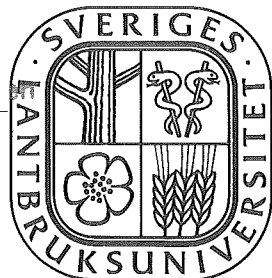
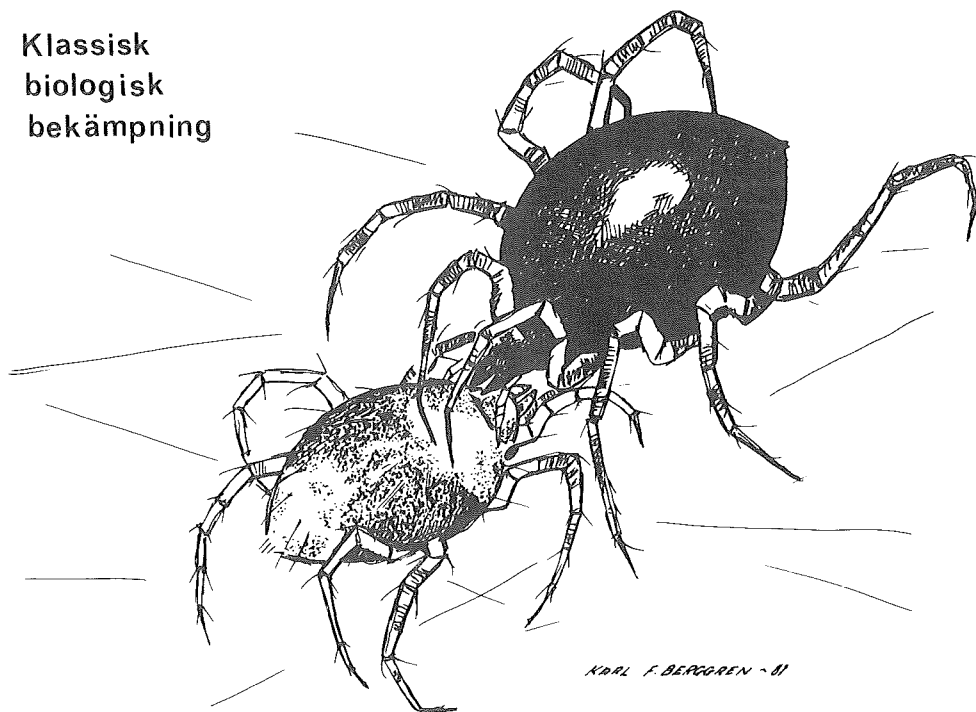


Växt- skydds- notiser



Nr 1—2, 1988 — Årg. 52

Klassisk
biologisk
bekämpning



Teckning: Karl-Fredrik Berggren.

Temanummer: Biologisk och integrerad bekämpning av skadedjur.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<i>Barbara Ekblom:</i> Blir biologisk bekämpning en del av det framtida växtskyddet?	3
<i>Barbro Nedstam:</i> Biologisk bekämpning av skadedjur i svensk växthusodling	8
<i>Margareta Lindhagen och Barbro Nedstam:</i> Försök med biologisk bekämpning av <i>Frankliniella occidentalis</i> (Thysanoptera: Thripidae) med hjälp av rovkvalstret <i>Amblyseius cucumeris</i> (Acari: Phytoseiidae)	13
<i>Jørgen Eilenberg:</i> <i>Entomophthora</i> -svampen til biologisk bekæmpelse af fluer i jordbrug	17

(Forts. på nästa sida)

<i>Leif Øgaard:</i> Insektvirus hos ageruglen	25
<i>Hans-Börje Jansson:</i> Biologisk kontroll av nematoder	32
<i>Gun-Britt Husberg, Irene Vänninen och Heikki Hokkanen:</i> Insektpatogena svampar och nematoder i odlingsjorden i Finland	38
<i>Torgeir Edland:</i> Kan rovmidd nyttast til biologisk bekjemping av skadelege middar i nordisk fruktdyrking?	43
<i>Torgeir Edland och Kåre Hesjedal:</i> Integrerte rådgjerder mot skadedyr i norske frukthagar	47
In memoriam	51
Doktorsavhandlingar	53
Examensarbeten	55
Instruktion till författare	57

Blir biologisk bekämpning en del av det framtida växtskyddet?

Barbara Ekblom, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, Box 7044, 750 07 Uppsala

EKBOM, B. 1988. Blir biologisk bekämpning en del av det framtida växtskyddet? *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 3—7.

Några olika strategier för användning av naturliga fiender för biologisk bekämpning av skadegörare diskuteras. 1) Bevarande biologisk bekämpning, 2) Tillförsel av naturliga fiender för kortverkande biologisk bekämpning, samt 3) Klassisk biologisk bekämpning förklaras och diskuteras. Frågorna om varför biologisk bekämpning inte används mer idag och hur framtiden skall se ut behandlas.

Introduktion

När man talar om biologisk bekämpning menar man ofta att en skadegörare har bekämpats genom att tillföra systemet en ny naturlig fiende. Den allmänna uppfattningen är att man konstaterar vilken skadegörare det är frågan om — skaffar den rätta fienden — varefter naturen uppnår en ny balans — skadegöraren på en nivå under en eventuell bekämpningströskel. Ledstjärnan här är balans eller för att använda den ekologiska termen — stabilitet. Tanken är att systemet når en jämn nivå och håller den.

Problemet är att det som vi kallar för jämviktsnivå kan vara ett ytterst "flytande" begrepp. Variationen kring en jämviktspunkt kan vara ganska kraftig. Tidsperspektivet är också väsentligt i sammanhanget. Spännvidden behöver inte mätas i dagar eller veckor, det kan mycket väl vara frågan om år. Vi kanske också har en något romantisk syn på naturens balans. Det råder någon slags allmän tro att när vi låter bli att påverka ett system att en magisk balans uppnås och bibehålls. Detta är definitivt inte sant, för det första har vi människor lyckats påverka nära på alla ekosystem som finns på jorden och för det andra är inget biologiskt system statiskt.

Biologisk bekämpning måste därför värderas på ett mer nyanserat sätt. Vi måste förstå att biologisk bekämpning sköter inte sig själv, som man annars kunde tro av namnet, utan kräver aktiva insatser och ständig kontroll för att fungera. Jag skall försöka förtydliga och förklara några strategier som kan dölja sig bakom begreppet biologisk bekämpning. Jag skall vidare visa hur dessa olika strategier

vidgar möjligheterna till användning av biologisk bekämpning i det framtida växtskyddet.

Definition

Innan vi fortsätter kan det vara bra med en klar definition av vad jag menar med biologisk bekämpning. Det är "användning av levande organismer för att förhindra eller motverka skador eller förluster förorsakade av skadeorganismer". Härmed utelämnar jag alla olika tekniker och metoder som kan komma under rubriken alternativ till konventionell kemisk bekämpning.

Biologisk bekämpning i svensk litteratur

För att illustrera några viktiga egenskaper av biologisk bekämpning vill jag utnyttja mig av en historia av Selma Lagerlöf i Nils Holgersson. Älgen Gråfäll dödade snoken Harmlösa som var livskamrat till Hjälplos. Snoken Hjälplos bestämde sig för att hämnas genom skicka iväg älgen från skogarna för alltid. Men ingen vill ge sig på älgen direkt, så Hjälplos var tvungen att använda list. Snoken bad alla i skogen att låta några små larver vara i fred. Dessa larver råkade vara barrskogsnunnelarver. När larverna plötsligt fick leva utan några fiender blev de förstas flera och efter några år började de kaläta skogen. Alla skogens djur blev förtvivlade och till slut måste älgen Gråfäll ge sig och flytta från skogen. Hur skulle Hjälplos hålla sitt löfte om att återupprätta skogen? En sjukdom skicka-



Fig. 1. Harmlösa och Hjälplös.

des ut bland nunnelarverna och de dog i stora mängder.

Bevarande biologisk bekämpning

Det finns flera läxor i historien om snoken, älgen och nunnorna för växtskyddsintresserade. Den första har att göra med snokens listiga sätt att hota skogen. Den relativt välutvecklade naturliga kontrollen sattes ur spel när larverna skonades av sina fiender. Denna brist på naturlig kontroll hade inte omedelbara konsekvenser. Det tog en tid innan följderna blev kända för alla. Läxa nummer ett här är att det finns naturligt förekommande bekämpning av våra skadegörare. Inom projektet populationsdynamiska studier av bladlöss i stråsäd (Chiverton *et al.*, 1986) har vi visat att såkallade allmänna rovinsekter som spindlar, jordlöpare m.m. kan påverka antal havrebladlöss som utvecklas i grödan. Dessa naturliga fiender kan inte hålla bladlusantalet nere i alla lägen men är till stor nytta. Tar vi bort dessa naturliga fiender genom att använda stora mängder bredverkande insekticider kan vi tvinga oss själva till en ännu större kemikalieanvändning.

Inom projektet har vi också lärt oss mycket om hur dessa rovinsekter lever och vilka krav de ställer på tillvaron. Studier över hela Europa pågår för närvarande för att förbättra miljön för dessa fiender. Genom att vårda miljöer som dessa djur behöver för fortplant-

ning och övervintring samt att försöka skapa och förbättra landskapet med dessa krav i tankarna kan rovdjuren beskyddas och gynnas.

Detta är ett exempel på en strategi för biologisk bekämpning. Man skall påverka omgivningarna så att de naturliga fienderna blir effektivare. Denna strategi kan lätt blandas ihop med odlingstekniska åtgärder såsom växtföljd osv. Det man skall ha i åtanke är konsekvenserna av åtgärderna för de naturliga fienderna.

Jag vill gärna peka på en anna lärdom vi kan dra ifrån detta exempel. Nämligen att följderna av förändringar i miljön visar sig sällan snabbt, men när ändringen är uppenbar kan det vara väl sent att vända utvecklingen.

Biologisk bekämpning med kortverkande tillförsel av naturliga fiender

Barrskogsunnelarverna började bli sjuka, förmodligen av en virus och dör. Jag tror inte att Hjälplös hade skickat pesten på nunnorna, men i dessa dagar kan vi tänka oss odla upp och spruta ut en sjukdom för att ta livet av insekter (mikrobiologisk bekämpning). Jag tror att Hjälplös kände till de cykliska händelserna som kan styra naturen och förstod att en stressad population kan bli mycket mottaglig för sjukdomar. I detta sam-



Fig. 2. Barrskogsnunnan och dess larver.

manhang är insekterna stressade därför att de är för många och maten börjar ta slut. Historien slutar med att larverna dör och skogen börjar återhämta sig men för att belysa tanken med kortverkande tillförsel av naturliga fiender kan vi anta att sjukdomen försvinner eller blir latent och nästa gång det blir ett stort nunneangrepp måste sjukdomen trollas fram av Hjälplös eller produceras av människan.

Ett bra exempel av biologisk bekämpning med kortverkande tillförsel av naturliga fiender är bekämpning av vita flygare (Ekbom, 1981) och andra växthusskadegörare. När säsongen börjar finns det inga naturliga fiender till skadegörarna. Man skaffar fiender och sätter in dem i växthuset. För att uppnå en bra effekt behöver man ofta göra det mer än en gång. Så småningom uppnår systemet ett slags balans och bekämpningen är klar för året. Men odlaren måste räkna med nya insättningar under kommande säsonger. Skadegöraren i växthus tillbringar alla sina livsstadier i samma miljö och tack vare det varma klimatet i växthuset hinner de flesta insektskadegörare genomgå flera generationer. Detta betyder att den ditsatta naturliga fienden också hinner bygga upp en stor population och därmed trycka ner skadegörarens antal.

Även insektspatogena mikroorganismer kan användas på detta sätt. En protozoer, *Nosema locustae*, används som mikrobiolo-

gisk bekämpningsmedel mot gräshoppor i USA (Henry & Oma, 1981). Man kan spruta ut protozoen tillsammans med en insekticid och därmed fås samtidigt en omedelbar nedgång i insektsantal och därefter en långtidsverkan av den sjukdomsalstrande patogenen. En behandling i början av säsongen kan räcka för kontroll över ett eller flera år.

Det här med att uppnå en balans är inte alltid önskvärt. Ibland skulle vi helst slippa några skadegörare alls. Vissa produkter, t.ex. prydnadsväxter, tolererar inte någon förekomst av skadegörare när de skall till försäljning. Ett annat exempel där behov av "utrotning" föreligger är där man har tillgång till naturliga fiender men dessa duger inte till att uppnå och bibehålla en balans. Man vill då få en snabb och omfattande dödlighet för att få stopp på angreppet. Här kan en metod som i översättning till svenska heter "översvämningssmetod" prövas. Det vill säga att man tillför stora satsar naturliga fiender till ekosystemet så tidigt som möjligt för att förhindra ett blivande angrepp. Den naturliga fienden används som en biologisk insekticid och eftersom agenten skall vara ofarlig för omgivningen kan man använda den med råge.

Denna "översvämningssmetod" används utomlands i vissa växthus och frilandskulturer av prydnadsväxter mot blad-minerande flugor (Parella *et al.*, 1987). Det finns en större sä-

kerhet med denna metod. Redan när plantorna är unga och innan man har ens upptäckt förekomst av någon skadegörare börjar man med insättningar av naturliga fiender. Antal eller mängd av fiender behöver inte vara så stort om man börjar tidigt.

Utnyttjande av mikrober på detta sätt påminner starkt om konventionell kemisk bekämpning. Bakterien *Bacillus thuringiensis* har blivit en framgångsrik biologisk insekticid (Dulmage, 1981). Flera preparat finns på marknaden och utvecklingen fortsätter. Fram till bara för några år sedan fanns enbart stammar som påverkade fjärilslarver. Numera finns stammar som angriper och dödarflugor, skalbaggar, m.m. *Bacillus thuringiensis* är också en bra kandidat för en framtida genmanipulation. Man har även förädlat gener från bakterien över till växter. Men tills vidare har man bra och effektiva preparat som används på samma manér som kemiska medel, och riktar in sig på att döda på kort sikt.

Klassisk biologisk bekämpning

För att utnyttja klassisk biologisk bekämpning skall man ha problem med en besvärlig skadegörare som verkar vara utan några naturliga fiender. Denna skadegörare har oftast importerats från något annat geografiskt område. Principen är att man återvänder till skadegörarens ursprungsland och hämtar hem en eller flera fiender. Teorien är att skadegöraren har "flytt" från sina naturliga fiender och kan därmed föröka sig med få hinder. Resultatet av klassisk biologisk bekämpning skall vara bestående, dvs. att skadegörareantalet tvingas ner till en sådan låg nivå där skador inte längre orsakas.

