

RESISTENS – Den usynlige fjende



Resistente ædelgranlus i en nordmannsgranjuletræs kultur på Midsjælland, der slet ikke reagerede på behandling med pyrethroider. Ved at skifte til et middel med anden virkningsmekanisme blev lusene dog bekæmpet.

Resistensudvikling er et stadigt stigende problem inden for mange områder i samfundet. Siden de første opgørelser i 1950'erne er antallet af registrerede tilfælde med udvikling af resistens blandt bakterier, planter, insekter og svampe og andre skadevoldere steget stødt. Udviklingen er særdeles uheldig, da det ikke blot udfordrer jordbrugets produktion, men også den generelle sundhed i samfundet. Hvis resistensudviklingen fortsætter i samme tempo som hidtil, kan samfundet stå over for store udfordringer i fremtiden. Der er dog håb forude, for med få simple principper kan vi gøre meget for at forebygge udviklingen af resistens mod bekæmpelsesmidlerne.



I landbruget er resistente glimmerbøsser et problem i rapsmarkerne.

kæmpelsesmidler kom på markedet i første halvdel af 1900-tallet, at der for alvor skete fremskridt inden for det moderne planteværn. Opdagelsen af kemiske bekæmpelsesmidler muliggjorde nemlig en direkte og markant forøgelse af landbrugets produktivitet. Sammen med bedre teknik blev det muligt at brødføde flere mennesker – endda med en mindre arbejdsindsats per areal.

De første historier om resistens starter med de første bekæmpelsesmidler. Blandt de tidligste bekæmpelsesmidler var insektmidlet DDT, som på grund af dets store effektivitet er blevet brugt i stor udstrækning over hele verden til bekæmpelse af blandt andet malariamyg. Midlet så dagens lys første gang i 1874, men dets effekt mod insekter blev først opdaget i 1939. Midlet viste sig hurtigt at være særdeles effektiv i bekæmpelsen af en lang række skadedyr, og da midlet samtidigt har en lav akut giftighed overfor mennesker, blev anvendelsen af DDT hurtigt vidt udbredt i det meste af verden.

Det varede alligevel ikke længe før midlet, på trods af et stigende forbrug og en højere hyppighed af bekæmpelserne, begyndte at vise sig mindre og mindre effektivt. Gradvist oplevede man flere og flere steder tilfælde, hvor effekten af bekæmpelsen var stærkt faldende: I 1947 registrerede man således det første tilfælde af resistens overfor midlet hos husfluer og i 1959 hos malariamyg. Samtidigt fandt man ud af, at DDT havde uønskede effekter på nogle dyrearters (og muligvis menneskers) formeringsevne, hvorfor midlet i dag er forbudt i mange lande verden over. På trods af den faldende effektivitet af midlet, bruges det dog fortsat meget ensidigt og i stor udstrækning

Tabel 1. Registrerede tilfælde af herbicidresistens hos en række ukrudtsarter – opgørelse fra 2012. Fra Dansk Planteværn.

Ukrudtsart	Første forekomst	Antal lokaliteter
Fuglegræs	1991	26
Hanekro	1999	1
Ager-rævehale	2001	43
Kornvalmue	2003	8
Italiensk rajgræs	2009	13
Lugtløs kamille	2010	6
Gul okseøje	2010	2
Vindaks	2010	2

Af Rune Vesterager Asmussen

De første bekæmpelsesmidler

Lige så længe vi mennesker har dyrket jorden, har vi måttet bekæmpe en lang række forskellige skadevoldere i form af skadedyr, ukrudt og svampe. Det var dog ikke før, at de første kemiske be-

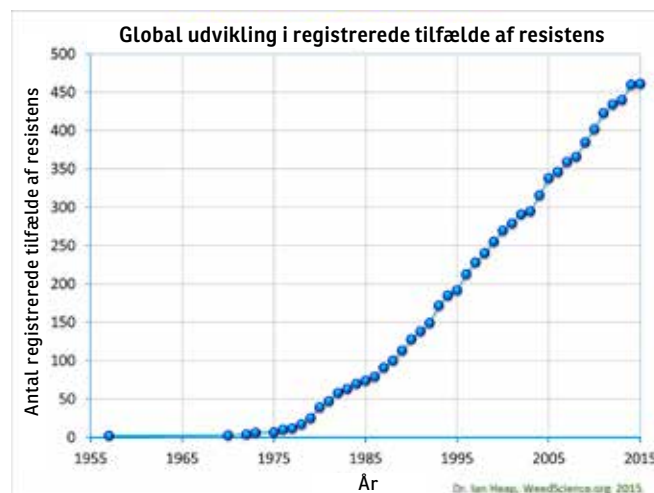
i mange udviklingslande, da det er et billigt middel, og da den akutte giftighed for mennesker, som nævnt er lav. Man har med andre ord ikke råd til ikke at bekæmpe malariamyggene med dyrere og mere effektive midler.

