

Planteværn Online

Forebyggelse og bekæmpelse af resistens mod herbicider

Opdateret April 2017

Hvad er herbicidresistens?

I Danmark er der stigende forekomster af ukrudt, som er mindre følsomt overfor visse herbicider end tidligere. Dette fænomen kaldes også herbicidresistens. I marken opdages herbicidresistens ved, at effekten af en herbicidbehandling bliver markant lavere end forventet.

De to vigtigste typer af resistens er:

- **'virkningssted-resistens'** (engelsk: target-site resistens).
Herbicider virker ofte ved at binde sig til et enzym i planten, og dermed blokere en bestemt biokemisk proces. I resistente planter er der sket en ændring på det sted i planten, hvor herbicidet normalt udøver sin virkning. Det medfører, at herbicidet ikke kan bindes til det pågældende enzym, og derfor ikke har nogen effekt. Virkningen er ofte 'on/off', så resistente planter vil være helt upåvirkede af den dosis, som tidligere gav tilfredsstillende effekt. Det betyder, at andelen af resistente planter i marken stiger meget hurtigt.
- **'metabolisk resistens'**
Resistente planter er i stand til at omsætte og inaktivere (metabolisere) herbicidet, som derfor mister sin effekt. Mekanismerne bag den øgede omsætning kendes ikke i fuldt omfang. Resistensen er ikke total, hvilket betyder, at man stadig får nogen – men lavere - effekt af herbicidet end forventet. Opformeringen af resistente ukrudtsplanter går langsommere end med 'virkningssted-resistens'. I praksis vil man opleve en gradvis forringet effekt over flere år, hvorfor denne resistenstype kan være vanskelig at opdage.

Hvilke herbicider er der udviklet resistens imod?

Mange herbicider har samme virkemekanisme i planter. Når en ukrudtsart er blevet resistent over for et herbicid kan det medføre, at følsomheden over for andre herbicider også reduceres. Dette kaldes 'krydsresistens'.

Der er fundet en del tilfælde af resistens og krydsresistens over for flere herbicidgrupper i Danmark. Den første gruppe er de såkaldte **SU-midler**, som indeholder aktivstoffer fra sulfonylurea-gruppen. Den anden gruppe er **triazolopyrimidin-midler**, hvor der som oftest er resistens overfor både SU og triazolpyrimidin-midler. Den tredje gruppe er

fop/dim-midlerne, hvis aktivstofnavne ender på '-fop' eller '-dim'. Metabolisk resistens er et stigende problem for bekæmpelse af græsukrudt.

Internationalt er herbicidresistens et stigende og meget alvorligt problem, og herbiciders virkemekanismer klassificeres internationalt af [Herbicide Resistance Action Committee](#) (HRAC). Der kan læses mere om resistens-klassificeringer og registrerede resistenstilfælde i [Middeldatabasen](#) under de enkelte produkter.

SU og ALS-midler

Disse herbicider klassificeres af HRAC som **klasse B (ALS hæmmere)**.

SU-midlerne virker ved at blokere syntesen af livsvigtige aminosyrer i planter. Dette sker ved at herbicidet binder sig til enzymet acetylactat-synthase (ALS). I resistente planter er der sket en ændring af ALS, så herbicidet ikke kan bindes hertil.

Følgende herbicider er eksempler på produkter, der indeholder SU (aktivstoffer i parentes):

- Ally (metsulfuron-methyl)
- Atlantis WG (mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-Na)
- Express (tribenuron-methyl)
- Harmony SX (thifensulfuron)
- Harmony Plus (thifensulfuron + tribenuron-methyl)
- Hussar OD (iodosulfuron-methyl-Na)
- Lexus (flupyrsulfuron)
- MaisTer (foramsulfuron + iodosulfuron)
- Monitor (sulfosulfuron)
- Hussar (iodosulfuron)

Til gruppen B hører også **triazolopyrimidin-midler**, der ligesom SU-midlerne virker ved at hæmme ALS-enzymet. Selvom der kun er få eksempler på krydsresistens mellem de to grupper vil effekten i PVO overfor SU-resistente ukrudtsarter ofte være nedsat. Dette gøres for at forebygge resistens overfor triazolopyrimidin-midlerne. Der skal helst veksles mellem midler tilhørende helt forskellige virkningsgrupper, når resistens skal forebygges eller holdes nede.

Følgende herbicider er eksempler på produkter, der indeholder **triazolopyrimidin-midler** (aktivstoffer i parentes):

- Broadway (florasulam + pyroxsulam)
- Primus (florasulam)

Fop/dim-midler

Disse midler klassificeres af HRAC som **klasse A (ACCCase hæmmere)**.

Fop/dim-midlerne blokerer fedtsyresyntesen i planter ved at hæmme enzymet acetyl CoA carboxylase (ACCCase). Man har identificeret flere forskellige mutationer, som kan medføre resistens over for fop/dim midler. Krydsresistensmønsteret indenfor gruppen afhænger i nogen grad af hvilken mutation der er til stede.