Det mest citerade exemplet är en nyckelpiga som importerades från Australien till Kalifornien för att få bukt med en sköldlus på citrus träd (Doutt, 1964). Denna händelse utspelades i början av seklet och gav upphov till en tidig satsning på utforskningar på exotiska orter för att upptäcka nya fiender. Ett exempel av klassisk mikrobiologisk bekämpning är introduktionen av en bakterie, *Bacillus popilliae*, till USA för att ta livet av Japanbaggen, en svår skadegörare i betesmarker och gräsmattor (Dutky, 1963). Skalbaggen importerades till USA från Japan. På 40-talet introducerades bakterien som fortfarande är en betydande mortalitetsfaktor för skalbaggar.

För att kunna utnyttja sig av "nya" fiender måste man ha en importerad skadegörare, och skadegöraren måste ha effektiva fiender i sitt "hemland". Innan introduktionen av nya organismer kan ske måste man försäkra sig om att den nya organismen inte själv skall bli en skadegörare. I de fallen där den "nya" fienden är mycket specifik, dvs. bara angriper målskadegöraren är utvärderingen relativt enkelt. Men fiendens ofarlighet för omgivningen skall bevisas för att undvika framtida problem.

Varför används inte biologisk bekämpning i större utsträckning idag?

Det största hindret för en bredare användning av biologisk bekämpning är kemiska bekämpningsmedel, kunskaper och kostnader. De kemiska medlen som finns på marknaden numera är oftast enklare, effektivare och billigare att använda än biologiska metoder. De nackdelar med kemiska medel som gör deras framtid något osäker är resistens, miljöförorening och, ibland, misslyckande. Hur länge de kemiska medeln blir kvar i nuvarande tappning är dels en teknisk fråga men även en politisk fråga.

Utän mycket goda kunskaper om de naturliga fiendernas livscyklar och deras samspel med skadegöraren och sin omgivning kan man inte få till stånd en lyckad biologisk bekämpning. Om man inte har haft tur att hitta den rätta fienden redan från början behövs ganska omfattande ekosystemstudier. Kunskaperna innefattar inte bara studier av skadegörarens miljö men också studier av bästa sättet att utnyttja fienden. En av de ovannämnda strategier måste väljas och forskningen skall utgå ifrån den. Om effektiva naturliga fiender redan finns i omgivningen och skall gynnas, då kan förändringar i miljön vara nödvändiga. Måste naturliga fiender tillföras systemet skall dessa odlas på något sätt. Eventuella odlingar måste vara kostnadseffektiva. Till sist, om strategien är klassisk biologisk bekämpning måste resor och insamlingsexpeditioner företas.

Än så länge anses den kemiska bekämpningen vara billigare än den biologiska. Det beror lite på hur man ser på det. De totala utvecklingskostnaderna för kemiska preparat är mycket höga, men priset den enskilde odlaren betalar kan vara lågt. Detta kommer sig av att kemiska preparat har mycket stora

användningsområden. De går att använda mot flera skadegörare i flera grödor och vid flera tillfällen. Naturliga fiender är oftast mera specifika, dvs. angriper bara ett mycket begränsat antal skadegörare. Detta betyder att utvecklingskostnaderna inte kan slås ut över en bred inköpsbas.

Biologisk bekämpning i det framtida växtskyddet

Jag tror att framtiden tillhör de naturliga fienderna. Min första kontakt med biologisk bekämpning i växthus var 1974, idag 14 år senare är det en självklarhet för många odlare att växtskydd i växthus skall bedrivas på detta sätt. Det finns många skadedjur som bekämpas effektivt med hjälp av kommersiella producerade naturliga fiender och det finns flera metoder under utveckling. Växthusmiljön har förstås fördelar som saknas ute på fältet eller inne i skogen men den kan få tjäna som impuls för vidare utveckling.

Det kanske kan kännas konstigt att använda "naturliga" metoder i samband med det hög-teknologiska jordbruket vi har idag. Jag vill mena att det är tvärtom. För att kunna använda naturliga fiender på bästa sätt kräver vi mycket av den teknologiska utvecklingen. De nya tekniker i genmanipulation kan ge oss effektivare fiender och erbjuda möjligheter till massuppfödning av till exempel mikroorganismer. En utveckling inom växt-

förädling kan vara att inte bara göra växten mindre bra för skadegöraren men kanske till och med bättre för fienden. Nya växtföljder och nya grödor kan också gynna fienderna. Det kan även tänkas att förädling av naturliga fiender kan förekomma. Redan idag finns några stammar av insekticid resistent rovkvalster som har odlats för användning i samband med kemiska medel (Schulten *et al.*, 1976). Förädling av naturliga fiender kunde gå ut på att förbättra t.ex. reproduktionsförmågan eller sökbeteende.

Den "specifika" karaktären hos många naturliga fiender kan bli en fördel i framtiden. Om "översvämnings"-strategien skall användas är det viktigt att veta att det man släpper ut i naturen inte kan skada annat än målskadegöraren. Problemet med att odlaren måste lära sig hantera flera metoder än definitivt inte olösbart. Redan idag får många odlare god hjälp av växtskyddsriktade rådgivare att lösa flera olika växtskyddsproblem och detta bör vara naturligt även i framtiden.

Slutligen vill jag hävda att stommen i vilken bekämpningsstrategi som helst är gedigna kunskaper om skadegöraren och dess miljö. Sedan kan fantasi vara till god hjälp för att bättre utnyttja dessa kunskaper. Eftersom de ekonomiska och politiska villkoren som har tidigare styrt utvecklingen inom växtskyddet håller på att ändras radikalt så kan även våra forskningsinriktningar ändras.

Litteratur

- Chiverton, P., Ekblom, B., Wallin, H. & Wiktelius, S. 1986. Havrebladlusen och dess naturliga fiender: samspel och påverkan. *Fakta, markväxter, Sveriges lantbruksuniversitet*. Nr 2, 1986.
- Doutt, R.L. 1964. The historical development of biological control. I *Biological control of insect pests and weeds*, Reinhold, New York. 118—142.
- Dulmage, H.T. 1981. Insecticidal activity of isolates of *Bacillus thuringiensis* and their potential for pest control. I *Microbial control of pests and plant diseases 1970—1980*. H.D. Burges ed. Academic Press, New York, 193—222.
- Dutky, S.R. 1963. The milky diseases. I *Insect Pathology. An advanced treatise*. E.A. Steinhaus ed. Vol. 2. Academic Press, New York, 75—115.

- Ekblom, B.S. 1981. Integrated control of the greenhouse whitefly: Possibilities for early warning and the potential of some biological control methods. *Växtskyddsrapporter, Avhandlingar 4*.
- Henry, J.E. & Oma, E.A. 1981. Pest control by *Nosema locustae*, a pathogen of grasshoppers and cricket. I *Microbial control of pests and plant diseases 1970—1980*. H.D. Burges ed. Academic Press, New York, 573—586.
- Parrella, M.P., Heinz, K.M. & Ferrentino, G.W. 1987. Biological control of *Liriomyza trifolii* on glasshouse chrysanthemums. *Bulletin OILB/SROP, WPRS*. X/2, 149—151.
- Schulten, G.G.M., van de Klashorst, G. & Russell, V.M. 1976. Resistance of *Phytoseiulus persimilis* A.H. to insecticides. *Z. ang. Ent.* 80, 336—341.

Biologisk bekämpning av skadedjur i svensk växthusodling

Barbro Nedstam, Inst. för växt- och skogsskydd, Sveriges Lantbruksuniversitet, Box 44, 230 53 Alnarp

NEDSTAM, B. 1988. Biologisk bekämpning av skadedjur i svensk växthusodling. *Växtskyddsnotiser* 52: 1–2, 8–12.

Den biologiska skadedjursbekämpningen i svenska växthus har, sedan inledningsfasen i början av 70-talet, utvecklats kraftigt. *Phytoseiulus persimilis* mot växthusspinnkvalstret och *Encarsia formosa* mot växthusmjöllusen är de nyttodjur som dominerar, men ett flertal andra arter finns numera för bekämpning av tripsar, bladlöss m.m. För fullt utnyttjande av dessa möjligheter behöver rådgivningssidan emellertid förstärkas.

Den miljö som skapas i växthusodling är inte bara gynnsam för växterna utan också skadedjuren för en skyddad tillvaro. Temperaturen är relativt hög, inga störningar som regn eller stormar förekommer och framförallt är odlingsåsongen extremt förlängd (nästan ett år för tomat t.ex.). Flera skadedjursgenerationer hinner då utvecklas i varje kultur. Detta senare faktum samt den fysiska isoleringen från vilda populationer i omgivningen har lett till att problem med insekticidresistens blivit särskilt svårartade just i växthus. Kemisk bekämpning av de båda viktigaste skadedjuren, växthusspinnkvalstret *Tetranychus urticae* Koch och växthusmjöllusen *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), fick allt större omfattning under efterkrigstiden i svensk växthusodling. Redan på 60-talet började man märka sviktande effekt, särskilt av preparaten mot *T. urticae* (Nilsson, 1976). Därför var odlarnas motivation för att övergå till biologisk skadedjursbekämpning mycket stark.



Fig. 1. Rovkvalster — *Phytoseiulus persimilis*. Foto: Sveriges lantbruksuniversitet.

till rovkvalster att använda på delar av sin areal (sammanlagt knappt 1 ha). Personal från Statens Växtskyddsanstalt svarade för introduktion av rovkvalstren och uppföljning av resultaten. De positiva erfarenheterna ledde till att odlarna genomgående utökade sin areal med biologisk bekämpning året därpå, samt att fler odlingar inlemmades i verksamheten, så att den totalt omfattade närmare 5 ha av

den ca 40 ha stora gurkarealen (Svensson, 1973). 1974 tog ett privat företag, Anticimexbolagen, över produktionen av rovkvalster. Distributionen sköttes av odlarnas ekonomiska förening i Helsingborg. Djuren levererades på bönblad.

Biologisk bekämpning användes detta år på 10 ha, och året efter på 15 ha (Nilsson, 1976). Tillvägagångssättet var helt enkelt att sätta ut rovkvalster på angripna plantor allteftersom dessa uppdagades i odlingen. De mängder som introducerades varierade mellan 0,5 och 10 per m². Viss omfördelning inom odlingen var vanlig — man tog blad från plantor där rovkvalstren var väl etablerade och placerade ut på nyupptäckta angrepp. Under 1974 prövades också en annan introduktionsmetod, som på engelska benämns pest-in-first. Den innebär att man först sätter ut små mängder spinnkvalster väl fördelade i odlingen, och efter ungefär en vecka placerar ut rovkvalstren. De spinnkvalster som övervintrar i växthus och aktiveras under våren kommer alltså direkt i kontakt med rovkvalster, och några större spinnangrepp hinner inte bildas. Metoden gav bra resultat, men blev aldrig populär inom odlarkåren (Jönsson & Andersson, 1978). Man har fortsatt med att sätta ut rovkvalster när angreppen börjar synas, och det fungerar utmärkt om odlarna är observanta. Man lär sig ju också av misstagen och odlarna har nu i stort sett blivit bra på att vara ute i tid och att sätta ut tillräckliga mängder. Eftersom rovkvalstren numera oftast levereras i vetekli är det lätt att sprida och fördela dem väl.

På senare år har angrepp av *T. urticae* blivit vanliga också i tomat. Under 1987 har introduktioner av *P. persimilis* utförts och följts upp i några odlingar av försöksavdelningen för skadedjur vid SLU. Effekten har varit mycket bra, även om det i ett fall ansågs nödvändigt att utföra en stödbekämpning med tetradifon (opubl. res.).

Växthusmjöllusen

I biologisk bekämpning av det andra viktiga skadedjuret i växthus, växthusmjöllusen, används en parasitstekel, *Encarsia formosa* Gahan, vars effekt varit känd i mer än 60 år. En sammanfattning av den intressanta historiken beträffande dess användning i växthus världen över har givits av Ekbom (1979 a). Under ledning av den tidigare nämnda kommittén inleddes 1974 försöksverksamheten med denna bekämpningsmetod i sex skånska

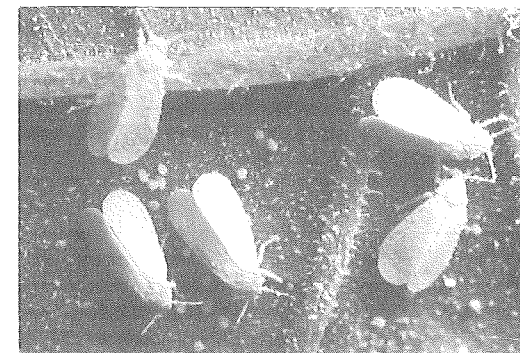


Fig. 2. Växthusmjöllusen — *Trialeurodes vaporariorum*. Foto: Sveriges lantbruksuniversitet.

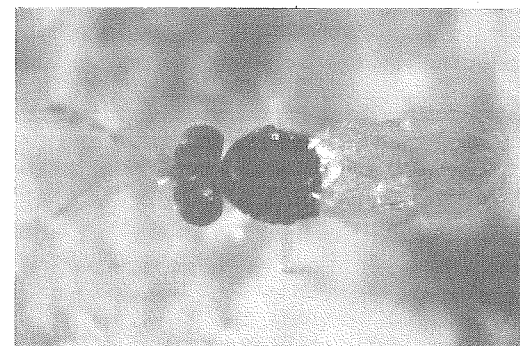


Fig. 3. Parasitstekel — *Encarsia formosa*. Foto: Sveriges lantbruksuniversitet.

tomatodlingar. Överlag blev resultaten lyckade (Andersson & Ekbom, 1975), och åren därpå utvidgades verksamheten även till gurkodlingar. Där blev det genomgående sämre resultat, och i några fall måste man gå över till kemisk bekämpning (Ekbom, 1977). Samma introduktionsprincip användes som för *P. persimilis*, dvs. parasitstekeln sattes ut när de första mjöllössen noterats på plantorna. Mängderna nyttodjur varierade mellan 10 och 20 per m² fördelat på 2 till 3 utsättningstillfällen. Materialet levererades i puppstadiet på blad av tobak. Redan 1975 togs massproduktion omhand av Anticimexbolagen, då intresset var stort från tomatodlarnas sida. 1977 beräknades denna form av biologisk bekämpning ha kommit till användning på halva tomatarealen, som då var ca 90 ca (Berendt, 1980).

I gurkodling fortsatte försöken med *E. formosa* mot *T. vaporariorum*. En annan utsättningsmetod användes för att förbättra etableringen av parasitsteklarna. Från och med kulturstarten introducerades en stekel per m² var 14:e dag under minst fyra månader.

