OVER GODKENDTE SKADEDYRSMIDLER

INSEKTMIDDEL	ANVENDES MOD
<b>CARBAMATER</b>	
Primor (pirimicarb)	Blædder i flere afgrøder
<b>NEONICOTINOIDER</b>	
Mospilan (acetamiprid)	Blædder og Colorado-biller i kartofler
Biscaya (thiacloprid)	Skadedyr i raps, "mindre anvendelse" mod blædder i vinterbyg efterår
<b>PYRETHROIDER</b>	
Fastac (alpha-cypermethrin)	Mange forskellige skadedyr
Karate og Kaiso Sorbie (lambda-cyhalothrin)	Mange forskellige skadedyr
Mavrik Vita (tau-fluvalinat)	Fleere forskellige skadedyr
<b>PYRIDINCARBOKSAMIDER</b>	
Teppski	Blædder i kartofler og korn
<b>ANDRE</b>	
Avant 150 EC (indoxacarb)	Glimmerbøsser i raps

## VIDSTE DU?

### SENE SPRØJTNINGER GIVER FLERE GLIMMERBØSSER ÅRET EFTER

Hvis du sprøjter mod glimmerbøsser fra begyndende blomstring, slår du også snyltevepsene ihjel, som ellers dræber 25-75 procent af glimmerbøssers larver. Dermed får glimmerbøsserne gode muligheder for at opformere sig til den kommende vækstsæson. Når du sprøjter inden begyndende blomstring, er der kun få snyltevepse klækket, og dermed bevarer du glimmerbøssernes fjender i marken. De fleste larver af skadedyr i raps parasitteres af snyltevepse, så sprøjt kun ved behov.



## GLIMMERBØSSER



FOTO: GHITA CORDSN NIELSEN, SEGES

I Danmark er resistens hos glimmerbøsser mod pyrethroider meget udbredt. Det gælder alle pyrethroider, men Mavrik Vita virker lidt anderledes og har effekt.

Pyrethroiderne, Mavrik Vita undtaget, kan derfor ikke bruges mod glimmerbøsser.

### Behov for bekæmpelse i vinterraps

Antal biller pr. plante:	
tidligt knopstadium	8
sent knopstadium	10
ved begyndende blomstring	20

## RAPSJORDLOPPER



FOTO: ERIK PEDERSEN

I udlandet er der fundet resistens hos rapsjordløpper mod pyrethroider. For at forebygge resistens i Danmark er det vigtigt kun at sprøjte efter behov. Sæt gode fangbakker ud i marken, så får du den mest præcise information om behovet.

### Behov for bekæmpelse

De voksne biller bekæmpes, hvis over 10 procent af bladarealet er bortgravet. Gælder til og med 4-lobladstadiet.

Der er behov for at bekæmpe larver, hvis der fanges mere end 25 rapsjordløpper pr. fangbakke indenfor tre uger.

Anvend to fangbakker pr. 10 ha.

### KONTAKT

Ghita Cordsen Nielsen, landkonsulent  
SEGES  
gseg@seges.dk  
+45 8740 5439 / +45 2028 2695



Læs mere: [www.dansk-ipm.dk](http://www.dansk-ipm.dk)

SEGES  
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.  
Agro Food Park 15  
DK-8200 Aarhus N

T +45 8740 5000  
E info@seges.dk  
W seges.dk





Bilag 8



<http://www.plantevaern.dk/publikationer/resistens.aspx>