Udviklingen i resistenstilfælde

Historisk set har man for hver ny stofgruppe (for eksempel pyrethroider, carbamater og neonikotinoider) set resistensudvikling hos en række af de mest centrale skadevoldere over for midlerne et sted mellem to og tyve år efter deres introduktion på markedet.

I Danmark kender vi også til tilfælde af resistensudvikling blandt en række forskellige skadevoldere. Fuglegræs, kornvalmue, ager-rævehale og rajgræs er blandt nogle af de ukrudtsarter, som på flere lokaliteter i Danmark har udviklet resistens mod nogle bestemte herbicidtyper. Blandt skadedyrene har man siden 2001 kendt til tilfælde med resistens over for pyrethroider hos flere forskellige insekter. Over hele landet er der således registreret resistens hos glimmerbøsser, og der er ligeledes registreret lokale tilfælde af resistens hos ædelgranlus og ferskenbladlus.

Skønt pesticidresistens indtil videre forekommer i et forholdsvist begrænset omfang i Danmark er udviklingen på globalt plan stødt stigende, hvilket kun alt for tydeligt illustreres af figur 1. Siden de første opgørelser i 1950'erne er der registreret flere



Figur 1. Udviklingen i registrerede tilfælde af ukrudtsarters resistens overfor herbicider på verdensplan siden 1955. Figuren viser forekomsten af unikke resistenstilfælde, hvilket vil sige den enkelte ukrudtsarts resistens overfor en given virkningsmekanisme. Fra weedscience.org.

end 450 unikke tilfælde af herbicidresistens, og stort set hvert år registreres nye tilfælde af herbicidresistens. Skal man have det samlede billede af den totale resistensudvikling, skal man i tillæg til udviklingen af resistens hos ukrudt også inddrage udviklingen hos skadedyr og svampe. Her ser man desværre lignende tendenser, og blandt skadedyrene er der registreret mere end 500 tilfælde af resistensudvikling. I takt med den globale handel, ser vi desuden, at skadevoldere kan sprede sig over store afstande og pludselig være til stede i et land, hvor arterne ikke tidligere har været registreret. Dette perspektiv gør, at det er relevant at have den globale udvikling i resistenstilfælde med i betragtning, når vi betragter situationen i Danmark. Der er således behov for en langsigtet indsats hos både brugere og producenter af bekæmpelsesmidler for at bremse den uheldige udvikling og sikre et fortsat effektivt planteværn.

Hvad er resistens, og hvorfor opstår det?

Resistens er helt overvejende et genetisk fænomen. Gener bestemmer for en stor del en organismes fysiske egenskaber som for eksempel graden af, hvor følsom en skadevolder er overfor et bekæmpelsesmiddel. Gener er derfor helt centrale i bekæmpelsen af forskellige skadevoldere og forebyggelsen af resistensudvikling.

Når individer i en bestand reproducerer sig, bliver en helt unik kombination af gener videreført til bestandens afkom, den næste generation. Hvilke gener, der føres videre fra en generation til den næste, bestemmes af en lang række forhold – summen af disse kaldes selektionspresset. Hvis ikke vi mennesker påvirker bestanden af skadevoldere, vil det være en kombination af naturlige forhold som for eksempel temperatur, nedbør, læ, solindstråling, fødegrundlag, forekomsten af rovdyr og planteædere, konkurrence, jordbundsforhold med videre, som tilsammen udgør selektionspresset på bestanden. Alle disse forhold er medvirkende til at afgøre hvilken, samt hvor stor en andel af bestanden, der vil kunne reproducere sig. De individer, der klarer sig bedst under de givne forhold, vil have de bedste vilkår for at føre sine gener videre.

one2trees

Skræmmedragen -undgå fugleskader



{Nyhed 2016}
Både 10m og
12m teleskopstang!