Parasiteringsgraden blev då mycket hög tidigt på säsongen, men det uppträdde störningar under sommaren på grund av kemisk bekämpning av andra skadegörare i gurka som mjöldagg och trips. Parasiteringen kunde då minska så mycket att mjöllusangreppet blev besvärande (Nedstam, 1980). Det har generellt visat sig att *E. formosa* är mycket mottaglig för kemiska bekämpningsmedel (Hassan *et al.*, 1983).

Numera rekommenderas metoden med många små utsättningar också i tomat. Den är enkel att tillämpa för odlarna, eftersom *E. formosa* mestadels levereras på kartongbitar, som är lätta att fördela.

Tripsar

Bland tänkbara alternativ för biologisk bekämpning av nejliktrips (*Thrips tabaci* Lind.) i gurka har rovkvalster av släktet *Amblyseius* kommit till praktisk användning (Nedstam, 1984). *A. cucumeris* (Oudemans) massproduceras i Nederländerna och *A. barkeri* (Hughes) (tidigare benämnd *A. mckenziei*) i Danmark. *A. cucumeris* har använts framgångsrikt i holländsk paprikaodling (Ramakers, 1987). Båda arterna prövas försöksmässigt i gurka inom ett nordiskt samarbetsprojekt för biologisk bekämpning av växthusskadedjur. En nykomling i svenska växthus, den amerikanska blomtripsen *Frankliniella occidentalis* (Pergande), ser också ut att kunna bekämpas med dessa nyttodjur. För ytterligare litteraturreferenser och diskussion kring tripsbekämpning hänvisas till artikeln av Lindhagen och Nedstam i detta häfte. Sammanfattningsvis kan sägas att metoden ser lovande ut, men att vissa faktorer som introduktionsteknik och integrering av bl.a. mjöldaggsbekämpning behöver undersökas vidare.

Tomatminerarflugan

Ett annat skadedjur, som inte nått samma utbredning men å andra sidan angriper både gurka och tomat, är tomatminerarflugan *Liriomyza bryoniae* (Kalt.). Den är i och för sig relativt lättbekämpad med kemiska medel, men på grund av de störningar som då drabbar *E. formosa* är odlarna starkt motiverade att använda biologisk bekämpning även mot

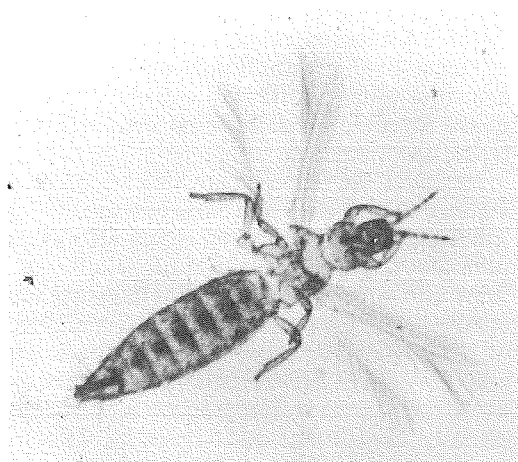


Fig. 4. Amerikansk blomtrips — *Frankliniella occidentalis*. Foto: Sveriges lantbruksuniversitet.

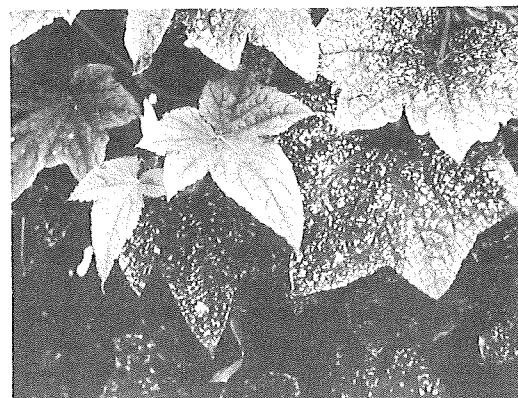


Fig. 5. Kraftiga tripskador i gurkodling. — *Heavy damage from thrips in cucumber*. Foto: Sveriges lantbruksuniversitet.

L. bryoniae. Flera parasitsteklar förekommer (Nedstam, 1986), och ett par av de viktigaste i växthussammanhang finns nu att köpa från Nederländerna. Dessa båda, *Dacnusa sibirica* Telenga och *Diglyphus isaea* (Walker), har ingått i svenska försök (Nedstam, 1985 och 1987). De börjar nu få viss praktisk användning, men risken för misslyckanden är dessvärre stor då utsättningsstidpunkten är av vital betydelse. Steklarna måste ut när fluglarverna är i rätt stadium, vilket ger odlaren ett spelrum på högst en vecka. Upptäcks angreppet för sent kan insatserna vara bortkastad. Dessvärre är de här djuren så pass dyra att man inte kan rekommendera regelbundna intro-

duktioner som med *E. formosa* för att komma förbi problemet med "timing".

Andra skadedjur

Övriga skadedjur i köksväxter under glas är än så länge av mindre betydelse. Bladlöss kan förekomma både i tomat och gurka. I tomat ser man sällan större angrepp, kanske tack vare att nyttodjur själva hittar in i växthusen. Ofta finner man bladlusmumier där parasitsteklar av släktet *Praon* varit verksamma. I gurka kan *Aphis gossypii* Glover flyga in under sommaren och emellanåt orsaka svåra skador. En enstaka kemisk bekämpning insatt på någorlunda tidigt stadium av angreppet brukar klara situationen utan att ruinera pågående biologisk bekämpning. Det är upprepade behandlingar med kemikalier som är farliga för nyttodjuret.

Observationsförsök med bladlusmyggan *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) tyder på att den inte är så lämpad just för bekämpning av *A. gossypii*, medan den fungerar utmärkt på andra arter som *Myzus persicae* (Sulzer).

Spontant uppträdande biologisk bekämpning

Andra nyttoorganismer än de som finns till salu är inte ovanliga i odlingarna. En predator på spinnkvalster, *Therodiplosis persicae* Kieffer, finner man då och då. Som hos *A. aphidimyza* är det fråga om rovlevande mygglarver tillhörande familjen gallmyggor. Parasitsteklar på tomatminerarflugan letar sig ofta in under sommaren, liksom de tidigare nämnda bladlusparasiterna.

Under sensommaren och hösten ses ofta svampinfekterade insekter i växthusen. Det kan röra sig om *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas på *T. vaporariorum* (Ekbom, 1979 b). En svamp på *T. tabaci*, *Entomophthora thripidum* Samson, Ramakers & Oswald, har också påträffats (Nedstam, opubl.).

Prydnadsväxter

I prydnadsväxtodling under glas börjar det också bli intressant att prova biologisk bekämpning eftersom skadedjuret blivit allt svårare att bekämpa med kemiska medel. Ett

Litteratur

Andersson, K. & Ekbom, B. 1975. Försök med biologisk bekämpning av vita flygare med parasitstekeln *Encarsia formosa*. *Växtskyddsnotiser* 39, 5: 114—119.

observationsförsök i mindre skala har visat på goda möjligheter till bekämpning av växthusspinnkvalstret, växthusmjöllusen och bladlöss, men det nya skadedjuret, blomtripsen *F. occidentalis*, föranledde kemiska åtgärder så undersökningarna måste avbrytas.

Läget just nu

För närvarande förekommer ingen kommersiell produktion av nyttodjur för växthusbruk inom landet. De svenska odlarna kan köpa danska produkter (*P. persimilis*, *E. formosa*, *A. barkeri* och *A. aphidimyza*) och holländska (*P. persimilis*, *E. formosa*, *A. cucumeris*, *A. aphidimyza*, *D. isaea* och *D. sibirica*) via två svenska företag, TICAB i Malmö och Svenska Predator AB i Helsingborg. Företagens representanter svarar också för viss rådgivning. Den biologiska bekämpningen är väletablerad vad gäller växthusspinnkvalstret och växthusmjöllusen i gurka respektive tomat. Kemisk bekämpning förekommer bara undantagsvis, t.ex. om angrepp inträffar sent på säsongen eller om någon enstaka stödbekämpning skulle behövas. För "spinn" i tomat och mjöllöss i gurka rekommenderas också biologisk bekämpning med det förbehållet att det kan vara svårare att uppnå fullgott resultat under hela säsongen. Skadedjursituationen kan emellertid vara så besvärlig för odlarna, att de är nöjda om nyttodjuret har effekt åtminstone första halvdel av kulturtiden. Därför går allt fler in för många tidiga utsättningar av *E. formosa* också i gurka, och intresset för rovkvalster mot trips tilltar. Inför det hot som *F. occidentalis* innebär för gurkodlingen är metoden redan högaktuell.

För framtiden skulle man önska att det sedan länge påtalade behovet av en särskild rådgivningstjänst för biologisk bekämpning äntligen uppfylldes. Utbudet av olika nyttodjur är nu så stort, att det kan vara svårt för den enskilde odlaren att hålla reda på vilka hon/han behöver och hur de bäst används. Av de medel som flyter in från bekämpningsmedelsavgifterna och som skall gå till ökad rådgivning för att minska kemikalieanvändningen bör en sådan tjänst snarast inrättas.

Berendt, O. 1980. Trend of biological control in glasshouses in Sweden and Denmark. *Bull IOBC/WPRS* 1980/III/3: 11—16.

- Ekbohm, B. 1977. Development of a biological control program for greenhouse whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) using its parasite *Encarsia formosa* Gahan in Sweden. *Z. ang. Ent.* 84: 145—154.
- Ekbohm, B. 1979 a. Biologisk bekämpning av växthus vita flygare (*Trialeurodes vaporariorum*). Kort historik och några framtidsvisioner. *Ent. Tidskr.* 100: 1—10.
- Ekbohm, B. 1979 b. Investigations on the potential of a parasitic fungus (*Verticillium lecanii*) for biological control of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). *Swedish J. agric. Res.* 9: 129—138.
- Hassan, S.A., Bigler, F., Bogenschütz, H., Browns, J.U., Firth, S.I., Huang, P., Ledieu, M.S., Naton, E., Oomen, P.A., Overmeer, W.P.J., Rieckmann, W., Samsøe, L., Viggiani, G. and van Zon, A.Q. 1983. Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Arthropods". *Z. ang. Ent.* 95: 151—158.
- Jönsson, P. & Andersson, K. 1978. Biologisk bekämpning av växthusspinnkvalster i Sverige. *Växtskyddsnotiser* 42, 3: 65—71.
- Lenteren, J.C. van, Ramakers, P.M.J. & Woets, J. 1980. World situation of biological control in greenhouses, with special attention to factors limiting application. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 45/3: 537—544.
- Nedstam, B. 1980. Control of whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in cucumber with the parasite *Encarsia formosa*. Experiences from some glasshouses in Sweden. *Bull. IOBC/WPRS 1980/III/3*: 145—154.
- Nedstam, B. 1984. Biologisk bekämpning av trips i växthusgurka. *SLU, Konsulentavdelningens rapporter. Trädgård* 275, 14: 1—5.
- Nedstam, B. 1985. Development time of *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Diptera: Agromyzidae) and two of its natural enemies, *Dacnusa sibirica* Telenga (Hymenoptera: Braconidae) and *Cyrtogaster vulgaris* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) at different constant temperatures. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 50/2 a: 411—417.
- Nedstam, B. 1986. Biologisk bekämpning av tomatminerarflugan i växthus. *Ent. Tidskr.* 107: 21—25.
- Nedstam, B. 1987. Biological control of *Liriomyza bryoniae* on tomato by *Cyrtogaster vulgaris* and *Diglyphus isaea*. *Bull. IOBC/WPRS 1987/X/2*: 129—133.
- Nilsson, B. 1976. Progress in biological control in glasshouses in Sweden. *Bull. IOBC/WPRS 1976/4*: 25—29.
- Ramakers, P.M.J. 1987. Control of spider mites and thrips with phytoseiid predators in sweet pepper. *Bull. IOBC/WPRS 1987/X/2*: 158—159.
- Svensson, G. 1973. Biological control of spider mites in glasshouses in Sweden. *Bull. IOBC/WPRS 1973/4*: 13—15.

NEDSTAM, B. 1988. Biological control of pests in Swedish greenhouses. *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 8—12.

The development of biological pest control in Swedish greenhouses has been very dynamic during the past 15 years. *Phytoseiulus persimilis* against the two-spotted spider mite and *Encarsia formosa* against the greenhouse whitefly are the most commonly used biocontrol agents, but other species are available for control of thrips, leafminers and aphids. In order to utilize the full potential of these natural enemies a reinforcement of the advisory services will be necessary.

Continued from page 7.

EKBOM, B. 1988. Will biological control be part of plant protection in the future. *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 3—7.

This article explains and defines several different strategies for using biological control. 1) Conservation of natural enemies, 2) Augmentative introductions, both inundative and inoculative, 3) Classical biological control are all discussed. The questions of why biological control is not more widely used at present and what methods will be used in the future are considered.

Additional key words: biological control.

Försök med biologisk bekämpning av *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) med hjälp av rovkvalstret *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae).

Margareta Lindhagen och Barbro Nedstam, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, Box 44, 230 53 Alnarp

LINDHAGEN, M. & NEDSTAM, B. 1988. Försök med biologisk bekämpning av *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) med hjälp av rovkvalstret *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 13—16.

Försök med biologisk bekämpning av *Frankliniella occidentalis* (Pergande), ett nytt skadedjur i svensk växthusodling, med rovkvalstret *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) har utförts under 1987. I gurka höll rovkvalstren tripspopulationen på låg nivå under hela säsongen. Trots detta noterades en märkbar kvalitetsförsämring av skörden. I melon fungerade inte den biologiska bekämpningen. Flera utsättningar av rovkvalster gjordes men någon etablering kom aldrig till stånd.

Inledning

Den svårbekämpade tripsen *Frankliniella occidentalis* förekommer sedan ett par år i många prydnadsväxtkulturer i svenska växthus (Nedstam, 1987). Risken är stor för vidare spridning av denna skadegörare till växthusgurka och melon. Ett par fall har redan konstaterats i mindre odlingar som producerar både krukväxter och gurka. Där har det visat sig att tripsarna kan föröka sig mycket snabbt och ställa till stor skada. Erfarenheter från prydnadsväxtodling har visat att av de kemiska insektsmedel, som är registrerade för användning i gurka i Sverige, finns bara ett som är effektivt mot *F. occidentalis* (Johansson, A.-K., muntl. medd.). Detta medel, naled, kan emellertid inte rekommenderas till dagens gursksorter då det orsakar abortering av fruktämnen enligt företaget som saluför preparatet (Andersson, C.-R., muntl. medd.).