Følgende herbicider er eksempler på produkter, der indeholder fop/dim-midler (aktivstoffer i parentes):

- Agil 100 EC (propaquizafop)
- Focus Ultra (cycloxydim)
- Primera Super (fenoxaprop-P)
- Topik (clodinafop)

Metabolisk resistens

Metabolisk resistens varierer, og der kan reelt ikke sættes et præcist niveau. I PVO er der taget en beslutning om, at metabolisk resistens sættes til 40 % af effektiviteten overfor ikke-resistente ukrudtsarter, når der er tale om rene fop/dim- og ALS-produkter. Dette skal tages som et billede på, hvordan produktvalg skal ændres, når der er konstateret metabolisk resistens i en mark. Når der er udviklet metabolisk resistens vil dette betyde, at mange midler ikke længere kan leve op til effektkravet. Dermed vil disse løsninger ikke længere være det optimale overfor arter med metabolisk resistens. Produkterne kan stadig optræde i en løsning med blandede produkter, hvis andre, stadig følsomme arter, optræder i marken.

Hvilke ukrudtsarter kan være resistente?

I Danmark overvåger SEGES i samarbejde med Aarhus Universitet udviklingen i herbicidresistens. Dette sker ved, at landmænd indsender spiredygtige frø fra planter, som mistænkes for herbicidresistens, hvorefter Aarhus Universitet udfører test. Kontakt: Solvejg K. Mathiassen Solvejg.Mathiassen@agrsci.dk. Guide til at få testet for resistens kan findes [her](#).

Et monitoringsprojekt blev gennemført fra 2013-2016 af Aarhus Universitet og rapporten kan hentes som [pdf](#). Ikke alle resistente arter blev fundet i dette monitoringsprojekt og rapporten skal ses som supplement til den fulde liste over resistente arter i Danmark (se nedenfor).

Der er i Danmark fundet en del ukrudtsarter, som er resistente overfor **SU-midler**, **ALS-midler** og **fop/dim-midler** eller mod flere middel-grupper samtidig.

| Ukrudtsarter | Resistens-mekanisme | Første registrerede tilfælde | Antal lokaliteter med bekræftet resistens |
|---------------------|--|-------------------------------------|--|
| Alm. rajgræs | Fop/dim-res (ACCCase) ALS-res Metabolisk resistens | 2015 | 3 |
| Agerrævehale | Fop/dim-res (ACCCase) | 2001 | 83 |

| | | | |
|-------------------|--|------|-----|
| | ALS-res Metabolisk resistens | | |
| Fuglegræs | SU-res ALS-res | 1991 | 27* |
| Hanekro | SU-res (ALS) | ? | 1 |
| Hyrdetaske | SU-res (ALS) | 2011 | 1 |
| Italiensk rajgræs | Fop/dim-res (ACCCase) ALS-res Metabolisk resistens | 2009 | 28 |
| Kornvalmue | SU-res ALS-res | 2003 | 10 |
| Lugtløs kamille | SU-res ALS-res | 2010 | 19 |
| Gul okseøje | SU-res (ALS) | 2010 | 2 |
| Vindaks | ALS-res Metabolisk resistens | 2010 | 6 |

Listen bliver løbende opdateret i overensstemmelse med bekræftede resistenstilfælde. *fuglegræs registreres ikke længere på listen da den er alm. forekommende som resistent art i hele landet. Hvis sædvanligt effektive herbicider ikke længere giver den forventede effekt under gode sprøjteforhold, skal du regne med at have ALS-resistens i marken for denne art.

I PVO er de resistente biotyper navngivet efter følgende princip:

- [Artsnavn] SU-res
- [Artsnavn] ALS-res
- [Artsnavn] fop/dim-res
- [Artsnavn] metabolisk

Planteværn Online (PVO) indeholder pt. følgende resistente biotyper af ukrudtsarter:

- Fuglegræs SU-res
- Fuglegræs ALS-res
- Kamille, lugtløs SU-res
- Kamille, lugtløs ALS-res
- Valmue, korn SU-res
- Valmue, korn ALS-res
- Rævehale, ager ALS-res
- Rævehale, ager fop/dim-res
- Rævehale, ager metabolisk
- Rajgræs, ital. ALS-res
- Rajgræs, ital. fop/dim-res
- Rajgræs, ital. metabolisk
- Rajgræs, alm. ALS-res
- Rajgræs, alm. fop/dim-res
- Rajgræs, alm. metabolisk
- Vindaks, ALS-res
- Vindaks, fop/dim-res

- Vindaks metabolisk

Resistens i vores nabolande

De fulde resistensregistreringer kan ses på www.weedscience.org, som er en amerikansk side om resistensudvikling i hele verden. For at se udviklingen for et enkelt land vælg "summaries" og derefter "country summary". Bogstav/tal angivelser henviser til HRAC systemet for virkningsmekanismer. Ved at klikke på hvert enkelt tilfælde kan man se detaljer for registreringen.