Patenteret drejefod
- undgå snoninger

Let og hurtig opsætning
- spar arbejdet med fuglepinde

Fuldskalaforsøg viser
samme effekt som fuglepinde
- læs mere på www.123s.dk

Mange forbedringer der er udviklet
i tæt samarbejde med vores kunder

Ring og hør nærmere
og bestil en fremvisning!

info@123s.dk
+45 53 35 32 19
Hadrupvej 11

www.123s.dk
+45 28 73 03 85
8350 Hundslund

Figur 2. Principtegning for udviklingen af resistens. 1) En population af skadedyr bekæmpes med et bekæmpelsesmiddel. 2) Bekæmpelse rammer meget sjældent 100 % af en population. For eksempel rammer midlet 90 % af populationen. Af disse 90 % findes der en lille andel af individerne, der er resistente. 3) Generne, der bestemmer resistensen, gives efter videre til de næste generationer, som igen kan videregive generne. 4) Den nye generation af skadedyrene har nu en større andel resistente individer. Lad os sige, at alle ikke-resistente individer dør efter næste bekæmpelse. I det tilfælde vil der nu kun være resistente individer tilbage, som kan formere sig og give de resistente gener videre. 5) Bestanden af skadedyr er blevet resistent. Figur fra Dansk Planteværn.

Når vi anvender bekæmpelsesmidler, sker der dog det, at vi går direkte ind og påvirker forholdene for en bestand af skadevoldere meget markant, hvilket altså har betydning for, hvilke gener der kan videreføres til næste generation. Vi øger altså selektionspresset på bestanden i én bestemt retning, og bekæmpelsesmidlet bliver dermed den primære faktor i selektionspresset.

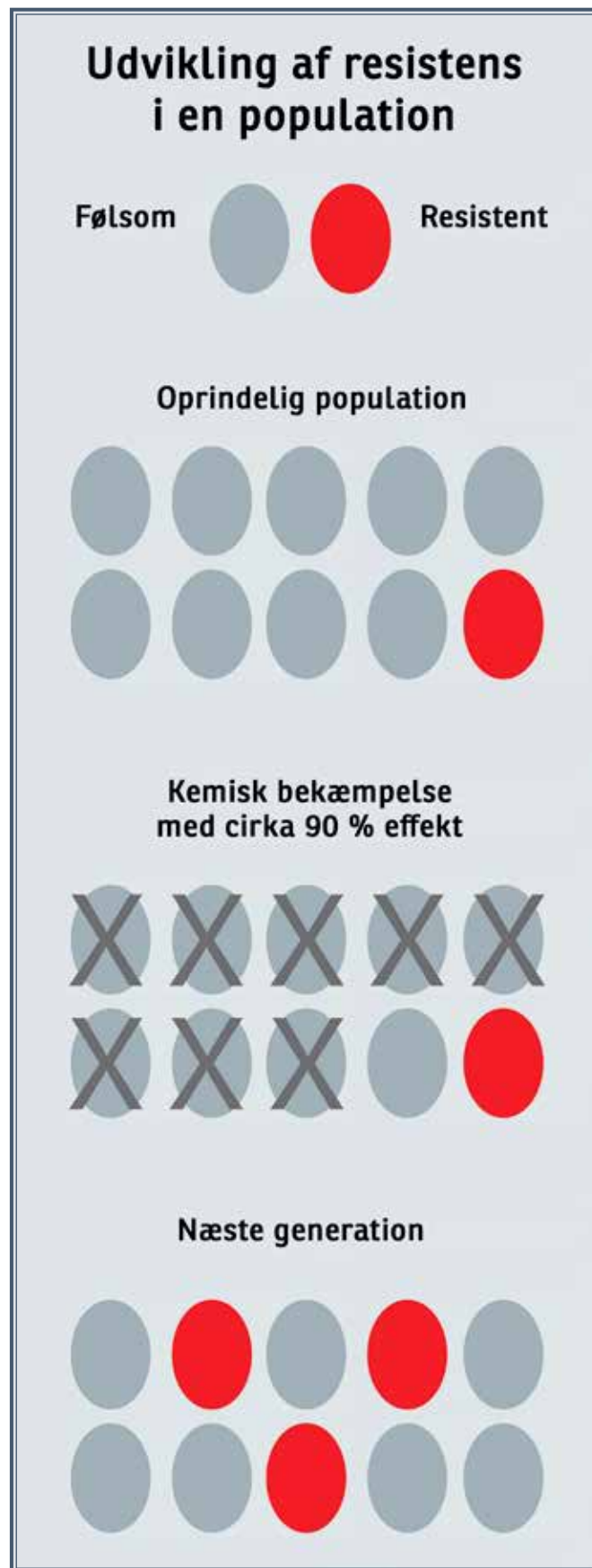
Mens langt størstedelen af bestanden vil være følsomme overfor et bekæmpelsesmiddel, vil der blandt nogle af skadedyrene findes individer, der ikke bliver påvirket i tilstrækkelig grad af behandlingen. Dette skyldes, at disse individer har en lavere følsomhed overfor bekæmpelsesmidlet. Den nedsatte følsomhed skyldes, at de fra naturens side (qua deres gener og disses egenskaber) er prædisponeret til at være mindre følsomme overfor den måde, hvorpå bekæmpelsesmidlet virker – den såkaldte *virkningsmekanisme*.