Eftersom alla andra skadedjur i gurka numera går att bekämpa med biologiska bekämpningsmetoder, finns det goda förutsättningar att utnyttja nyttodjur också mot denna trips. Störningar av insekticider behöver ju inte förekomma. Rokvalstret *Amblyseius cucumeris* används sedan något år tillbaka vid bekämpning av *Thrips tabaci* i paprikaodling i Nederländerna (de Klerk & Ramakers, 1986). Man går där in för att sätta ut rovkvalstren (7—10 per planta) redan innan tripsangreppet

startat på våren. *A. cucumeris* är en polyfag art, som även kan livnära sig på spinnkvalster och annat innan tripsarna börjar komma. Förmodligen kan de även leva av pollen. Nutida gursksorter har dock endast honblommor och det torde därför vara svårare att etablera nyttodjuret i denna kultur innan skadedjuret kommit igång.

I Kanada finns erfarenheter av rovkvalsteranvändning mot *F. occidentalis* (Elliott & Gilkenson, 1987). Här förekommer tripsen också utanför växthusen, och odlarna har problem med inflygning under långa perioder. Därför görs upprepade utsättningar av *A. cucumeris* under hela kulturtiden. Sammanlagt används stora mängder, ca 500 per planta.

I Norge har en annan *Amblyseius*-art använts i försök mot *T. tabaci*, *A. barkeri* (= *A. mckenziei*). Effekten har varit svårbedömd p.g.a. spontant uppträdande insektspatogena svampar som haft stort inflytande under senare delen av kulturtiden (Stenseth, 1986). Också i Danmark har *A. barkeri* använts mot *T. tabaci*, men utan större framgång. Ca 50 rovkvalster per m² användes, och man diskuterar att öka doseringen kraftigt (Hansen & Geyti, 1987).

För att utröna om biologisk bekämpning med *A. cucumeris* kan användas mot *F. occidentalis* under svenska förhållanden utfördes

följande undersökningar i tre mindre växthus med gurka och två med melon på Alnarp under odlingsåret 1987. I ett av gurkhusen användes dessutom Thripstick + Decis.

Material och metoder

Rovkvalstermaterialet kom från firma Koppert i Nederländerna och levererades i vetekli som även innehåller *Acarus farris*, det bytesdjur som *A. cucumeris* massförökas på (Ramakers & van Lieburg, 1982).

Försöken i gurka utfördes i tre små växthus. I hus A och B odlades sorten Farbio, i hus C Primio i plastade stenullsmattor. De tre husen sköts av samma personal.

Hus A har en yta på ca 500 m². Huset står i direkt förbindelse med flera andra enheter där det förekommer angrepp av *F. occidentalis* i prydnadsväxter.

Hus B och C är fristående hus på ca 250 m². I slutet av juni tömdes hus C eftersom ett nytt värmesystem skulle installeras.

Plantuppdragningen ägde rum i anslutning till en enhet med angräpna krukväxter. Därför fanns tripsarna troligen redan på plantorna vid utplanteringen i början av februari.

I melon prövades rovkalstret i två växthus, dels i ett hus på 500 m², dels i ett mindre sortförsök. I båda husen odlades melonerna i öppna torvplattor.

Avräkningar utfördes på två sätt. Klisterkivor om 60 cm² lades ut i 4 slumpvis fördelade grupper om 10 st på golvet under plantorna i varje hus. Dessa fångar tripslarver som faller ner för att förpupas. Skivorna byttes ut varje vecka och räknades av i preparermikroskop.

Avräkningar av rovkalster gjordes på blad direkt i växthusen. 50 (hus A) eller 25 (hus B och C samt melonhusen) slumpvis valda blad undersöktes med handlupp varje eller varannan vecka. Biologisk bekämpning användes genomgående mot övriga skadedjur (växthus-spinnkalstret, växthusmjöllusen och tomatminerarflugan).

Den biologiska bekämpningens förlopp

I hus A (fig. 1) upptäcktes angrepp av *F. occidentalis* redan i mars. Under april höll sig tripsarna till enstaka plantor, symptom noterades på som mest 4–5% av plantorna. Rovkalster sattes ut på blad med tripssymtom vid ett par tillfällen, totalt ca 500 (1 per m²). I maj

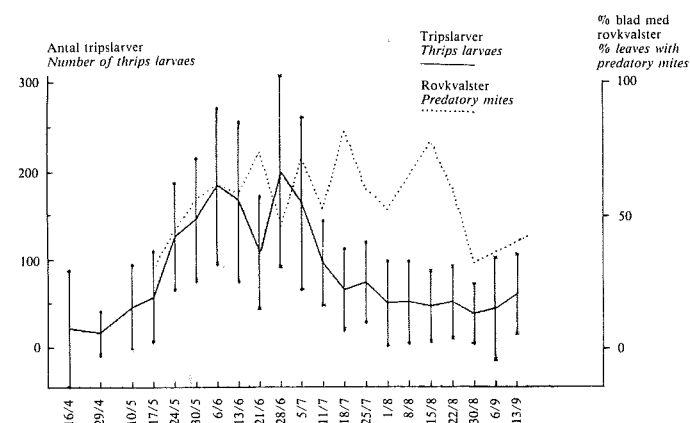
blev angreppet större och 5.000 rovkalster sattes ut jämnt fördelade över hela huset vid två tillfällen. Totalt blev det ca 20 per m². Antalet tripsar fortsatte att öka fram till slutet av juni, men sedan minskade mängderna. Under resten av säsongen höll sig angreppet på en låg nivå.

Hus B undersöktes första gången i början av april, och då var angreppet redan etablerat med ca 10% av plantorna symtombärande. 1.000 rovkalster sattes ut i hela huset, varav hälften på de angripna plantorna. Ett par veckor senare sattes 5.000 rovkalster ut jämnt fördelade i hela huset. Ytterligare två lika stora utsättningar gjordes under maj. Totalt användes drygt 60 *A. cucumeris* per m². Tripsangreppet ökade snabbt till i slutet av maj, därefter minskade det successivt under juni och juli (fig. 2). I augusti började angreppet att öka igen samtidigt som rovkalstren minskade. Rovkalstren tålde förmodligen inte den kemiska bekämpning av mjöldagg med imazalil som gjordes under augusti.

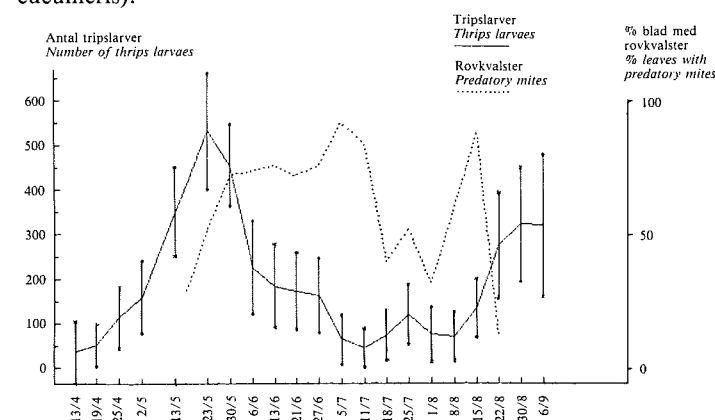
I hus C prövades en kombination av rovkalster och Thripstick med Decis. Thripstick är en typ av klistret som håller sig kläbbigt länge. Det sprids på plasten under plantorna. Avsikten är att tripslarver som faller ned på marken för att förpupa ska fastna i klistret och dödas av den Decis som sprids ut tillsammans med klistret. Metoden används med bra resultat mot *T. tabaci*. När tripsangreppet upptäcktes i början av april var det redan mycket utbreddt. Det fanns symptom på nästan alla plantor. Thripstick med Decis spreds ut under plantorna i hela huset, dessutom sattes 1.000 rovkalster ut, jämnt fördelade. Det visade sig att Thripstickbehandlingen bara hade effekt ett par veckor, sedan ökade tripsangreppet mycket snabbt. Ytterligare 15.000 rovkalster sattes ut i maj (totalt 60 per m²) och efter några veckor hade rovkalstren hunnit ikapp och antalet tripsar började minska (fig. 3). Det hann emellertid bli rätt kraftiga bladskador innan dess. Tyvärr revs alla plantorna ut precis när angreppet hade gått tillbaka.

Sammanfattningsvis gick det bra att vända tripsangreppen i gurka med hjälp av *A. cucumeris*. I två av husen höll sig angreppen på en låg nivå under hela säsongen, i det tredje huset revs plantorna ut strax efter det att angreppet vänt.

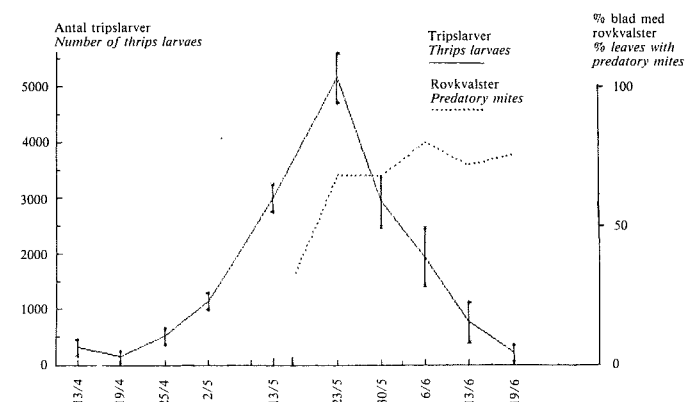
Gurkskörden blev kvantitativt sett normal jämfört med tidigare år och andra odlingar. Andelen gurkor av första sortering minskade



Figur 1. Hus A. Antal nedfallna tripslarver (*Frankliniella occidentalis*) per m² och vecka \pm S.E. samt % gurkblad med förekomst av rovkalster (*Amblyseius cucumeris*). — House A. Number of thrips larvae (*Frankliniella occidentalis*) per m² and week \pm S.E.; % cucumber leaves with predatory mites (*Amblyseius cucumeris*).



Figur 2. Hus B. Antal nedfallna tripslarver (*Frankliniella occidentalis*) per m² och vecka \pm S.E. samt % gurkblad med förekomst av rovkalster (*Amblyseius cucumeris*). — House B. Number of thrips larvae (*Frankliniella occidentalis*) per m² and week \pm S.E.; % cucumber leaves with predatory mites (*Amblyseius cucumeris*).



Figur 3. Hus C. Antal nedfallna tripslarver (*Frankliniella occidentalis*) per m² och vecka \pm S.E. samt % gurkblad med förekomst av rovkalster (*Amblyseius cucumeris*). — House C. Number of thrips larvae (*Frankliniella occidentalis*) per m² and week \pm S.E.; % cucumber leaves with predatory mites (*Amblyseius cucumeris*).

dock under 1987 jämfört med 1986 i alla tre husen (tab. 1). En stor del av kvalitetsförsämringen kan säkert skyllas på *F. occidentalis*, eftersom både vuxna tripsar och larver kan finnas i blommorna där de skadar gurkämne. När gurkorna sedan växer blir de krokiga eller får fula ärr i skalet.

I melonhusen sattes rovkvalster ut upprepade gånger efter planteringen i maj. Totalt användes 30—40 *A. cucumeris* per m². Tripsangreppet ökade hela tiden men rovkvalstren försvann. Ett par veckor efter varje utsättning gick det inte att hitta några rovkvalster, varken på blad eller i blommor. Bladen blev till sist helt bruna av tripskadorna medan frukterna inte fick några större skador.

Diskussion

Etableringen av *A. cucumeris* i gurka lyckades bra med de antal som sattes ut (20—60 m²). Vid månadsskiftet maj/juni förekom rovkvalster på minst 50% av bladen i samtliga hus, och därefter minskade tripsmängderna. Då andra populationshämmande faktorer som insektspatogena svampar eller andra naturliga fiender inte observerades, anser vi att effekten helt kan hänföras till rovkvalstren. Eftersom odlingstekniken är relativt enhetlig i svensk gurkodling, bör effekten kunna bli

Litteratur

- Elliott, D. & Gilkeson, L.A. 1987. The development of greenhouse biological control in western Canadian vegetable greenhouses and plantscapes. *Bull. IOBC/WPRS*, 1987/X/2: 52—56.
- Hansen, L.S. & Geyti, J. 1987. Possibilities and limitations of the use of *Amblyseius mckenziei* Sch. & Pr. for biological control of thrips (*Thrips tabaci* Lind.) on glasshouse crops of cucumber. (Under tryckning.)
- de Klerk, M.-L.J. & Ramakers, P.M.J. 1986. Monitoring population densities of the phytoseiid predator *Amblyseius cucumeris* and its prey after large scale introductions to control *Thrips tabaci* in sweet pepper. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 51/3a: 1045—1048.

LINDHAGEN, M. & NEDSTAM, B. 1988. Experiments with biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) by using the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 13—16.

Experiments with biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande), a new pest on greenhouse crops in Sweden, using the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) have been carried out during 1987. In cucumber the predators could keep the thrips population at a low level throughout the season. Still there was a certain reduction in fruit quality. In melon it was not possible to control the pest. There was no establishment of the predatory mites in spite of several introductions and an abundance of prey.

Tabell 1. % gurka av första sortering under försöksperioden jämfört med ett år utan angrepp av *F. occidentalis* — % cucumber of first grade during the experiments in comparison to a year with no infestation of *F. occidentalis*

Hus/House	A	B	C
Vecka/Week	12—36	12—31	12—26
1986	82	83	87
1987	70	75	82

likartad i andra odlingar som drabbas av *F. occidentalis*. Tidigare har erfarenheterna överlag varit goda vid bekämpning av *T. tabaci* med lägre nivåer av *A. cucumeris* (Nedstam, opubl.). För *F. occidentalis* bör dock i fortsatta försök ännu högre mängder rovkvalster prövas, för att uttröna om man därigenom kan komma ifrån kvalitetsförsämringen.

Det gick inte att bekämpa *F. occidentalis* med hjälp av *A. cucumeris* i melonhusen. En förklaring till att rovkvalstren inte etablerades på bladverket kan vara att de sökte sig ned i torvsubstratet till en alternativ födokälla. Fortsatta undersökningar behövs för att belysa detta.

- Nedstam, B. 1987. *Frankliniella occidentalis* i svenska växthus. *Växtskyddsnotiser* 51: 2, 44—46.
- Ramakers, P.M.J. & van Lieburg, M.J. 1982. Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch. & Pr. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 47/2: 541—545.
- Stenseth, C. 1986. Bekjempelse av trips (Thysanoptera: Thripidae) på slangeagurk i veksthus. *Forskning og forsøk i landbruket*, 37: 15—22.

Entomophthora-svampe til biologisk bekæmpelse af fluer i jordbrug

Jørgen Eilenberg, Zoologisk institut, Den Kgl Veterinær- og Landbohøjskole, Bülowsvej 13, 1870 Fredriksberg, C. København, Danmark.

