

RESISTENS MOT INSEKTSBEKÄMPNINGSMEDEL

Inom en insektsart kan det finnas individer som är okänsliga för insektsbekämpningsmedel, d.v.s. de är resistent mot insekticider. Dessa resistent individer bär på arvsanlag som gör att de överlever en behandling med en insekticid. Eftersom egenskapen resistens är ärftlig kan den överföras till insekternas avkomma.

I en insektspopulation som aldrig har besprutats med en insekticid, är andelen resistent individer oftast mycket låg, vanligtvis mindre än en per flera tusen individer. Efter en insekticid-behandling är andelen resistent individer högre och sannolikheten att arvsanlagen återfinns hos fler individer i nästa generation är stor. Upprepas bekämpningen regelbundet blir fler och fler individer resistent och till slut är insekticiden verkningslös.

I Sverige har vi problem med resistens hos flera insektsarter, bl.a. är resistent rapsbaggar ett allvarligt problem inom oljeväxtodlingen. De flesta resistent insektsarter är dock skadegörare i växthus, t.ex. persikbladlus (*Myzus persicae*) och växthusmjöllus (*Trialeurodes vaporariorum*). I potatisodlingar förekommer resistent persikbladlöss liksom löss av arten *Aphis frangulae*. Det finns inga vetenskapliga undersökningar gjorda som bekräftar att så är fallet, men mycket starka indicier tyder på att resistens mot olika kemiska insektsmedel förekommer hos päronbladloppor (*Cacopsylla spp.*), gurkbladlus (*Aphis gossypii*), bomullsmjöllus (*Bemisia tabaci*) och amerikansk blomtrips (*Frankliniella occidentalis*).

Utveckling av resistens är ett exempel på evolution under en kort tid. Evolution sker när en population utsätts för ett selektionstryck. Detta betyder att någonting i miljön påverkar så att en egenskap blir viktig eller till och med avgörande för en individs överlevnad. Eftersom insekter har hög fortplantningsförmåga kan urvalet gå fort. Många insektsarter som har uppvisat resistens mot kemiska medel har flera generationer om året, hög reproduktionsförmåga, stor genetisk variation och stor spridningsförmåga. Under ett hårt selektionstryck, t.ex. upprepade bekämp-



Persikbladlusen (Myzus persicae) är en bland flera insektsarter i Sverige som har visat tydliga tecken på resistens mot bekämpningsmedel.

ningar, bidrar alla dessa egenskaper till att påskynda urvalet av resistent individer.

Hur utbredd är resistens mot insekticider?

Innan man började tillverka speciella bekämpningsmedel, användes produkter som cyanid, arsenik och svavel mot insekter och även mot svampsjukdomar. Dessa produkter var mycket vanskliga att använda eftersom de är giftiga även för människor och andra däggdjur. Denna egenskap hämmade bruket av produkterna men trots denna begränsning rapporterades elva fall av insekticid-resistens mellan åren 1914 och 1946. DDT började användas som insekticid under andra världskriget och bruket av insektsbekämpningsmedel begränsades inte längre av risken för akut giftighet för människor och djur.

Sverige nämns tidigt i insekticidresistensens historia eftersom de första rapporterna om resistens mot DDT gällde husflugor i Sverige. Efter lanseringen av varje ny typ av insekticid kom rapporter om resistens två till tjugo år efter introduktionen. Idag känner man till mer än 500 arter som har utvecklat resistens mot minst en insekticid. Det finns arter som är resistent mot många preparat. Till exempel är persikbladlus och

kålmal (*Plutella xylostella*) för närvarande resistent mot 71 respektive 51 preparat. Under de drygt 50 år den moderna bekämpningsmedelsindustrin funnits har man fört en enda lång kapprustning mot insekterna.