Som en grov sammenligning kan der drages paralleller til allergi hos mennesker. Mens nogle har allergi over for noget bestemt, har andre det ikke. Nogle mennesker kan opleve særdeles alvorlige symptomer fra nødder, mens andre er helt upåvirkede. Det bestemmes alt sammen af vores gener. Det samme gør sig gældende for resistens hos skadevoldere – uanset om det er i form af ukrudt, skadedyr eller svampe.

De mindre følsomme individer i en bestand vil altså kunne overleve behandlingen med et bekæmpelsesmiddel (med én specifik virkningsmekanisme). Hvis der blot var et resistent individ tilbage i bestanden og dermed ingen andre at formere sig med, ville problemet ikke være særlig stort, da resistensgenerne ikke ville kunne gives videre. Da en bekæmpelse stort set aldrig rammer 100 % af skadevolderne, vil der altså i de fleste tilfælde være mulighed for, at skadevolderne kan formere sig efter behandlingen, og give "resistensgenerne" videre til næste generation (figur 2).

Gentager man efterfølgende behandlingen med et bekæmpelsesmiddel med samme virkningsmekanisme, vil størstedelen af skadevolderne til stadighed dø, mens de resistente individer fortsat vil overleve. Disse individer kan således give deres gener videre til næste generation, som igen kan give egenskaben videre til efterfølgende generationer. Jo flere generationer skadevolderne har på et år, jo hurtigere vil resistensudviklingen ske. Snebolden ruller...

Generne, som giver den nedsatte følsomhed/resistens, kan dog også opstå spontant som følge af genetisk mutation hos et eller flere individer. Dermed behøver generne ikke udelukkende at være direkte nedarvet fra den forrige generation.



Udvikling af resistente arter og selektionspres

Resistens har været anvendt af producenterne af bekæmpelsesmidler i mere end tyve år. Monsanto udviklede således allerede for tyve år siden Roundup Ready® sojabønner, efterfulgt indenfor få år af bomuld, raps og majs. Fordelen ved afgrøderne er, at de

Hjorthede - Mere end kvalitetsplanter!



* Gode danske afstamninger
* Præcis levering
* Faglig stærk sparring

Morten Jacobsen
Skov- og landskabsingeniør
mja@hjorthede.dk

Søren Løth
Skov- og landskabsingeniør
slt@hjorthede.dk

Tlf: +45 8668 6488

HAR DU BRUG FOR ASSISTANCE INDEN GLOBALG.A.P. CERTIFICERING ?

- SÅ ER DER HJÆLP HER...

HUSK
GLOBALG.A.P.
version 5 fra
1. juli 2016

IntroCert

Lis Sørensen
mobil 4068 2030
lis@introcert.dk
www.introcert.dk



JULETRÆSSPRØJTE - MODEL CT



Den nye model tågesprøjte til juletræer/skovbrug fra Schumann har en nyudviklet blæsertud og dyseplacering med 360 gr drejning. Sprøjten er dansk fremstillet - stærk og robust - fås som liftsprøjte og trailersprøjte fra 500 - 5500 liter.

SCHAUMANN SPRAYERS

SINCE 1935

Michael Christoffersen

Lillemarksvej 6A | DK-5600 Faaborg

+45 70 20 70 72 | info@schaumann-sprayers.com

Se mere info på www.schaumann-sprayers.com

kan modstå glyphosat, som er et ikke-selektivt herbicid, hvilket vil sige, at det bekæmper alle planter - ukrudt som afgrøder. Laver man derimod en afgrøde resistent mod glyphosat, kan man sprøjte det på afgrøden uden bekymringer for, at det tager livet af denne og samtidigt få en effektiv bekæmpelse af ukrudtsarterne. Konsekvensen af de Roundup Ready® afgrøder var, at de blev adopteret af titusindvis af landmænd, der efterfølgende på millioner af hektarer næsten udelukkende brugte glyphosat. Konsekvensen af dette var altså, at planteværnet blev enormt ensidigt, og at selektionspresset på ukrudtsarterne blev det ligeså. Man fremmer så at sige resistensudvikling i ukrudtsarterne ved kun at bruge midler med en virkningsmekanisme i planteværnet. Som en konsekvens heraf dør man i dag mange steder i Nordamerika med ukrudtsarter, der er resistente overfor glyphosat.