EILENBERG, J. 1988. Entomophthora-svampe til biologisk bekæmpelse af fluer i Jordbrug. *Væxtskyddsnotiser* 52: 1—2, 17—24.

Gulerodsfluen (*Psila rosae*) og den lille kålflue (*Delia radicum*) er blandt de vigtigste skadedyr indenfor frilandsgrønsager i Danmark. Begge arter har som voksne naturlige svampesygdomme fra Entomophthorales. I et projekt undersøges de svampe, der er fundet hos gulerodsfluer (*Entomophthora muscae*, *Conidiobolus apiculatus* og *Erynia sp.*) og den lille kålflue (*E. muscae* og *Strongwellsea castrans*). Undersøgelserne fokuserer især på *E. muscae* og omfatter naturlig forekomst, infektionsprocesser, *in vivo* kultur, *in vitro* kultur, specificitet og anvendelse sesmæssige perspektiver. Artiklen giver en oversigt over hidtidige resultater.

Især *E. muscae* kan være en kandidat til biologisk bekæmpelse, da den bl.a. danner naturlige epidemier i gulerodsfluepopulationer. Endvidere er det nu lykkedes at opnå vækst og sporedannelse *in vitro*. For de nævnte svampe gælder dog, at der endnu ikke har kunnet udføres bekæmpelsesforsøg, således at en eventuel virkning har kunnet dokumenteres. Derfor vil der stadig være behov for en række basale undersøgelser, især vedrørende samspil mellem patogen og vært.

Nøgleord: *Psila rosae*, *Delia radicum*, *Entomophthora muscae*, *Conidiobolus apiculatus*, *Erynia sp.*, *Strongwellsea castrans*, biologisk bekæmpelse.

Indledning

En række fluearter optræder som skadedyr i grønsagsafgrøder, blandt de væsentligste er gulerodsfluen (*Psila rosae* F.) og den lille kålflue (*Delia radicum* L.). Der har i en år-række været arbejdet på at monitere disse fluearter ved hjælp af fældefangster. For gulerodsfluens vedkommende har dette i Danmark medført en mere effektiv kemisk bekæmpelse, endda med færre behandlinger (Philipson & Percy-Smith, 1987).

Imidlertid er behovet for alternativer til kemisk bekæmpelse stigende på grund af de ulemper, der efterhånden er konstateret ved anvendelsen af kemiske bekæmpelsesmidler.

Det har været kendt i mange år, at fluer i naturen kan angribes og dræbes af svampe fra Entomophthorales (insektskimmelsvampe). Mest velkendt er arten *Entomophthora muscae* (C.) Fres., som hyppigt ses på f.eks. stuefluer (*Musca domestica* L.). Fra alle større insektordener kendes en række arter fra Entomophthorales, bl.a. forekommer en række arter på bladlus (Zimmermann, 1978; Waterhouse & Brady, 1982).

Svampene er i øvrigt karakteristiske ved at sporerne afskydes fra det døde insekt. Sporerne (primære) fasthæftes effektivt på kultikula hos et sundt individ, hvorefter disse sporer kan inficere direkte eller danne sekundære sporer, der kan inficere. I denne fasthæftning af primære sporer deltager både sporenes cellevægge, der splittes i flere lag, og klæbende mucus (Eilenberg *et al.*, 1986). På fig. 1 er vist et generaliseret livscyklus for insektpatogene *Entomophthora*-svampe.

I naturen har man observeret, at disse svampe kan inficere og dræbe meget store dele af insektpopulationer, heriblandt en række skadedyr. Det har derfor i en række projekter været søgt at udvikle nogle arter til især bladlubekæmpelse, både på friland og i væksthuse (Gustafson, 1969; Wilding *et al.*, 1986a; Wilding *et al.*, 1986b).

Også bekæmpelse af fluer har været forsøgt i flere omgange. I Danmark blev det f. eks. allerede for mere end 70 år siden forsøgt at bekæmpe stuefluer med *E. muscae* (Winge, 1914). For øjeblikket arbejdes der med rela-

tioner mellem *E. muscae* og stuefluer og andre væsentlige skadedyr i USA bl.a. med henblik på biologisk bekæmpelse (Carruthers *et al.*, 1985; Mullens *et al.*, 1987, Kramer & Steinkraus, 1987). Også i Danmark har der været udført arbejde vedrørende *E. muscae* og stuefluer (U. Olesen, pers. komm.).

Baggrund for det danske projekt

Som et led i en række projekter vedrørende integreret bekæmpelse i gulerødder (Esbjerg *et al.*, 1983), har der i flere år været arbejdet på at klarlægge aspekter af det biologiske samspil mellem svampe fra Entomophthorales og gulerodsfluer (*P. rosae*). I et nuværende projekt undersøges endvidere den lille kålflue (*D. radicum*) samt lejlighedsvis andre skadedyr, især fluer. Formålet er både at beskrive populationsudviklingen hos fluer i relation til svampenes begrænsende indflydelse og at vurdere mulighederne for at arbejde henimod en fremtidig biologisk bekæmpelse af fluer i jordbrug med svampe fra Entomophthorales.

Nedenfor vil eksempler på de foreløbige resultater blive nævnt. I projektgruppen er, udover forfatteren, Holger Philipsen og José Bresciani, begge Zool. Inst., Landbohøjskolen. Den finansielle støtte kommer fra Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd og Carlsbergfondet.

Naturlig optræden

På en lokalitet (Strandholm, Lammefjorden, Sjælland) er der i 5 sæsoner indsamlet voksne, levende gulerodsfluer hver uge gennem hele vækstsæsonen (fra midten af maj til ca midten af oktober). Fluerne blev inkuberet i laboratoriet og eventuelle svampesygdomme diagnosticeret ved fremkomst af sporer. Samtidig er de voksne gulerodsfluers aktivitetsniveau fulgt på lokaliteten ud fra fangster på gule limplader.

Det har vist sig, at 3 svampearter optræder som patogener på de voksne fluer:

- *Entomophthora muscae* (C.) Fres.
- *Conidiobolus apiculatus* (Thaxt.) Remaud. & Keller
- *Erynia* sp.

Arterne adskilles på baggrund af eksterne karakterer, bl.a. fasthæftningsmåde for de svampedræbte fluer, og sporemorphologi. På fig. 2 a, b, 3 a, b og 4 er vist sporemorphologien af primære sporer hos *E. muscae*, *C. apiculatus* og *Erynia* sp. Der er hidtil kun konstateret primære sporer af *E. muscae* fra inficerede

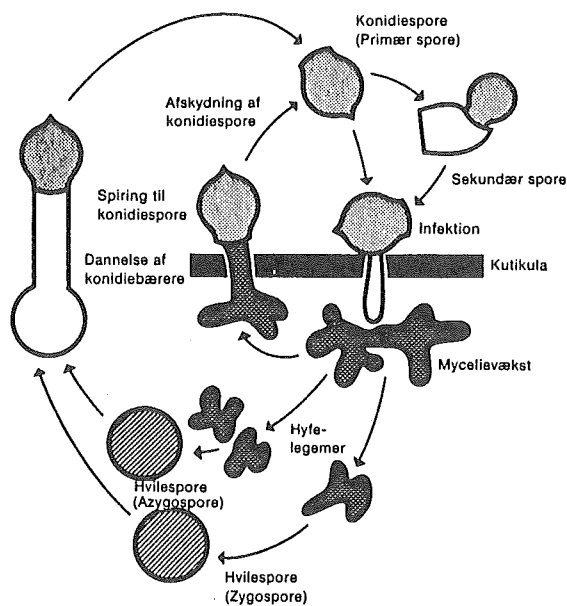


Fig. 1. Generaliseret livscyklus for insektpatogen *Entomophthora*-svamp. — General life-cycle for an insect-pathogenic fungus from the Entomophthorales.

de gulerodsfluer, mens *C. apiculatus* danner både primære sporer og hvilesporer i nogle af de inficerede individer.

Af de tre arter er *E. muscae* langt den hyppigste, idet denne art kan udvikle epidemier i gulerodsfluepopulationen flere gange pr. vækstsæson, med maksimale infektionsniveauer på 60% til 80% (Eilenberg & Philipsen, 1988). *C. apiculatus* optræder lejlighedsvis, men enkelte gange er epidemier observeret. *Erynia* sp. er kun fundet i enkelte fluer.

Udover den sæsonmæssige variation har det vist sig, at indsamlingsstedet er af betydning for vurdering af infektionsniveauet. Gulerodsfluerne er indsamlet flere steder på lokaliteten, både i det omgivende læhegn, i marken tæt ved hegnet og i marken 200 m fra hegnet. Det viste sig, at der blandt fluer indsamlet i hegnet var den største frekvens af *E. muscae*, frekvensen var noget lavere i marken tæt ved, mens fluerne i marken 200 m fra hegnet var langt mindre inficerede (Eilenberg, 1985).

Læhegnene fungerer som smitteområde, idet der kun her kunne findes svampedræbte gulerodsfluer i større antal. Fluerne, der var dræbt af *E. muscae*, sad på undersiden af bladene i 4–6 m højde, fasthæftet af rhizoider fra svampen (Eilenberg, 1987).

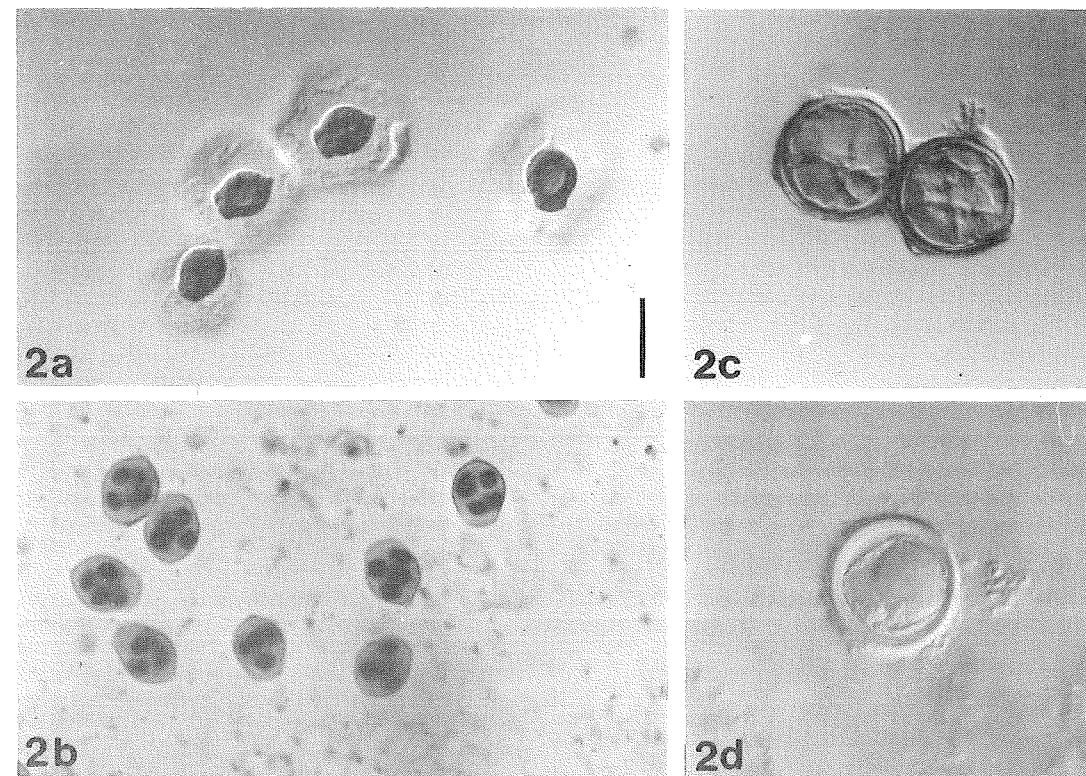


Fig. 2. Sporer af *Entomophthora muscae*. Skala = 20 μ m.

- a. Primære sporer (konidier) fra gulerodsflue, farvet med lactofenol-bomuldsblåt (lb).
 - b. Primære sporer, kernefarvning med aceto-orcein (ac).
 - c. Hvilesporer *in vivo*, fra den lille kålflue (lb).
 - d. Hvilesporer *in vitro*, KVL 2, isoleret fra gulerodsflue (lb). — Spores of *Entomophthora muscae*. Scale bar = 20 μ m.
- a. Primary spores (conidia) from carrot fly, stained with lactophenol-cottonblue (lc).
 - b. Primary spores, nuclei stained with aceto-orceine (ac).
 - c. Resting spores *in vivo*, from cabbage root fly (lc).
 - d. Resting spores *in vitro*, KVL 2, isolated from carrot fly (lc).

E. muscae er virkelig af betydning for populationsudviklingen af gulerodsfluer, dels fordi letaltiden er meget kort, ca 6 døgn ved 17° C, dels fordi svampeinfektion påvirker fluernes adfærd på et meget tidligt tidspunkt i infektionsforløbet. Dette har som effekt, at inficerede hunfluer ikke kan lægge æg ved gulerødderne (Eilenberg, 1987).

Den lille kålflue er lejlighedsvis blevet indsamlet og inkuberet. To svampesygdomme har kunnet konstateres:

- *Entomophthora muscae*
- *Strongwellsea castrans* Batko & Weiser emend. Humber

Da *E. muscae* er et kompleks af arter (Keller, 1984), er svampene fra hhv. gulerodsfluer og den lille kålflue muligvis forskellige arter. I det danske materiale er det konstateret, at

sporemorphologien er forskellig for *E. muscae* fra disse to værdtyr (Eilenberg, unpubl.). Endvidere er hvilesporer konstateret i flere indsamlede eksemplarer af den lille kålflue (fig. 2 c).

S. castrans er bl.a. karakteristisk ved, at den afskyder primære sporer i et langt tidsrum, før værten dræbes, dvs. sporerne afskydes fra fluer, der flyver rundt mellem sunde individer. Arten er velkendt fra *Delia* spp. (Lamb & Foster, 1986). Primære sporer er vist på fig. 5 a & b, hvilesporer på fig. 5 c.

