

FUNGICIDER OCH FUNGICIDRESISTENS

Historik

I äldre tider har naturliga produkter som vin, urin och saltlake använts för bekämpning av sjukdomar på utsäde. Det första egentliga bekämpningsmedlet kom 1885 genom Bordeaux-vätskan (kopparsulfat + släckt kalk) som användes mot bladmögel på potatis och vin.

I början av 1900-talet fann man att kvicksilverföreningar hade fungicid verkan och de fick stor användning som betningsmedel. Även föreningar med koppar, arsenik och svavel har använts som bekämpningsmedel. På 1940-talet fick bisditiokarbamaterna (maneb, mankozeb m.fl.) sitt genombrott som bekämpningsmedel mot potatisbladmögel.

Det var dock först med de nya systemiska medlen som en kraftig ökning av bekämpning i växande gröda kom till stånd. Bensimidazolerna (Benlate m.fl.) och preparat mot mjöldagg (Calixin, Bayleton) var först på marknaden. I slutet av 1970-talet ökade sprutningarna i stråsåd från några få tusen hektar till över 100 000 ha på bara ett par år. När Tilt introducerades 1983 ökade användningen och var som störst 1986/87 då omkring 600 000–700 000 ha behandlades. Med strobilurinernas inträde under mitten av 1990-talet har intresset för svampbehandling i stråsåd återigen ökat.

Negativa miljöeffekter av kvicksilver ledde 1965 till begränsningar i användningsområdet och 1979 förbjöds kvicksilverbetning av höstsäd. År 1989 kom också förbud mot kvicksilverbetning av vårstråsåd.

Av miljöskäl införde Riksdagen avgifter på bekämpningsmedlen 1986 samt beslutade om ett program för halvering av bekämpningsmedelsanvändningen. Halveringsprogrammet har sedan ytterligare förstärkts och nu är målet att reducera förbrukningen till 25 % av medeltalet för åren 1981–1985.

Resistens

Den stora användningen av bekämpningsmedel har också lett till problem med fungicidresistens mot vissa av bekämpningsmedlen. Fungicidresistens definieras som när patogenen med tillfredsställande resultat inte längre kan kontrolleras med svampbekämpningsmedel.

Verkningsmekanismer

Fungicider (svampbekämpningsmedel) kan verka på olika sätt. En indelningsgrund är kontaktverkande respektive systemiska medel.

De **kontaktverkande** preparaten används i förebyggande (profylaktiskt) syfte innan svampens sporer hunnit gro eller dess hyfer trängt in i plantan. Därför måste plantan hela tiden vara täckt med ett tunt skikt av fungiciden. Genom avtvättning eller nedbrytning av preparatet minskar skyddet och måste i allmänhet förnyas genom upprepade besprutningar. Nyttillväxten är ej heller skyddad. Kontaktverkande preparat används framförallt mot potatisbladmögel. Exempel på denna typ av fungicider är kopparpreparat och Shirilan.

De **systemiska** medlen tränger däremot in i plantan och kan på detta sätt både hindra nyinfektion och stoppa upp redan påbörjade angrepp (kurativ verkan).

I växten transporteras dessa preparat i kärlstängarna tillsammans med vatten och närsalter. Härigenom sprids de i växten och kan ge skydd åt delar som inte träffats direkt av sprutvätskan. Det bör dock noteras att transporten endast sker med transpirationsströmmen i uppåtgående riktning. Sålunda kan inte systemiska medel röra sig från ett äldre blad in i ett yngre. Vid tidig sprutning finns det därför efter en tid ingen eller mycket små mängder av preparatet i ny-

utvecklade plantdelar, vilket kan innebära behov av upprepade bekämpningar vid starkt infektionstryck. Under slutet av stråsträckningen kan man i stråsåd räkna med cirka tre veckors skydd av en bekämpning, medan tidsperioden med fungicidskydd är betydligt kortare vid tidigare behandlingar.

Vissa preparat transporteras snabbt, t.ex. fenpropimorf medan andra har liten rörlighet, t.ex. prokloraz. Preparat av den senare typen kallas även lokalsystemiska.

En annan indelningsgrund är "multi-site" respektive "single-site" ("specific-site") fungicider.