Sverige

Der er registreret SU-resistens hos agerrævehale, fuglegræs, kornvalmue og vindaks.

Der er registreret fop/dim-res hos agerrævehale, hvor der samtidig er dobbelt og tredobbelt resistens med SU-res og fedtsyresyntesehæmmeren, prosulfocarb (Boxer)

Desuden er der registreret resistens overfor MCPA (auxinvirkning) hos agertidsel, overfor metamitron og metribuzin (fotosystem II hæmmer) hos hvidmelet gåsefod og overfor isoproturon (fotosystem II hæmmer) hos vindaks.

Norge

Der er registreret SU-resistens hos alm. spergel, ager-svinemælk, fersken pileurt, fuglegræs og lugtløs kamille.

Desuden er der registreret resistens overfor metribuzin og linuron hos hvidmelet gåsefod, overfor simazine hos alm. brandbæger og en-årig rapgræs, alle disse midler er fotosystem II hæmmere.

Tyskland

Listen over resistente ukrudtsarter i Tyskland er lang og indeholder både SU-res, fop/dim-res og fotosystem II hæmmere. Der er både dobbelte og tredobbelte resistenstilfælde. Se mere på www.weedscience.org

Strategi for bekæmpelse

Forebyggelse af udvikling af resistente populationer

Resistente biotyper opstår ved en udvælgelse af de mindst følsomme individer i en ukrudtsbestand efter flere behandlinger med samme herbicid eller herbicider med samme virkemåde.

Der er ikke eksakte forsøgsresultater som viser, hvor langt interval man bør holde mellem anvendelse af herbicider med samme virkemekanisme, for at opnå god sikkerhed mod resistensudvikling.

Følgende strategier anbefales til at hindre eller forsinke udvikling af resistens:

- **skift systematisk mellem virkningsmekanismer** hver vækstsæson.
- anvend **herbicidblandinger** med forskellige virkningsmekanismer, som hver især har god effekt overfor de aktuelle ukrudtsarter
- sørg for et **alsidigt sædskifte** – herved undgås opformering af bestemte ukrudtsarter og der vil være større variation i herbicidvalg
- **undgå store ukrudtstætheder**. Jo flere ukrudtsplanter der er tilstede, jo større er chancen for tilstedeværelse af resistente planter

- Indarbejd **mekanisk ukrudtsbekæmpelse** i dyrkningsstrategien

Der bør udvises særlig opmærksomhed ved ensidig dyrkning af vintersæd, hvor specielt græsukrudsarterne kan opformeres og ved reduceret jordbearbejdning, hvor resistente planter hurtigt kan sprede sig.

SEGES har lavet et informationsark om forebyggelse af resistens, som kan findes [her](#).

For yderligere information om IPM henvises til informationsmateriale fra SEGES (www.dansk-ipm.dk)

Bekæmpelse af resistente populationer

Alle **resistenstyper er alvorlige**, idet resistente planter og deres afkom aldrig vil genvinde normal følsomhed. Derfor bør resistente bestande bekæmpes med henblik på **total udryddelse**.

Dette kan ske ved at kræve omkring 95-97 % effekt ved brug af andre herbicid-virkemekanismer og/eller andre bekæmpelsesmetoder i flere vækstsæsoner, indtil der ikke længere er spiredygtige frø eller andre levende plantedele af de resistente biotyper.

I PVO kræves resistente biotyper bekæmpet med følgende effekter i forskellige tæthedsklasser:

| | |
|-------------------------------|-----|
| • ½ - 1 pl./m ² : | 95% |
| • 2- 10 pl./m ² : | 95% |
| • 11- 40 pl./m ² : | 95% |
| • 41-150 pl./m ² : | 96% |
| • >150 pl./m ² : | 97% |

Ifølge litteraturen, dør ukrudtsfrø i jorden med en hastighed, som bedst angives med en halveringstid. Dette betyder, at der selv efter mange års effektiv bekæmpelse kan være enkelte spiredygtige frø i jorden, som hurtigt kan genetablere en ny, resistent population. Levetiden varierer mellem ukrudsarter, og derfor anbefales effektiv bekæmpelse af resistente biotyper i følgende antal år:

| | |
|-------------------------|---------|
| • Fuglegræs | 6-8 år |
| • Kamille, lugtløs | 6-8 år |
| • Valmue, korn | 8-10 år |
| • Rævehale, ager | 4-6 år |
| • Rajgræs, ital. + alm. | 4-6 år |
| • Vindaks | 4-6 år |

PVO indeholder doseringskurver for de resistente biotyper, som udviser meget ringe effekt af de herbicider, som de er resistente overfor. For metabolisk resistens er der lagt et niveau på 40% af effekten overfor følsomme biotyper. Herved tvinges PVOs Problemløser til at vælge herbicider med andre virkemekanismer, som forventes at have samme effekt på både resistente og ikke-resistente biotyper.