Kultur i værdtyret (in vivo)

I arbejdet med svampene har den største indsats hidtil været rettet mod *E. muscae*, da den rummer de mest oplagte bekæmpelsesmæssige perspektiver p.g.a. dens evne til at danne

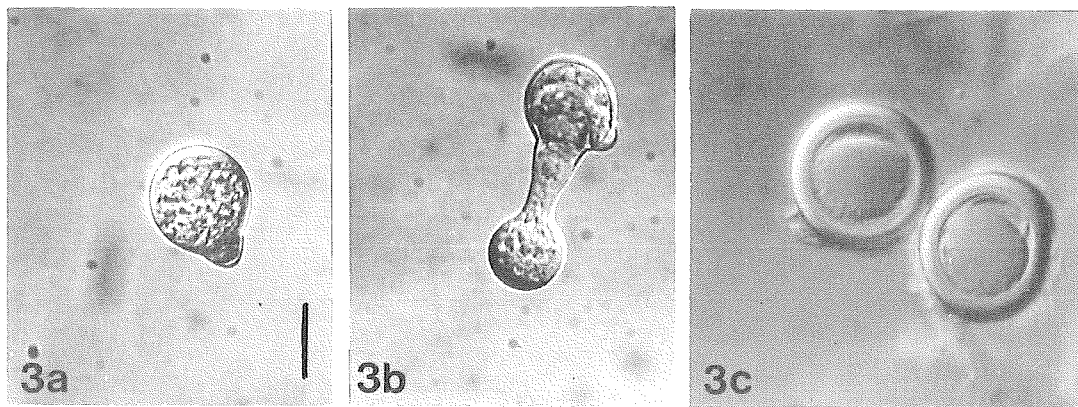


Fig. 3. Sporer af *Conidiobolus apiculatus*. Skala (fig. 3 & 4) = 20 μ m.
 a. Primær spore fra gulerodsflue (lb).
 b. Dannelse af sekundær spore (lb).
 c. Hvilesporer *in vitro*, KVL 11, isoleret fra gulerodsflue (lb). —
Spores of Conidiobolus apiculatus. Scale bar (fig. 3 & 4) = 20 μ m.
 a. Primary spore from carrot fly (lc).
 b. The formation of a secondary spore (lc).
 c. Resting spore *in vitro*, KVL 11, isolated from carrot fly (lc).

naturlige epidemier under forskellige vejrforhold. Arten holdes let i kultur i værdyret, voksne gulerodsfluer. Metoden fremgår af fig. 6: I et fugtigt kammer udsættes sunde individer for sporer af nyligt dræbte gulerodsfluer. Efter ca 1 døgn overflyttes de levende fluer til små bægre, og der opnås ofte infektionsprocenter på nær 100.

Ved hjælp af denne infektionsmetode er en række basale biologiske undersøgelser af samspillet mellem fluen og svampen gennemført, f.eks. letalitet under forskellige temperaturforhold, sporeafskydning (frekvens, mængde) og æglægningsadfærd (Eilenberg, 1987, 1988). Imidlertid er metoden med kultur *in vivo* klart utilstrækkelig til større forsøg, f.eks. udbringning i marken.

In vitro kultur

Traditionelt dyrkes *Entomophthora*-svampe på et vækstmedium bestående af æggeblomme, evt. blandet med Sabouraudagar (Müller-Kögler, 1959; Gustafson, 1965). Der er dog udviklet flydende, simple vækstmedier, hvori visse arter har kunnet opformeres i langst større skala (Latgé *et al.*, 1977; Perry & Latgé, 1980).

I flydende vækstmedium er i flere tilfælde opnået en høj vækstrate af svampenes vegetative stadier, dvs. enten vægløst protoplast eller hyfelegemer. Der er i øvrigt store forskelle mellem de forskellige slægter indenfor

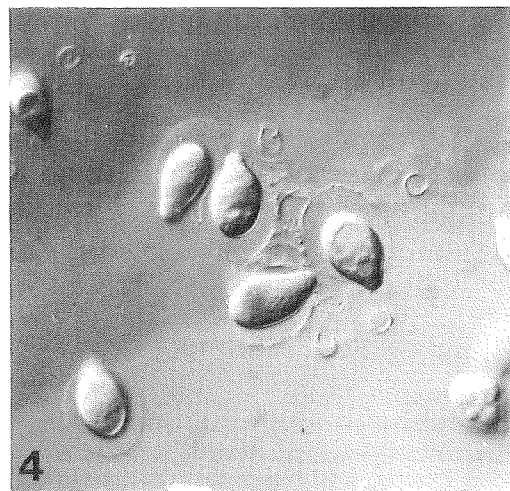


Fig. 4. Primære sporer af *Erynia sp.* fra gulerodsflue (lb). — Primary spores of *Erynia sp.* from carrot fly (lc).

Entomophthorales med hensyn til krav til vækstmediet (Latgé, 1982).

I projektet er flere danske *Entomophthora*-svampe blevet isoleret og holdes nu i kultur i flydende vækstmedium:

— *Entomophthora muscae* (fra gulerodsflue (*Psila rosae* F.), den lille kålflue (*Delia radicum* L.) og stueflue (*Musca domestica* L.)

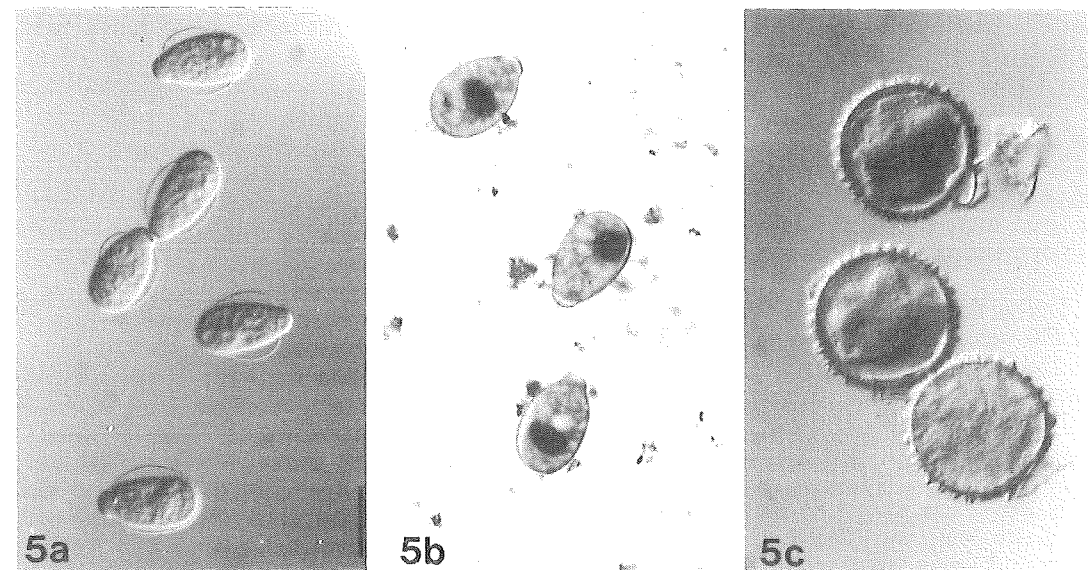


Fig. 5. Sporer af *Strongwellsea castrans*. Skala = 20 μ m.
 a. Primære sporer fra den lille kålflue (lb).
 b. Primære sporer, kernefarvning (ac).
 c. Hvilesporer *in vivo*, fra den lille kålflue (lb). —
Spores of Strongwellsea castrans. Scale bar = 20 μ m.
 a. Primary spores from cabbage root fly (lc).
 b. Primary spores, nuclei stained (ac).
 c. Resting spores *in vivo*, from cabbage root fly (lc).

Moist chamber

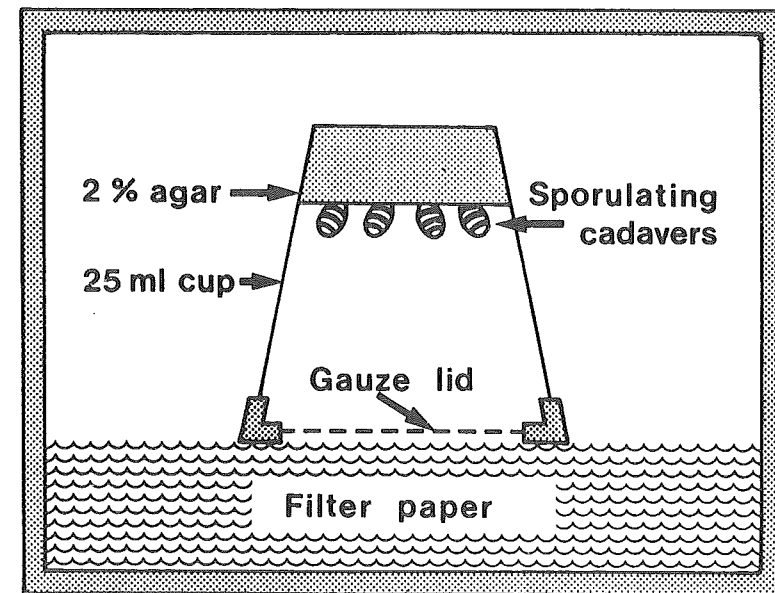


Fig. 6. Fugtighedskammer til kultur af *Entomophthora muscae* *in vivo*. Sunde fluer inficeres ved 24 timers ophold i bægeret. — Moist chamber for *in vivo* culture of *Entomophthora muscae*. To ensure infection healthy flies are kept in the cup for 24 hours.

- *Conidiobolus apiculatus* (fra gulerodsflue (*P. rosae*))
- *Erynia anglica* (fra kornsmælder, *Agrotis sputator*)
- *Erynia virescens* (fra agerugler, *Agrotis segetum*)
- *Erynia* spp., *Conidiobolus* spp., *Entomophaga* sp. m.fl. (fra forsk. værdtyr, for tiden er svampene kun bestemt til slægt)

Der er indledt undersøgelser af kulturerne af *E. muscae* og *C. apiculatus* med hensyn til mulighederne for at opnå hurtig vækst og sporedannelse *in vitro*. *C. apiculatus* er tilsyneladende let at holde i kultur *in vitro*, der opnås relativt let både primære sporer og hvilesporer (fig. 3 c).

E. muscae regnes traditionelt for vanskelig at dyrke *in vitro*, således er både væksten ringe, og sporedannelse ikke tidligere klart dokumenteret (Gustafsson, 1965; Latgé, 1981).

De danske stammer af *E. muscae* vokser som protoplast i flydende vækstmedium, hvilket er beskrevet for en stamme ("KVL 2") fra gulerodsfluer (Latgé *et al.*, 1987). Flere af de danske stammer af *E. muscae* er det desuden for nyligt lykkedes at få til at danne både primære sporer og hvilesporer *in vitro* (fig. 2 d). Metoden er, at der opformeres protoplast i flydende medium, hvorefter dannelsen af sporer sker på fast medium (Eilenberg *et al.*, upubl.).

Specificitet

Det er som nævnt ikke afklaret, om *E. muscae* i virkeligheden omfatter en række arter eller fysiologiske racer. Et led i denne afklaring er igangværende undersøgelser af specificiteten af de enkelte stammer af *E. muscae*.

I laboratoriet er det forsøgt at undersøge, i hvilket omfang *E. muscae* fra forskellige værdtyr kan inficere andre arter. I første omgang fluearter, idet *E. muscae* har været anset for udelukkende at angribe tovingede (Ben-Ze'ev & Zelig, 1984). Imidlertid har vi i Danmark fundet svampe med en spore morfologi identisk med *E. muscae* på biller og årevingede (Eilenberg *et al.*, 1987), derfor inddrage disse svampe også i undersøgelser af værtskifte.

Metoden, der benyttes, er, at insekterne udsættes for infektion som vist på fig. 2. Betingelser søges på denne måde gjort optimale med hensyn til sporetæthed, kontakt og luftfugtighed.

Følgende overførsler har været mulige med *E. muscae*:

Fra	Til
Gulerodsflue (<i>P. rosae</i>)	Den lille kålflue (<i>D. radicum</i>) Stueflue (<i>M. domestica</i>)
Den lille kålflue (<i>D. radicum</i>)	Gulerodsflue (<i>P. rosae</i>)
Stueflue (<i>M. domestica</i>)	Gulerodsflue (<i>P. rosae</i>)
Frøhveps (<i>Torymus druparum</i>)	Gulerodsflue (<i>P. rosae</i>)

Det fremgår, at overførsler mellem forskellige fluearter er mulig. Endvidere kan der også i laboratoriet ske overførsel fra en årevinget (frøhveps) til en tovinget (gulerodsflue). Imidlertid kan der herfra ikke umiddelbart drages konklusion om værtskifte i naturen, f.eks. har spore morfologien af *E. muscae* hos naturligt inficerede gulerodsfluer og kålfluer altid vist sig forskellig.

Med hensyn til *C. apiculatus* har den været konstateret naturligt forekommende på insekter fra flere ordener (Waterhouse & Brady, 1982), men der er endnu ikke udført forsøg på overførsel til fremmed vært med de danske stammer.

Perspektiver

Selvom svampe fra Entomophthorales har en dokumenteret begrænsende indflydelse på insektpopulationer, er det endnu ikke lykkedes at udvikle produkter til biologisk bekæmpelse på basis af disse svampe. En række problemer skal løses før en egentlig udvikling henimod produkter kan blive en realitet.

Det er bemærkelsesværdigt, at en stor del af den nyligt publicerede litteratur i høj grad handler om basale undersøgelser af det biologiske samspil, som endnu er ufuldstændigt kendt for en række arter, heriblandt almindelige patogener på skadedyr.

Med hensyn til mikrobiologisk bekæmpelse af fluer med *Entomophthora*-svampe, kan der opsummeres en række problemer, der er væsentlige at få løst:

- Feltundersøgelser af forekomst af svampe på skadelige fluer (*P. rosae*, *Delia* spp. m.fl.) bør foretages i flere lande, bl.a. forskellige vejrforhold kan have indflydelse på hyppigheden af de enkelte svampearter.

- Metoderne til opformering *in vitro* må effektiviseres for arter, der med hensyn til deres naturlige optræden er mest perspektivrige, f.eks. *E. muscae*.
- Infektionsprocesserne er stadig utilstrækkeligt belyst, f.eks. vides det endnu ikke for *E. muscae*, om de primære sporer i sig selv er infektiøse, eller om det er nødvendigt for arten at danne sekundære sporer.
- Værtsspecificiteten for *E. muscae* bør yderligere undersøges.