Pesticidresistens er altså en helt naturlig konsekvens af, at vi bruger bekæmpelsesmidler, men ved at bruge nogle få effektive principper i planteværnet, kan resistensudvikling dog forebygges. Endeligt skal det nævnes, at resistens *ikke* kun er et problem i forhold til bekæmpelsesmidler. Resistens kan for eksempel også opstå som resultat af en ensidig mekanisk bekæmpelse. Variation er nøgleordet.

Forskellige former for resistens

En af de mest almindelige former for resistens er den såkaldte "metaboliske resistens", som i praksis betyder, at resistente individers stofskifte nedbryder bekæmpelsesmidlerne hurtigere end ikke-resistente individer. Insektmidler bliver for eksempel nedbrudt af insekternes enzymesystem. Mens ikke-resistente individer vil have en utilstrækkelig nedbrydning af bekæmpelsesmidlerne, vil resistente individer have en mere effektiv nedbrydning af midlerne på grund af en højere koncentration eller mere effektiv form af disse enzymer.

Metabolisk resistens er et stort problem, fordi den typisk rammer flere midler med forskellig virkning. Det gør resistenstypen besværlig at håndtere, da det er svært at forudsige, hvilke midler, der fortsat vil have en god effekt på skadevolderen. Yderligere opstår metabolisk resistens ofte gradvist, hvilket kan gøre den svær at opdage på et tidligt stadie og sætte ind med rettidig omhu.

En anden form for resistens er det, man kalder "target site resistens". Denne form for resistens sker som følge af genetiske og fysiske ændringer i skadevolderen, som i praksis forhindrer midlets aktivstof i at virke på det ønskede sted i skadevolderen (heraf target site). Når ikke aktivstoffet kan bindes/interagere, vil effekten af insektmidlet altså reduceres eller helt elimineres. Target site resistens opstår typisk pludseligt, spredes hurtigt og giver ofte fuldstændig resistens.

I relation til resistensudvikling hos insekter taler man også om en resistens på grund af et *ændret adfærdsmønster*. I Afrika har man således oplevet, at bekæmpelsen af malariamyg blev mindre effektiv, da myggene ændrede adfærd fra at hvile indendørs til at hvile udendørs. Da bekæmpelsen foregik indendørs, hvor insekterne tidligere opholdt sig, var effekten derfor begrænset. Denne form for resistens kan man dog relativt let komme til livs ved at ændre bekæmpelsesteknikken. Det kræver dog, at man registrerer, hvorfor bekæmpelsen er fejlslagen, og hvordan insekternes adfærdsmønster er ændret.

Resistens kan også skyldes en *nedsat indtrængningsevne* af bekæmpelsesmidlerne. Den nedsatte indtrængningsevne kan opstå, hvis en skadegører for eksempel udvikler et tykkere "panser" mod bekæmpelsesmidlerne. Det gør, at midler, der virker ved kontakt, er mindre eller slet ikke effektive. Vi drager for eksempel selv nytte af nåletræernes kraftige vokslag på nålene, hvilket gør, at vi med ro i sindet kan anvende glyphosat bredsprøjtet i efteråret, når træerne af afmodnede. Tidligere på vækstsæsonen, hvor træerne endnu ikke er afmodnede, er "panseret" ikke udviklet, og midlet vil derfor også virke på kulturplanterne.

Endeligt kan resistens være grundlagt i en kombination af de forskellige former for resistens.

Det er vigtigt, at man grundigt overvejer, hvad der kunne ligge bag, hvis bekæmpelsen af en skadevolder slår fejl. Hvis bekæmpelsen ikke er effektiv, behøver det ikke at skyldes, at skadevolderen er resistent. Andre mulige forklaringer kunne være, at udbringningsteknikken har været ufuldstændig, at man har udført bekæmpelsen under de forkerte forhold (for eksempel udbringning på våde planter eller ved en forkert temperatur med videre). Sørg derfor altid for nøje at undersøge, hvilke forhold, der giver de bedste betingelser for en effektiv bekæmpelse, *inden* den udføres. I bedste fald er bekæmpelse under forkerte forhold spild af tid, mens det i værste fald kan skade kulturplanterne og dermed være en dyr fornøjelse.

Virkningsmekanisme

Grundlaget for det moderne planteværn og forebyggelsen af resistens er bekæmpelsesmidlernes såkaldte virkningsmekanisme. Der findes en række forskellige virkningsmekanismer inden for ukrudtsmidlerne, insektmidlerne og svampemidlerne, og de er alle bestemt af bekæmpelsesmidlernes indhold af aktivstoffer.