Multi-site fungiciderna inverkar samtidigt på flera olika kemiska processer i svampcellen. I regel förstörs svamparnas cellstruktur genom att dess proteiner och enzymer denatureras och ej kan fungera normalt. Många äldre kontaktverkande medel som koppar- och svavelpreparat är multi-site fungicider, men hit hör också preparat som innehåller mankozeb och guazatin.

Single-site fungiciderna verkar däremot endast på en specifik biokemisk process hos skadesvamparna. De flesta single-site fungiciderna är systemiska. Nedan delas dessa in efter olika verkningsmekanismer.

- **Bensimidazoler (=MBC-preparat)**, hindrar kromosomernas uppdelning vid celldelningen: tiofanat-metyl (Topsin WG), tiabendazol (i betningsmedlet Cevex Vår), fuberidazol (i betningsmedlet Sibutol LS).
- **EBI-medel (Ergosterol Biosyntes Inhibitorer)**, hindrar bildningen av ergosterol som är en viktig komponent i cellmembranen. Av EBI-preparaten finns två typer: DMI-medel (DeMetyleringsInhibitorer) och morfoliner.
 - **DMI-medel**: bitertanol, propiconazol, penkonazol, difenkonazol (triazoler) och imazalil, prokloraz (imidazoler).
 - **Morfoliner**: fenpropimorf (Forbel), fenpropidin (Zenit).
- **Dikarboximider**, stör celldelningen: iprodion (Rovral).
- **Fenylamider**, blockerar RNA-syntesen: metalaxyl (Apron, Epok 600 EC, Ridomil 63 MZ).
- **Pyrimidiner**, hindrar bildningen av aminosyran metionin och därmed proteinsyntesen: cyprodinil (Stereo).
- **Strobiluriner**, hindrar energibildningen i mitokondrierna: azoxystrobin (Amistar), kresoxim-metyl (Mentor).

Populationer och resistensbildning

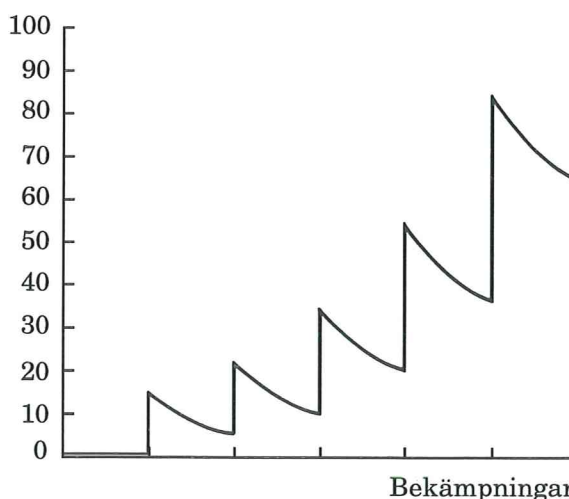
En skadesvamp består av ett stort antal individer – en population – med många egenskaper. Dessa egenskaper kontrolleras av svampens gener – arvsanlag. Exempel på egenskaper är föröknings-

hastighet, temperaturkänslighet och känslighet för bekämpningsmedel.

Känsligheten för bekämpningsmedel varierar inom populationen av skadesvampen. I en population som inte utsatts för ett bekämpningsmedel förekommer det normalt ett litet antal individer med låg känslighet för en viss fungicid. Hos stråknäckarsvampen fann man t.ex. en benomyresistent spor på 100 000 000 normalkänsliga, vilket vid normal förekomst motsvarar ungefär en resistent individ per 50 hektar höstvet.

Vid kemisk bekämpning gynnar man de typer som har låg känslighet för preparatet, medan de känsligaste slås ut – selektion. Om inga andra faktorer inverkade skulle vi efter en tids användning av bekämpningsmedlet endast få kvar lågkänsliga individer i populationen. Den urvalsprocess som styr denna utveckling följer en exponentiell kurva, d.v.s. den är långsam i början för att gå allt snabbare efter hand. Resistens har utvecklats då populationen ändrats så mycket genom ansamling av lågkänsliga individer att bekämpningen får otillräcklig effekt.

Frekvens resistent typer



Schematisk bild som visar principen för hur resistens uppstår.