Bland de insektsarter som rapporterats resistent är 56% växtätande insekter, 39% skadedjur av medicinsk eller veterinär betydelse, och enbart 5% är naturliga fiender såsom rovinsekter och parasitsteklar. Att så stor andel av de resistent insektsarterna är skadegörare beror delvis på att dessa ofta utsätts för kemisk bekämpning. Växtskadegörare har dessutom ofta förmåga att ta hand om kemiska ämnen som finns naturligt hos växter. Många växter innehåller giftiga ämnen som måste oskadliggöras om insekterna ska kunna utnyttja dessa växter som mat.

Hur fungerar resistens?

Resistens mot insektsmedel kan indelas i fyra grupper:

- **Metabolisk resistens**
Resistent insekter kan avgifta eller förstöra giftet snabbare än känsliga insekter.
- **Okänslighet hos proteinet som är målet för insekticiden**
En genetisk förändring gör att insekticiden inte kan påverka insektens nervsystem.
- **Reducerad inträngningsförmåga**
Resistent insekter har utvecklat ett skydd mot upptag av giftet genom huden.
- **Beteenderesistens**
Resistent insekter kan känna igen närvaron av giftet och undvika att komma i kontakt med det.

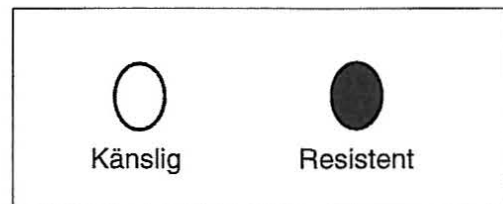
Metabolisk resistens

Metabolisk resistens är den vanligaste typen av resistens. Insekterna använder sina egna enzymer för att bryta ner giftet. Resistent insekter har antingen högre nivåer eller mera effektiva former av enzymer än känsliga insekter. Detta betyder att insekter kan vara mer eller mindre resistent beroende på nivån av enzymer och dosen av insekticiden. Den tidigt uppkomna resistensen mot DDT hos husflugan var ett fall av metabolisk resistens.

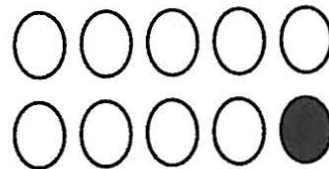
Okänslighet hos insektens enzym

Insekticider som organiska fosforföreningar, klor-nikotinylmedel och karbamater dödar insekter genom att störa enzymet (acetylkolinesteras) som reglerar flödet av kemisk information mellan nervceller. Giftet blockerar enzymet, nervcellerna slutar fungera och insekten dör. När enzymet, som är ett protein, är okänsligt för giftet och inte blockerar är insekten resistent. I den engelska litteraturen kallas denna typ av resistens för MACE (modified acetyl-cholinesterase).

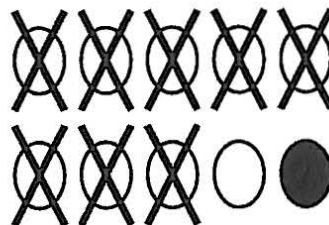
Pyretroider och DDT-liknande insekticider



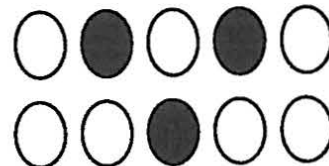
Andelen resistent individer i ursprungspopulationen är ca 10%