Virkningsmekanismen beskriver den specifikke måde, et bekæmpelsesmiddel virker i en organisme. For herbiciderne kan én virkningsmekanisme være hæmningen af enzymet ALS. Enzymet, der findes i planter og mikroorganismer, er vigtigt for de biokemiske processer i planterne, der fører til dannelsen af flere livsnødvendige aminosyrer. Når enzymet hæmmes, stopper væksten, og ukrudtet vil efterfølgende gå ud. Denne virkningsmekanisme anvendes for eksempel i midler med aktivstoffet florasulam, der findes i ukrudtsmidlerne Saracen og Primus.

En anden virkningsmekanisme blandt herbiciderne kan være en auxin-virkning. Auxin er et plantehormon, som stimulerer plantevækst. Virkningsmekanismen beror på, at syntetiske auxiner i ukrudtsmidlet overstimulerer væksten i ukrudtsplanterne, som i sidste ende fører til, at planterne dør; de vokser sig simpelthen ihjel. Denne virkningsmekanisme kendes blandt andet fra aktivstoffet MCPA, som hyppigt anvendes mod padderokker.

De forskellige bekæmpelsesmidler har ikke nødvendigvis forskellige virkningsmekanismer. Det skyldes, at et middels virkningsmekanisme er direkte forbundet med det eller de aktivstoffer, som findes i midlet. Det er derfor ikke nok blot at skifte til et andet produkt, hvis det nye produkt ikke har en anden virkningsmekanisme. I forlængelse heraf er det samtidigt vigtigt at forstå, at forskellige aktivstoffer kan virke på præcis samme måde. Derfor kan man heller ikke blot veksle mellem forskellige

aktivstoffer – man skal i stedet sikre sig, at de forskellige aktivstoffer også har forskellig virkningsmekanisme.

Når en skadevolder bliver resistent overfor et middel, er resistensen som ofte knyttet til midlets virkningsmekanisme. Hvis en ukrudtsart for eksempel er blevet resistent overfor virkningsmekanismen ALS, bliver man altså nødt til at anvende et middel med en anden virkningsmekanisme for fortsat at opnå en effektiv bekæmpelse af skadevolderen.

To former for virkning

Aktivstoffernes virkningsmekanisme kan være målrettet én specifik funktion (single-site virkning) eller flere funktioner (multi-site virkning). I dag er de fleste midler typisk rettet mod én specifik funktion, da denne type midler giver en mere præcis og målrettet bekæmpelse af skadevolderne. Det er dog samtidigt denne type midler, der lettest udvikles resistens overfor, da det ofte blot er et enkelt gen, der er afgørende for skadevolderens resistens. Midlerne, rettet mod flere funktioner, påvirker som nævnt flere processer i skadevolderen, hvorfor der ofte skal flere gener i spil for, at midlet vil ophøre med at være effektivt. Der er altså en lavere sandsynlighed for, at skadevolderne har den unikke kombination af gener, som vil gøre dem resistente overfor disse typer midler.

Det kan du gøre for at modvirke resistensudvikling:

1) Forebyg behovet for bekæmpelse:

- Vælg egnede arealer og undgå derved svækkede planter og et øget behov for bekæmpelse.
- Vælg det bedste plantemateriale, herunder robuste provenienser og arter.

2) Bedøm behovet for bekæmpelse:

- Udfør kun bekæmpelse, hvis det er nødvendigt.
- Følg skadestærsklerne og undgå unødige bekæmpelse.
- Vælg et produkt, der er effektivt mod skadevolderen.
- Veksl mellem midler med forskellig virkningsmekanisme.

3) Anvend produktet optimalt:

- Brug den korrekte dosering.
- Sørg for rigtig timing til behandling.
- Behandl kun ved de rigtige betingelser.

4) Monitor effekten:

- Vær til stede i kulturen og vurder løbende effekten af behandlingen samt eventuelt behov for opfølgende bekæmpelse. Brug i så fald gerne et middel med en anden virkningsmekanisme.
- Hvis effekten er ufuldstændig, overvej da grundigt, hvad det kan skyldes.
Her kommer overvejelser omkring sprøjteteknik, behandlingstidspunkt, forholdene under behandling samt andre ind i billedet.

Resistensgrupper

Umiddelbart kan det være svært at gennemskue, om forskellige midler med forskelligt aktivstof har den samme eller forskellig virkningsmekanisme. Som en hjælp til at identificere de forskellige aktivstoffers virkningsmekanismer er der udviklet begrebet *resistensgrupper*. Disse grupper indekserer de forskellige aktivstoffer under en række forskellige virkningsmekanismer til hver type bekæmpelsesmiddel.