Av helt avgörande betydelse för resistensutvecklingen är de resistent typernas konkurrens- och överlevnadsförmåga i förhållande till de normalkänsliga, ett begrepp som benämns "fitness". Om frekvensen av resistent typer hinner sjunka tillbaka till ursprungsnivån innan nästa bekämpning sätts in har svampen liten möjlighet att utveckla resistens. Av detta skäl bör därför bekämpningarna begränsas så mycket som möjligt och tiden mellan användningen av samma preparattyp bör vara så lång som möjligt.

Risken för resistensbildning är speciellt stor då svampen har flera generationer per år och bekämpning med samma preparat eller preparat med samma verkningsmekanism görs upprepade

gångar. Det finns exempel där en skadesvamp utvecklat resistens under en växtsäsong vid intensiv användning av preparat av samma typ.

För vissa bekämpningsmedel har man funnit att resistent patogentyper har en kraftigt minskad känslighet. MBC-resistenta typer av snö mögel och stråknäckarsvamparna liksom metalaxyl-resistent potatisblad mögel kan tolerera mer än 100 µg/l medan normalkänsliga typer dödas vid koncentrationer under 0,5 µg/l. I sådana fall förbättras inte bekämpningsresultatet genom att öka dosen. För andra fungicider har man funnit att en liten ändring av känsligheten hos svampen har lett till praktiska resistensproblem. Ett exempel är dodinresistens hos äppelskorv. En motsvarande situation anses föreligga hos många skadesvampar mot EBI-medlen. För gurkanmjöldagg har man funnit att äldre preparat förlorat sin verkan, medan nyare "effektivare" preparat haft god effekt. I en sådan situation skulle en ökning av dosen av det äldre preparatet kunna förbättra resultatet, men risken är att behandlingen då ger skador på växten.

Korsresistens

Preparat som har samma verkningsmekanism kan ge upphov till korsresistens, d.v.s. om svampen är resistent mot ett preparat har inte andra preparat med samma verkningsmekanism effekt mot svampen. Om t.ex. betning med Sibutol LS, som innehåller fuberidazol, gett upphov till bensimidazol-resistens hos snö mögelsvampen kommer en broddbehandling med Topsin WG (tiofanat-metyl) att ge svag bekämpningseffekt.

Resistensens varaktighet

När resistens mot bekämpningsmedel uppstått i en population går den i vissa fall tillbaka mycket långsamt. Hos svampen *Cercospora beticola* var 70 % av isolaten fortfarande resistent mot bensimidazol sju år efter att bekämpningen upphörde. För andra typer av bekämpningsmedel har resistensen minskat snabbare. Dikarboximiderna har t.ex. kunnat användas mot vinblad mögel i begränsad omfattning genom att tillämpa strikta bekämpningsprogram. Hos svamptyper resistent mot EBI-medel har man funnit en minskad överlevnadsförmåga. Risk finns dock att de resistent typerna kan öka sin konkurrensförmåga (fitness) och därigenom motverka resistensens tillbakagång. Svamparnas fitness styr alltså i stor utsträckning resistensens varaktighet.

Resistensproblem i Sverige

Nedan redovisas de problem vi har eller haft med fungicidresistens. Det bör påpekas att mycket lite undersökningar genomförts under senare tid.

Bensimidazol (MBC-preparat)

Resistens hos snö mögelsvampen mot denna preparatgrupp upptäcktes 1983. Under resten av

1980-talet var den så utbredd att man i vissa lägen avrådde från bekämpningar med MBC-preparat. En undersökning 1995/96 visade att frekvensen resistent isolat minskat betydligt och var i storleksordningen 4–8 % mot tidigare cirka 80 %.

Hög frekvens MBC-resistent isolat av stråknäckarsvampen noterades i en inventering av höstvet i Sydsverige 1987 där intensiv bekämpning ägt rum. Läget idag är oklart. MBC-preparat får användas endast en gång per gröda.

Fenylamider

Potatisblad mögel resistent mot metalaxyl konstaterades 1985 i Sydsverige. Nya undersökningar har visat att resistensen är utbredd i hela landet. Preparat som innehåller metalaxyl bör användas högst två gånger i potatisgrödan och ej i utsädesodlingar.

EBI-medel

I mitten av 1980-talet förekom en minskning av känsligheten mot DMI-medel hos mjöldagg på korn. Genom användningen av morfolinpreparat syns resistensen ha minskat.