Litteratur

- Ben-Ze'ev, I.S. & Zelig, Y. 1984. *Entomophthora israelensis* sp. nov. (Zygomycetes: Entomophthorales), a fungal pathogen of gall midges (Diptera: Cecidomyiidi). *Mycotaxon* 21, 463—474.
- Carruthers, R.I., Haynes, D.L. & MacLeod, D.M. 1985. *Entomophthora muscae* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) mycosis in the onion fly, *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae). *J. Invertebr. Pathol.* 45, 81—93.
- Eilenberg, J. 1985. Relationships between the carrot fly (*Psila rosae* F.) and its fungal pathogens from Entomophthorales, particularly *Entomophthora muscae* (C.) Fres. Ph.D. Thesis, Dept. Zool., Royal Vet. Agric. Univ., Copenhagen, 109 pp.
- Eilenberg, J. 1987. Abnormal egg-laying behaviour of female carrot flies (*Psila rosae* F.) induced by the fungus *Entomophthora muscae*. *Entomol. Exp. Appl.* 43, 61—65.
- Eilenberg, J. 1988. The culture of *Entomophthora muscae* (C.) Fres. in carrot flies (*Psila rosae* F.) and the effect of temperature on the pathology of the fungus. *Entomophaga* (in press).
- Eilenberg, J. & Philipsen, H. 1988. The occurrence of Entomophthorales on the carrot fly (*Psila rosae* F.) in the field during two successive seasons. *Entomophaga* (in press).
- Eilenberg, J., Bresciani, J. & Latgé, J. 1986. Ultrastructural studies of primary spore formation and discharge in the genus *Entomophthora*. *J. Invertebr. Pathol.* 48, 318—324.
- Eilenberg, J., Bresciani, J. & Martin, J. 1987. *Entomophthora* species with *E. muscae*-like primary spores on two new insect orders, Coleoptera and Hymenoptera. *Nordic J. Bot.* (in press).
- Esbjerg, P., Jørgensen, J., Nielsen, J.K., Philipsen, H., Zethner, O. & Øgaard, L. 1983. Integreret bekæmpelse af skadedyr med gulerødder, gulerodsfluen (*Psila rosae* F., Dipt. *Psilidae*) og ageruglen (*Agrotis segetum* Schiff., Lep. *Noctuidae*) som afgrødemodel skadedyr. *Tidsskr. Planteavl* 87, 303—355.
- Gustafsson, M. 1965. On species of the genus *Entomophthora* Fres. in Sweden. II. Cultivation and physiology. *Lantbr. Annlr.* 31, 405—457.
- Gustafsson, M. 1969. On species of the genus *Entomophthora* Fres. in Sweden. III. Possibilities of usage in biological control. *Lantbr. Annlr.* 35, 235—274.

- Arterne *C. apiculatus* og *S. castrans* bør undersøges nøjere med hensyn til generel biologi, dyrkning *in vitro* osv., idet de kan vise sig perspektivrige.
- Betydningen af fungicidbehandlinger og udvikling af svampepidemier bør undersøges, med henblik på at afklare, om der evt. er antagonisme mellem visse fungicider og *Entomophthora*-svampe.

- Keller, S. 1984. *Entomophthora muscae* als Artenkomplex. *Mitt. Schweiz. Entomol. Soc.* 57, 131—132.
- Kramer, J.P. & Steinkraus, D.C. 1987. Experimental induction of the mycosis caused by *Entomophthora* in population of house flies (*Musca domestica*) within a poultry building. *J. New York Entomol. Soc.* 95, 114—117.
- Lamb, D.J. & Foster, G.N. 1986. Some observations on *Strongwellsea castrans* (Zygomycetes: Entomophthorales), a parasite of root flies (*Delia* spp.) in the south of Scotland. *Entomophaga* 31, 91—97.
- Latgé, J.P. 1981. Comparaison des exigences nutritionnelles des Entomophthorales. *Ann. Microbiol. (Inst. Past.)* 127A, 261—274.
- Latgé, J.P. 1982. Production of Entomophthorales. *Proc. Invertebr. Pathol. Microb. Control, IIIrd Int. Coll. Invertebr. Pathol.* 6—10 Sept. 1982, Brighton, England, 164—169.
- Latgé, J.P., Soper, R.S. & Madore, C.D. 1977. Media suitable for industrial production of *Entomophthora virulenta* zygospores. *Biotéchn. and Bioengineering* 19, 1269—1284.
- Latgé, J.P., Eilenberg, J., Beauvais, A. & Prevost, M.C. 1987. Morphology of *Entomophthora muscae* protoplast grown *in vitro*. *Protoplasma* (in press).
- Mullens, B.A., Rodriguez, J.L. & Meyer, J.A. 1987. An epizootological study of *Entomophthora muscae* in muscoid fly populations on Southern California poultry facilities, with emphasis on *Musca domestica*. *Hilgardia* 55, 1—41.
- Müller-Kögler, E. 1959. Zur Isolierung und Kultivierung insektenpathogener Entomophthoraceen. *Entomophaga* 4, 261—274.
- Perry, D.F. & Latgé, J.P. 1980. Chemically defined media for growth and sporulation of *Entomophthora virulenta*. *J. Invertebr. Pathol.* 35, 43—48.
- Philipsen, H. & Percy-Smith, A. 1987. Det er blevet nemt at tælle gulerodsfluer. *Grønne Fag* 6, 4—6.
- Waterhouse, G.M. & Brady, B.L. 1982. Key to the species of *Entomophthora* sensu lato. *Bull. Brit. mycol. Soc.* 16, 113—143.
- Wilding, N., Latteur, G. & Dedryver, C.A. 1986a. Evaluation of entomophthorales for aphid control: Laboratory and field data. In Samsom, R.A., Vlak, J.M. & Peters D. (ed.): Fundamental and applied aspects of invertebrate pathology. *Found. Fourth Int. Coll. Invertebr. Pathol.*, Wageningen, 711 pp.

Wilding, N., Mardell, S.K. & Brobyn, P.J. 1986 b. Introducing *Erynia neoaphidis* into a population of *Aphids fabae*: form of the inoculum and effect of irrigation. *Ann. appl. Biol.* 108, 373—385.

Winge, Ø. 1914. Flueskimmelsvampen. *Medd. fra For. Svampekundskabens Fremme* 1, 51—57.

Zimmermann, G. 1978. Zur Biologie, Untersuchungs-methodik und Bestimmung von Entomophthoraceae (Phycomycetes: Entomophthoraceae) an Blattläusern. *Z. ang. Entomol.* 85, 241—252.

EILENBERG, J. 1988. *Entomophthora*-fungi for biological control of flies in agricultural crops. *Växtskyddsnotiser* 51: 1—2, 17—24.

The carrot fly (*Psila rosae*) and the cabbage root fly (*Delia radicum*) are both among the most serious pests on outdoor vegetables in Denmark. Fungi from the Entomophthorales occur as natural pathogens on adult flies; on carrot flies *Entomophthora muscae*, *Conidiobolus apiculatus* and *Erynia sp.*, on cabbage root flies *E. muscae* and *Strongwellsea castrans*. The present project focuses on natural occurrence, infection processes, *in vivo* cultivation, *in vitro* cultivation, specificity and aspect for future use. Special emphasis is made on *E. muscae*. The paper gives a brief review of the results so far.

Particularly *E. muscae* seems promising for future biological control since it has the ability to establish epidemics in carrot fly populations. A method for growing several strains of this fungus *in vitro*, followed by spore production, is being developed. However, here remains the need to prove that both *E. muscae* and the other fungal species mentioned above can control fly populations after a release of fungus material. Thus, basic research, particularly studies including host-pathogen relationships, are still needed.

Key words: *Psila rosae*, *Delia radicum*, *Entomophthora muscae*, *Conidiobolus apiculatus*, *Erynia sp.*, *Strongwellsea castrans*, biological control.

Insektvirus hos ageruglen

Leif Øgaard, Zoologisk institut, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 1870 Fredriksberg, C. København, Danmark

ØGAARD, L. 1988. Insektvirus hos ageruglen. *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 25—31.

Undersøgelser over optræden af insektvirus i danske ageruglebestande foretaget i 1984—86 viser, at der optræder mindst 2 isolater af kapselvirus (GV) og mindst 1 isolat af polyedervirus (NPV). Infektionsniveauet har været lavt — omkring 1% — i alle observationer omfattende ialt ca 10.000 larver.

Undersøgelser i felten og i laboratoriet har vist, at kapselvirus kan "overvintrere" i jorden, og at det herfra kan etableres i såvel små som store larver i løbet af næste sommer. En fortsat eksistens af viruset kræver opformering af viruspopulationen, ved hjælp af smittespredning og derved følgende opbygning af infektionsniveauet. Smittespredning kan ske ved at raske larver æder af virusinficerede eller -døde larver på jordoverfladen.

Baggrund

I de sidste 20—30 år er der registreret flere og flere eksempler på, at insektvirus indenfor slægten Baculovirus (bl.a. polyedervirus NPV og kapselvirus GV — fig. 1) udgør velegnede bekæmpelsesmidler. Strukturelle egenskaber hos Baculovirus er årsag til, at det — i naturen — kun aktiveres ved højt pH i en række planteædende, holometabole insektlarver. Endvidere kan hvert virusisolat kun inficere enkelte insektarter, hvilket er årsag til, at insektvirus er kemiske insekticider overlegne m.h.t. specificitet og miljøvenlighed. Infektionsrute og det generelle sygdomsforløb er skitseret i fig. 2.

Flere forhold har hindret et afgørende gennembrud i anvendelse af insektvirus. Det er bl.a. opdagelsen af pyrethroider, der bliver betragtet som væsentlig mere miljøvenlige end fosformidler og andre, samt billigere og i en del tilfælde mere effektive end Baculovirus. Også den stigende succes for mikrobiologiske produkter med *Bacillus thuringiensis* må antages at have reduceret interessen for insektvirus i nogle bekæmpingssituationer. Indtil nu har der dog på verdensplan været markedsført i størrelseordenen 10 viruspræparater, hvoraf ca halvdelen er taget ud af produktion, formentlig på grund af manglende omsætning.

Der er en række egenskaber ved insektvirus, som giver potentielle fordele i de enkelte bekæmpingssituationer. Insektvirus er meget specifikt, og dets holdbarhed efter kan

være god ved hensigtsmæssig udbringning (Øgaard, 1983). Endvidere kan insektvirus recycle og sætte epidemier igang i samme generation (horisontal smitteoverførsel) eller i næste generation (vertikal smitteoverførsel). Der kendes adskillige eksempler på forekomst af insektvirus i insektpopulationer gennem mange år — med infektionsniveauer vekslen- de fra ubemærkethed til epidemier (Tanada, 1961; Urquhart, 1966).

I Danmark og Sverige er der gennem en år- række (ca 1974—1982) foretaget undersøgel- ser, som har vist, at ageruglens larver (*Agrotis segetum*, SCHIFF) (Jordfly) kan bekæmpes med et insektvirus af typen GV (kapselvirus). Det er endvidere påvist, at viruset kan masse- opformeres i laboratoriet, og der er udviklet bioassays til bestemmelse af virusets patoge- nitet overfor værtsdyrene (Zethner, 1980; Charpentier, 1980; Esbjerg *et al.*, 1983).

Danske undersøgelser 1984—1986

Formålet med et projekt over "Virus-vært forhold hos insekter" i årene 1984—1986 har været at undersøge den naturlige optræden af insektvirus blandt larver af ageruglen.

Det har været hensigten at registrere til- stede-værelse af insektvirus i danske bestande og at få et basalt kendskab til insektvirusets overvintrings- og spredningsmuligheder. Her- ved etableres også mulighed for at få — med mere anvendt sigte — indblik i hvordan infek-

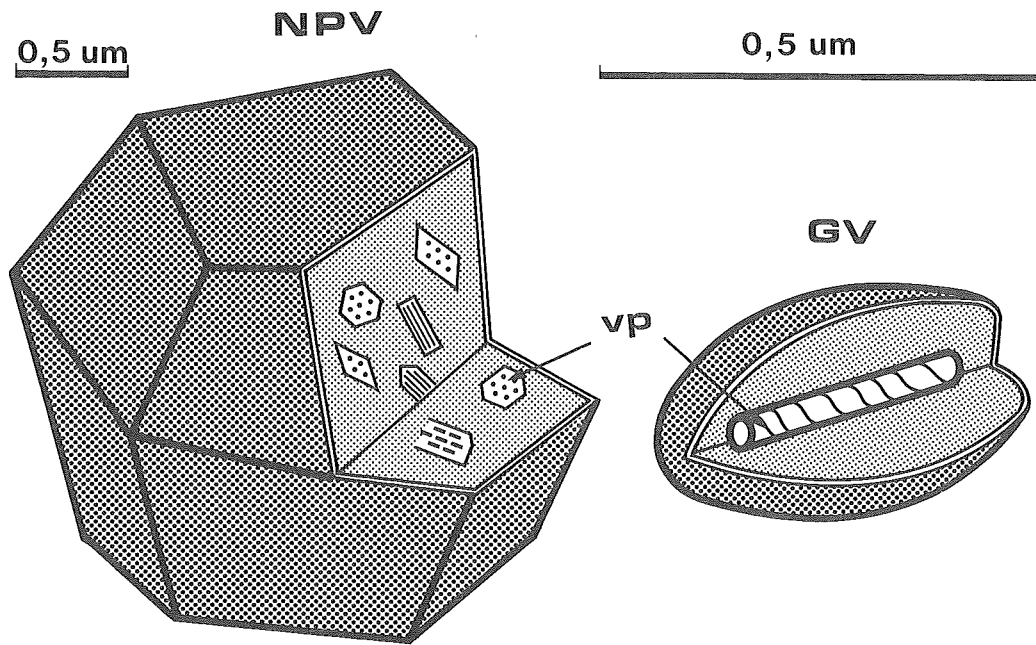


Fig. 1. De almindeligste typer af Baculovirus — Kernepolyedervirus (NPV) og Kapselvirus (GV). — The most abundant Baculoviruses — Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) and Granulosis Virus (GV).

tioner kan forventes at forløbe i længere perioder efter virusudbringning. Man kan f.eks. vurdere om bekæmpelsen kan effektiviseres ved forskellige foranstaltninger eller om naturlige virusforekomster kan bidrage til en populationsbegrænsning. I fig. 3 er skitseret de undersøgte trin i virusets "livscyklus".

Tilstedeværelse af virus i Danmark

Insektvirus i ageruglebestande er eftersøgt mest koncentreret i 1984 ved indsamling af ca 6000 larver på 9 lokaliteter og i 1986 ved indsamling af ca 3000 larver på 15 lokaliteter.

Blandt ca 1000 ageruglelarver fra en lokalitet nær København fandtes i 1984 fire larver inficeret med kapselvirus (GV) og fire larver inficeret med kernepolyedervirus (NPV), begge indenfor slægten Baculovirus. Kapselviruset blev sammenlignet med et kapselvirus, tidligere anvendt i feltforsøg og bioassays. De 2 kapselvirus viste sig identiske m.h.t. biologiske egenskaber og DNA-identitet. Det observerede NPV er ikke analyseret.