På de fleste etiketter af nyere dato kan man ofte finde en beskrivelse af risikoen for resistensdannelse samt nogle bemærkninger om midlets virkningsmekanisme (og herunder de såkaldte resistensgrupper). Kan man ikke finde disse oplysninger på produktets etikette, kan man gratis hente oversigtsplakater fra Danske Planteværn med en beskrivelse af de forskellige aktivstoffers virkningsmekanismer og resistensgrupper. Plakaterne findes på webadressen: www.plantevaern.dk/publikationer/resistens.aspx. Middeldatabasen.dk indeholder også en beskrivelse af de enkelte produkters resistensgruppe.

De nævnte resistensgrupper har til formål at kategorisere bekæmpelsesmidlernes virkningsmekanisme på en overskuelig måde, så brugerne får et bedre overblik over disse. Resistensgrupperne er benævnt HRAC, IRAC, FRAC og RRAC (tabel 2), hvoraf de tre førstnævnte er de mest relevante for jordbruget.

Resistensgruppernes navne udspringer af de i tabel 2 nævnte "handlingskomiteer", der arbejder med resistens hos henholdsvis ukrudt, insekter, svampe og gnavere; de såkaldte "RAC's". Komiteernes formål er at arbejde for at bremse den globale resistensudvikling gennem indsamling og distribution af information om resistensudvikling samt udvikling af retningslinjer for arbejde med pesticider og metoder til forebyggelse af resistens.

Når nye bekæmpelsesmidler kommer på markedet, tildeles de en resistensgruppe på baggrund af deres indhold af aktivstof(fer) og virkningsmekanismen, der er knyttet hertil. Tages der for

Tabel 2. Benævnelse af resistensgrupper.

Resistensgruppe	Betydning
HRAC	Herbicide Resistance Action Committee
IRAC	Insecticide Resistance Action Committee
FRAC	Fungicide Resistance Action Committee
RRAC	Rodenticide Resistance Action Committee

eksempel udgangspunkt i ukrudtsmidlet Kerb, som indeholder propyzamid, kan det i tabel 3 ses, at virkningsmekanismen er knyttet til mitose, og derfor hører til resistensgruppen HRAC K1.

Tabellen tager udgangspunkt i oversigterne fra Danske Planteværn og giver et godt overblik over de forskellige aktivstoffer, deres virkningsmekanisme og tilhørende resistensgruppe. Den viste tabel indeholder dog kun oplysninger for herbiciderne, men der findes ligeledes tabeller for insekter, svampe og gnavere. Med oversigterne i hånden har man et godt værktøj til at sikre sig, at man anvender bekæmpelsesmidler med forskellige virkningsmekanismer.

Til kamp mod resistensen

Så lidt som muligt og så meget som nødvendigt. Dette princip er grundlæggende et godt udgangspunkt for at mindske risikoen for resistensudvikling fra skadevoldere. Således er bekæmpelsesstrategier, der bygger på høje doseringer og ensformig brug af bekæmpelsesmidlerne med til at drive resistensudvikling hos skadevolderne.

Pesticidresistens er ikke noget, vi først skal forholde os til, når vi kan se og forstå problemet. Kardinalpunktet er en effektiv forebyggelse, så vi mindsker risikoen for, at pesticidresistens opstår.

Udbringningsteknik og forholdene på tidspunktet for udbringning er vigtige for at få en effektiv bekæmpelse. Overvej derfor altid, hvilke forhold der fremmer og begrænser virkningen af et middel inden bekæmpelsen foretages.



Resistente ædelgranlus på Midsjælland

På Sorø Akademi oplevede man i 2014, at ædelgranlusene langt fra reagerede tilfredsstillende på den traditionelle bekæmpelse med pyrethroidmidlet Karate. Man forsøgte sig også med andre pyrethroidmidler, men lusene var blevet resistente overfor pyrethroider. Det viste sig, at der skulle et middel med en anden virkningsmekanisme til. Man forsøgte sig derfor med Mospilan, der virker anderledes i lusene end pyrethroiderne. Efter kort tid viste det sig, at brugen af en anden virkningsmekanisme var effektiv, og de genstridige lus blev bekæmpet.

Gentagne sprøjtninger med det samme middel vil (før eller siden) medføre, at skadevolderen udvikler resistens over for virkningsmekanismen i det brugte middel. Ved at veksle mellem midler med forskellige virkningsmekanismer, kan man sikre, at midlerne forbliver effektive, da de vil supplere hinanden og gøre resistensudvikling betydeligt mere vanskelig for skadevolderne. Ved at variere mellem to forskellige virkningsmekanismer er man godt i gang, men det skader bestemt ikke at have en tredje med i arsenalet. Problemet på lokaliteten er dog nu, at udvalget af effektive midler er blevet indsnævret, og at behandling med pyrethroider i fremtiden formentlig også vil være ineffektiv.