Kvicksilver

I mitten av 1980-talet konstaterades utbredd resistens mot kvicksilverpreparat hos *Drechslera teres* som orsakar kornets bladfläcksjuka. Detta var en av orsakerna till att kvicksilverbehandling förbjöds 1989. Resistens mot kvicksilver har också påträffats hos *D. graminea* som orsakar strimsjuka och *D. avenae* som orsakar havrens bladfläcksjuka.

Strobiluriner

På kontinenten förkommer allmänt resistens hos vetemjöldagg mot denna preparatgrupp. I Sverige har resistens konstaterats i Skåne och Kalmarområdet samt på Öland. Resistenssituationen i övriga Sverige är inte undersökt.

Åtgärder för att fördröja resistensbildning

För att motverka ökningen av resistent typer i svamppopulationer, d.v.s. motverka resistensbildningen, kan följande åtgärder vidtagas:

- Välj en odlingsteknik som minimerar bekämpningsbehovet – beakta växtföljd, sortval, gödsling, såtid, jordbearbetning.
- Spruta vid uppnådd bekämpningströskel, vänta inte.
- Använd inte högre dos än nödvändigt.
- Växla mellan eller blanda preparat med olika verkningsmekanismer. Helst skall det ena preparatet vara av multi-site typ.
- Observera risken för korsresistens mellan preparat.
- Flera bekämpningar med låga doser bör undvikas. Selektionstrycket i odlingen blir då långvarigt och risken för resistensbildning ökar.

Litteratur

- Brent, K.J. 1995. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed? FRAC Monograph No.1, 48 sid. GCPF, Bryssel.
- Brent, K.J. & Hollomon, D.W. 1998. Fungicide resistance: The assessment of risk. FRAC Monograph No.2, 48 sid. GCPF, Bryssel.
- Haegermark, U. 1986. Fungicidresistens – en litteratursammanställning. Växtskyddsrapporter Jordbruk 40. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Haegermark, U., Nilsson, S. & Nilsson, G. 1988. MBC-resistens hos stråknäckarsvampen (*Pseudocercospora herpotrichoides*) på höst-vete i södra Sverige. Ogräs- och växtskyddskonferenserna 1988. s. 39–47.
- Olofsson, B. 1989. Metalaxylkänsligheten hos svenska stammar av potatisbladmögel (*Phytophthora infestans*). Nordisk Planteværns-konferens 1989, Sektion för Botanik, Zoologi, Nematologi, Virologi, Ukrudt og Kemi. Statens Planteavlsforsøg. s. 155–158.
- Olvång, H. 1987. Investigations of resistance to fungicides in some plant pathogen–fungicide systems in Sweden. Växtskyddsrapporter Avhandlingar 16. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Text

Hans Olvång
SLU
Inst. för ekologi och
växtproduktionslära
Box 7043
750 07 Uppsala
Tel. 018–67 10 00
Fax. 018–67 28 90



Illustration

Kajsa Göransson

Reviderat oktober 2001

Faktablad om växtskydd utges inom områdena Jordbruk och Trädgård.

Faktabladerna kan beställas som årsabonnemang, komplett serie eller enstaka exemplar.

Eftertryck av denna publikation är förbjudet enligt lag. Den som vill mångfaldiga något av innehållet måste först få tillstånd från SLU. Tel: 018–67 23 47 (trädgård), tel: 018–67 26 53 (jordbruk), fax: 018–67 28 90. Adress: SLU, Box 7044, 750 07 Uppsala.

ISSN 1100-5025

© Sveriges lantbruksuniversitet

Ansvariga utgivare: Jordbruk: Roland Sigvald
Trädgård: Maj-Lis Pettersson

Redaktörer: Jordbruk: Eva Twengström
e-post: Eva.Twengstrom@evp.slu.se
Trädgård: Maj-Lis Pettersson
e-post:

Maj-Lis.Pettersson@entom.slu.se
Hemsida: <http://www.tvs.slu.se/>

Distribution: SLU Publikationstjänst
Box 7075, 750 07 Uppsala
Tel. 018–67 11 00
Fax. 018–67 35 00
e-post: publikationstjanst@slu.se