Kemisk bekämpning med cirka 90% effekt



Andelen resistent individer i nästa generation blir cirka 30%

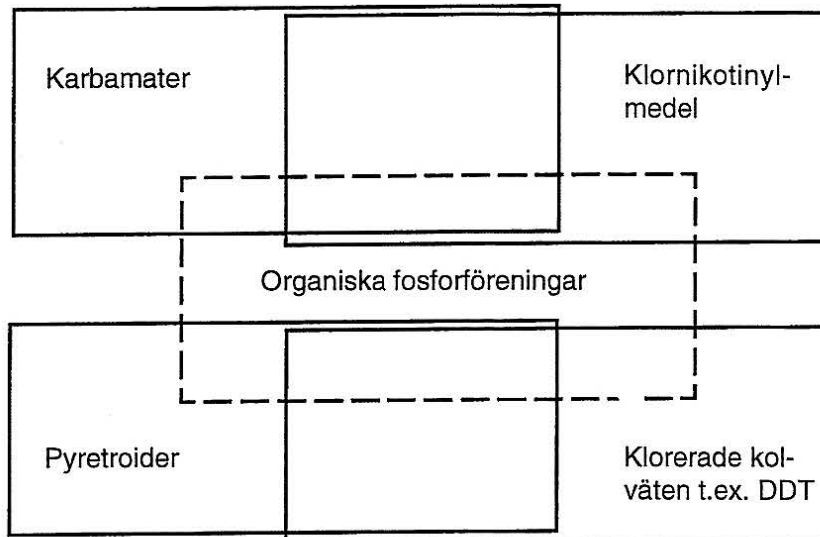


Utveckling av resistens i en population. Andelen resistent individer i ursprungspopulationen är låg men ökar för varje bekämpning.

fungerar genom att påverka ett annat protein (natriumkanal-enzymet) som ansvarar för att skicka signaler längs nerverna. Giftet håller "kanalerna" öppna och det blir en ständig retning av nervsystemet tills insekten dör. Om proteinet är okänsligt för insekticiden är insekten resistent. Resistens av denna typ kallas för "knockdown resistance" (kdr).

Reducerad inträngningsförmåga

Resistens som beror på att insekten har utvecklat ett yttre skydd mot insekticiden är dosrelaterad, d.v.s. högre doser av insekticiden kan motverka resistensen temporärt. Ett exempel på ett yttre skydd är ökad hårlighet hos en insekt. Hos en insekt med glesa hår kan droppar av insekticiden lättare nå huden än hos en med tät behåring.



Förhållandet mellan olika grupper av insekticider. Överlappning mellan rutorna betyder att det finns risk för korsresistens.

Denna typ av resistens fungerar bra mot många olika insektsmedel. Reducerad inträngningsförmåga förekommer ofta i kombination med andra typer av resistens och förstärker skyddet mot giftet.

Beteenderesistens

Den minst vanliga typen av resistens beror på ett förändrat beteende som gör att insekten undviker att komma i kontakt med insekticiden. Eftersom resistens är en ärftlig egenskap måste det finnas anlag för olika sorters beteenden i en insektspopulation för att selektion ska kunna ske.

Individer inom en art av t.ex. bladlöss, som väljer att uppehålla sig på undersidan av bladen kan undvika kontaktverkande insekticider. Om detta beteende är ärftligt kommer andelen löss som väljer undersidan av bladen att öka efter varje insekticidbehandling.

Korsresistens och multipel resistens

Insekter kan bli resistent mot olika grupper av insekticider som har samma sätt att verka. Detta kallas för *korsresistens*. Ett exempel är att insekter som har utvecklat resistens mot DDT är benägna att utveckla resistens mot pyretroider. *Multipel resistens* är när insekten är resistent mot insekticider som har olika sätt att verka. Persikbladlus, kålmal, koloradoskalbagge och malariamygga är exempel på insekter där multipel resistens förekommer.

Åtgärder mot resistens

Det finns förmodligen ingen åtgärd som kan förhindra resistens mot de insektspreparat vi har idag. Man kan enbart fördröja resistensutvecklingen. Eftersom resistens är resultatet av evolution kan den fördröjas genom att minimera selektionstrycket. Därigenom håller man insekter som är känsliga för insekticiden kvar i populationen för att bevara det genetiska anlaget för känslighet.

Behovsanpassning av bekämpning är en av de viktigaste metoderna för att motverka resistensutvecklingen. Insekterna exponeras för giftet enbart när det är nödvändigt för att undvika ekonomisk förlust.

Användning av insekticider med kortvarig effekt är också en möjlighet. En annan åtgärd kan vara att enbart behandla en del av fältet och därmed skapa en frizon eller refug för icke resistent insekter. I de fall alternativa bekämpningsmetoder som biologisk bekämpning eller resistent sorter finns är användning av dessa ett effektivt sätt att undvika resistensproblem.