Gør vi ikke det, kan det få alvorlige konsekvenser – først for den enkelte og senere for samfundet. Det kan lyde som en dommedagsprofeti, men resistens på globalt plan er som indledningsvist beskrevet et stigende problem – ikke kun for jordbruget, men for eksempel også i sundhedssektoren, og derfor er det vigtigt aktivt at arbejde for at bremse den negative udvikling.

Veksling mellem forskellige virkningsmekanismer bør indgå som et fast element i producenters bekæmpelsesstrategi, da det naturligt vil mindske forekomsten af resistente individer. Ved at bruge forskellige virkningsmekanismer vil de få skadevoldere,

der overlever den første behandling, med stor sandsynlighed blive bekæmpet af den efterfølgende. Sandsynligheden for at individer, der overlever en behandling med én virkningsmekanisme også vil overleve behandling med en anden, er lille, og dette forhold er hele kongstanken i at veksle mellem midler med forskellige virkningsmekanismer.

Der er dog en udfordring ved denne anbefaling, da udvalget af midler med forskellige virkningsmekanismer gradvist mindskes – og hvis udvalget af bekæmpelsesmidler med forskellig virkningsmekanisme er begrænset, bliver producenternes



Knowledge grows

Effektiv gødskning

For yderligere
information,
kontakt:
Steen Aarup,
22 83 44 00



YaraMila® 23-3-6 m. Mg, S, B, Mn, Zn

Er en klorfattig specialgødning med højt kvælstofindhold, som gør den specielt velegnet i juletræer, pyntegrønt og andre klorfølsomme afgrøder.



www.yara.dk



bekæmpelsesmuligheder det ligeledes. At udbuddet gradvist mindskes skyldes til dels to forhold:

1) Myndighedernes regulering af området samt 2) manglende udvikling af midler med nye virkningsmekanismer.

Sidstnævnte skyldes ikke alene, at det er meget omkostnings- tungt at udvikle midler med nye virkningsmekanismer, men også at det er en meget kompleks proces. Netop dette forhold gør også, at det er vigtigt, at man i første omgang undgår

resistensudvikling, da det ikke er givet, at der bliver udviklet nye midler. Hos Danske Juletræer arbejder vi derfor aktivt for løbende at have en finger på pulsen og søge godkendelse til mindre anvendelse på bekæmpelsesmidler, som er relevante for vore medlemmer og fortsat giver muligheder for at udføre effektiv plantebeskyttelse. Du kan læse mere om et praktisk eksempel på resistensudvikling mod svampemidler hos gråskimmel på de norske sider (side 42) ■

Tabel 3. Oversigt over resistensgrupper, virkningsmekanismer, aktivstoffer og produktseksempler.

Herbicidresistens			
Resistensgruppe	Virkningsmekanisme	Aktivstoffer	Eksempel på produkt
HRAC A	ACCCase	Clodinafoc-propargyl Fenoxaprop-P-ethyl Fluazifop-P-butyl Clycloxydim Tepaloxymid Tralkoxydim	Topik Primera Super Fusilade Max Focus Ultra Aramo Grasp
HRAC B	ALS	Amidosulfuron Flupyr-sulfuron-methyl-Na Foramsulfuron Iodosulfuron-methyl-sodium Mesosulfuron-methyl Metsulfuron-methyl Rimsulfuron Sulfosulfuron Thifensulfuron-methyl Triasulfuron Tribenuron-methyl Triflusulfuron-methyl Florasulam Pyroxulam	Eagle Lexus Maister Hussar Atlantis OD Ally Titus Monitor Harmony Xoom Express Safari Primus Broadway
HRAC C3	Fotosyntese II	Bentazon Bromoxynil Ioxynil	Fighter Oxitril Oxitril
HRAC F1	PDS	Diflufenican Picolinafen	DFF Pico
HRAC F2	HPPD	Mesotrion	Callisto
HRAC F3	Karotenoid	Aclonifen Clomazon	Fenix Command
HRAC G	EPSPS	Glyphosat	Roundup
HRAC K1	Mitose	Propyzamid Pendimethalin	Kerb Stomp
HRAC N	Lipidsyntese (-ACC)	Ethofumesat Prosulfocarb	Nortron Boxer
HRAC O	Auxin	dicamba 2,4-D MCPA Clopypalid Fluroxypyr	Zoom Mustang forte MCPA Matrignon Starane