I stället för att minimera selektionstrycket kan man försöka att döda de resistent insekterna. Metabolisk resistens beror på insektens förmåga att tillverka avgiftningenszymer. Är dosen av insekticiden hög kan även insekter med en hög nivå

Preparatens sätt att verka i insekterna påverkar vilken typ av resistens som utvecklas. Beteenderesistens och resistens som beror på reducerad inträngningsförmåga hos preparatet kan förekomma mot samtliga insekticidgrupper.

| | Metabolisk resistens | Resistens p.g.a. okänslighet hos enzymerna | |
|-------------------------------|----------------------|--|-----|
| | | MACE | kdr |
| Karbamater | x | x | |
| Klornikotinylmedel | x | x | |
| Organiska fosforföreningar | x | x | |
| Pyretroider | x | | x |
| Klorerade kolväten, t.ex. DDT | x | | x |

av enzymer dö. Problemet är att allt högre doser av insektsgifter kan orsaka fara för människor och djur.

Hög eller låg dos?

En fråga som ofta ställs i samband med insekticid-resistens är hur hög respektive låg dos av ett preparat påverkar resistenssituationen. Om strategin är att minimera selektionstrycket är sannolikt låg dos det bättre alternativet. Insekter som är heterozygota, d.v.s. bär på anlag både för känslighet och resistens för insekticiden, kan möjligen överleva och därmed finns anlaget för känslighet kvar i populationen. Men dessa överlevande heterozygota insekter bär också på det resistenta anlaget. Om man vill ta bort denna källa till resistenta anlag är det bättre att använda höga doser av insekticiden. Det är egentligen omöjligt att rekommendera låg eller hög dos om man inte vet hur nedärvingen av resistensanlagen sker. Dessvärre saknas denna kunskap för de allra flesta insekter.

Växla preparat

En vanlig metod för att minska risken för resistens är att växla mellan preparat med olika verknings-sätt. Denna metod är behäftad med en stor risk för multipel resistens. Om det sker en snabb, kontinuerlig utveckling av insekticider med skilda verknings-sätt kan man använda dessa nya preparat och hoppas att insekterna inte hinner utveckla resistens i takt med insekticidutvecklingen.

Resistensens varaktighet

När arvsanlag som medför resistens blir vanliga i en insektspopulation kommer de att finnas kvar även om man slutar att bekämpa. Hur stor andel av insekterna som kommer att bära på dessa anlag efter en tid utan bekämpning är svårt att förutse. Om resistensanlagen ofta nedärvs tillsammans med någon annan egenskap som är till nackdel för insekten kan andelen resistenta insekter minska när selektionstrycket av insekticidbehandlingar är borta. Ett exempel är att resistenta insekter ibland har svårare att överleva vintern än känsliga insekter. Resistenta insekter kan också ha en lägre reproduktionshastighet än icke



Larv av päronbladloppa. Päronbladloppor är i dagsläget mycket svårbekämpade. Det finns starka indicier på att de är resistenta mot både pyretroider och organiska foforföreningar.

resistenta. Det finns tyvärr ingen allmän regel som säger hur insekticidresistenta insekters övriga egenskaper påverkas av resistensen utan detta måste utredas från fall till fall.

Mer att läsa

IRAC – Insecticide resistance action committee (plantprotection.org/IRAC/)

IRAG – Insecticide resistance action group (www.niab.com)

Olvång, H. 2001. Fungicider och fungicidresistens. Faktablad om växtskydd – Jordbruk 33 J. SLU, Uppsala.

Text: Barbara Ekbom
SLU, inst. för entomologi
Box 7044
750 07 Uppsala
Tel: 018-67 26 25
Fax: 018-67 28 90
e-post: Barbara.Ekbom@entom.slu.se



Augusti 2002

Illustrationer: Barbara Ekbom (teckningar) och Karl-Fredrik Berggren (foto).

Faktablad om växtskydd utges inom områdena Jordbruk och Trädgård

Faktabladen 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 66 (jordbruk) resp. 018-67 23 47 (trädgård).

ISSN 0281-8566

© 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
<http://www.entom.slu.se>
Hemsida: <http://www.entom.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