I 1986 fandtes på 3 lokaliteter tilsammen 10 larver — ud af 1800 indsamlet — inficeret med en anden type kapselvirus. Denne type kapselvirus afviger meget fra de andre 2 kapselvirus i de biologiske egenskaber. Det opfor-

merer sig meget langsomt i larverne, som viser de første sygdomstegn efter 4—6 uger. Derefter intensiveres symptomerne (larverne bliver hvide), men fødeoptagelser fortsætter i en langstrakt periode.

Et bioassay med dette virus kan først afsluttes efter 5—6 måneder mod normalt 3 uger. I stedet for at få levetiden reduceret med 1—3 uger vil larver inficeret med dette kapselvirus få levetiden forlænget med 3—4 måneder under laboratorieforhold. I 1986 blev der tillige fundet 4—5 ageruglelarver med det tidligere observerede "normale" kapselvirus og der er isoleret NPV fra 2 larver af *Agrotis exclamationis*, der i alle år har udgjort 5—10% af de indsamlede larver.

Fund af insektvirus i danske ageruglebestande er opført i tab. 1 sammen med resultater fra tilsvarende undersøgelser i England og Polen.

Overvintringsmuligheder

Holdbarheden af ageruglens kapselvirus i jord er blevet undersøgt i et tidligere projekt over integreret bekæmpelse 1978—1983 (Esbjerg *et al.*, 1983; Øgard *et al.*, 1988). Det er dokumenteret ved disse undersøgelser, at kapsel-

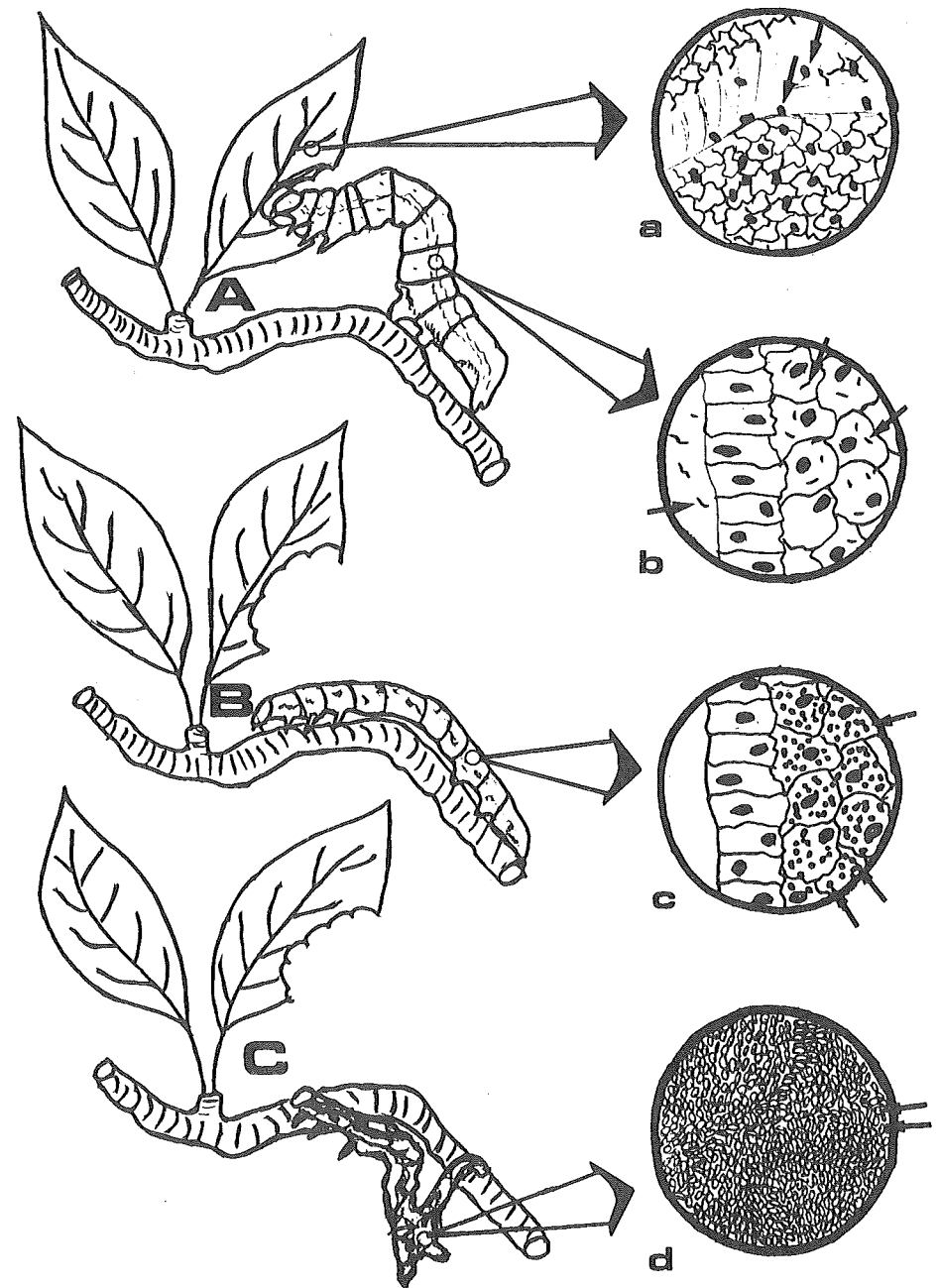


Fig. 2. Skitse over infektionsforløbet af Baculovirus-infektion. A: Rask larve æder blade med virus (a viser virus på blad) og inficeres via tarmen (b viser frigjorte viruspartikler i tarmen og i celler bag tarmepitelet). B: Larven virussyg 4—10 dage senere, fødeoptagelse ophører og mange celler er fyldt med virus (c). C: Virusdød larve indeholdende ca 1 milliard viruspartiklar pr mg. — Schematic view of the course of an infection from a Baculovirus, showing healthy larva feeding on viruscontaminated leaves (A), a diseased larva (B) and a deceased larva (C).

virus, som er blevet udbragt i øverste jordlag (0—5 cm) og senere oprenset fra jorden, kan inficere ageruglelarver i mindst 1 år efter udbringningen. Dog vil ca 95% af kapslerne være inaktiveret eller borte efter 8—9 måneder og ca 99% efter 12 måneder.

Tidligere undersøgelser viser for andre insekters insektvirus, at larver kan inficeres med virus ekstraheret fra jordprøver 1—2 år efter udbringning (GV: David and Gardiner 1967, NPV: Jacques 1966), eller at NPV fra fyrrehvæpse kan bevare aktiviteten i 10—11 år i nålefløjringer på skovbunden (Thompson & Scott, 1979). Jord- og løvaflejringer kan således udgøre et reservoir for virus gennem lang tid.

En anden måde at "overleve" perioden oktober—juli er at være til stede i overvintrende værdtyr. Dette vil kunne ske, når værdtyr indtager en subletal virusdosis, som resulterer i en symptomløs tilstedeværelse af insektviruset (f.eks. subklinisk infektion eller latent infektion m.v.), efterfulgt af en virusoverførsel fra hunnen til afkommet via æggene (transovum smitteoverførsel). Sådane overførsel er påvist adskillige gange, men den praktiske betydning er uklar (Fine, 1984).

Spredning

Spredning af virus må betragtes som et fænomen, der foregår trinvis. Det kan omfatte transport fra en lokalitet til en anden, transport fra reservoir (jord, nedfaldent løv) til plantemateriale, der kan ædes, eller smitte fra syge/døde individer til raske af samme generation. Nogle af de enkelte trin er undersøgt i projektet, andre er ikke belyst, men kan i en vis udstrækning betragtes som forventelige.

Første trin — transport fra sted til sted

Spredning med prædatorer er observeret i adskillige tilfælde, bl.a. er det påvist i de danske undersøgelser, at ageruglens kapselvirus kan passere uskadt gennem fasaners tarmsystem, og det er påvist i engelske undersøgelser, at fugle kan sprede fyrrehvæpse-NPV (Entwistle *et al.*, 1977). Andre undersøgelser viser at kødfluer (Zhu *et al.*, 1982) eller græshopper (Odindo, 1983) kan sprede virus efter at have ædt inficerede eller døde larver. Det er overvejende sandsynligt, at Baculovirus generelt kan passere uskadt gennem tarmsystemet hos prædatorer med neutralt eller surt mave- og tarmmiljø.

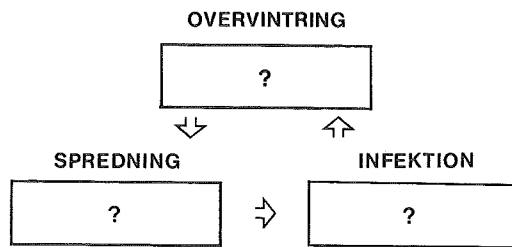


Fig. 3. De 3 elementer i virusets livscyklus, der er målet for undersøgelserne. — *The 3 main elements in the virus existence being studied.*

Tabel 1. Forekomst af Baculovirus hos ageruglelarver — *The incidence of Baculoviruses in cutworms*

	Antal indsamlet	% inficerede NPV	GV
Sherlock, P.L.*			
1975—1976	209	0	0
1976—1977	755	0.6	0
1977—1978	297	5.4	5.4
Lipa, J. (upubliceret)			
1978	895	7.8	1.3
1979	615	7.9	2.4
1980	778	13.3	0
Øgaard, L.			
1984	6000	0.1	0.1
1985	1600	0	0
1986	3100	0.1	0.5

* Ann. Appl. Biol. (1983)

Der er ikke gennemført undersøgelser til at eftervise, om virus kan transporteres ved jordfygning, men det er rimeligt at antage, at en sådan transport kan forekomme.

Det er ligeledes rimeligt at antage, at virus kan transporteres i forbindelse med den før omtalte trans-ovum smitteoverførsel. Der tænkes her på at de smittebærende voksne kan transporteres til andre lokaliteter ved aktiv flyvning eller med blæst.

Andet trin — spredning fra jord til afgrøde

I projektet er det påvist, at virus i jord påføres afgrøden, når bladene tynges til jorden af regn og blæst, eller at invertebrater såsom biller eller voksne værdtyr kan afsætte insektvirus

på afgrøden efter at have opholdt sig på virusholdig jord. Det er også under laboratorieforhold vist, at alle stadier af ageruglelarver kan inficeres, når de opholder sig i virusholdig jord. Infektionsruten er der ikke tvivl om (optagelse via munden), men hvordan det præcist sker er ikke klarlagt. Det kan evt. ske når de — af larverne — afklippede blade trækkes ned i jorden og derved kontamineres med virus.

Resultaterne viser, at et ophold på 2—3 uger i jord med et indhold af virus svarende til et naturligt niveau (ca 1% af indholdet fra en stor, virusdød larve — 0,01 LÆ) vil resultere i at 10—50% af larverne inficeres (fig. 4).

Tredie trin — spredning fra syge/døde til raske larver

Smittespredning fra syge/døde individer sker i stor udstrækning ved at en rask ageruglelarve æder af en virusdød larve, når den træffer en sådan. En række forsøg med udlagte virusdøde larver på jorden, både i laboratoriet og i felten, har vist at mange af de raske larver bliver inficeret. Det er gentagne gange observeret at larverne æder de døde, og der har været en klar sammenhæng mellem mortaliteten og mængden af døde larver udlagt.

Opretholdelse af virusinfektion i værtbestande

Indsamlingerne af larver har vist at insektvirus aktuelt forekommer på nogle lokaliteter, men det er altid på et meget lavt niveau — epidemier er endnu ikke observeret.

Undersøgelserne over virusets holdbarhed i jorden samt dets spredningsmuligheder har vist at de nævnte forhold — samt evt. flere — tilsammen synes at kunne bidrage til at opretholde eksistens af insektvirus på en række lokaliteter.

Resultaterne viser endvidere, at infektions-trinet skal opdeles i 2 trin — etablering og opbygning — begge af stor betydning for virusets fortsatte eksistens. De vigtigste forhold af betydning for ageruglevirusets livscyklus fremgår af fig. 5.

1) ETABLERING

I løbet af juli og august vil virusinfektion etableres i en bestand når larver kommer i kontakt med jord, som indeholder overvintret insektvirus. Modelberegninger over hvor mange af sådanne kontakter, der vil forekomme under forskellige tætheder m.m., vi-

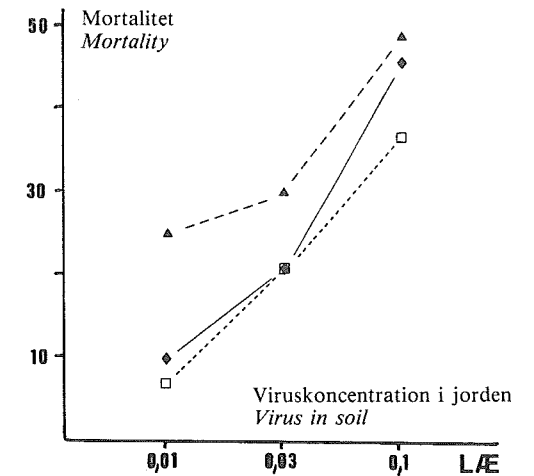


Fig. 4. Mortalitet blandt 3.—4. stadier larver efter ca 14 dages eksponering for virus i jord (potter, ca 13 cm i diameter) med forskellige viruskoncentrationer. 3 gentagelser af forsøget. — *Mortality of 3rd—4th instar larvae after 2 weeks exposure to virus in soil (pots of diameter 13 cm) containing different amount of virus. Investigation repeated 3 times.*

ser at kun ved sjældent høje bestandstætheder af ageruglens larver (60—70.000 larver pr. ha eller højere — Balachowsky, 1972) kan et lavt infektionsniveau på få % opretholdes ved disse kontakter alene. Ved mere almindeligt forekommende tætheder (ca 10.000 larver/ha eller lavere), vil infektionsniveauet falde til 0 i løbet af få år. Selvom også transovarial smitteoverførsel kan bidrage til etablering af infektion, synes det ikke sandsynligt at disse 2 etableringsmåder tilsammen kan sikre eksistensen af insektviruset.

2) OPBYGNING

Ageruglens larver er aktive, fødeoptagende indenfor en periode på ca 3 måneder, d.v.s. fra beg. af juli til beg. af oktober. Med en levetid på 3—4 uger under naturlige forhold har insektviruset teoretisk set mulighed for at gennemføre 3—4 opformeringscykluser (recycling). Hvor mange gange det kan nå at recycle vides ikke med sikkerhed, men at det kan foregå er påvist ved et feltforsøg med en meget stor bestand af ageruglelarver (ca 200.000 larver/ha) i 1984. Ved udbringning af insektvirus mod store larver i begyndelsen af august kunne etableres infektionsniveau på ca 10% i larver indsamlet ca 3 uger senere. Ved

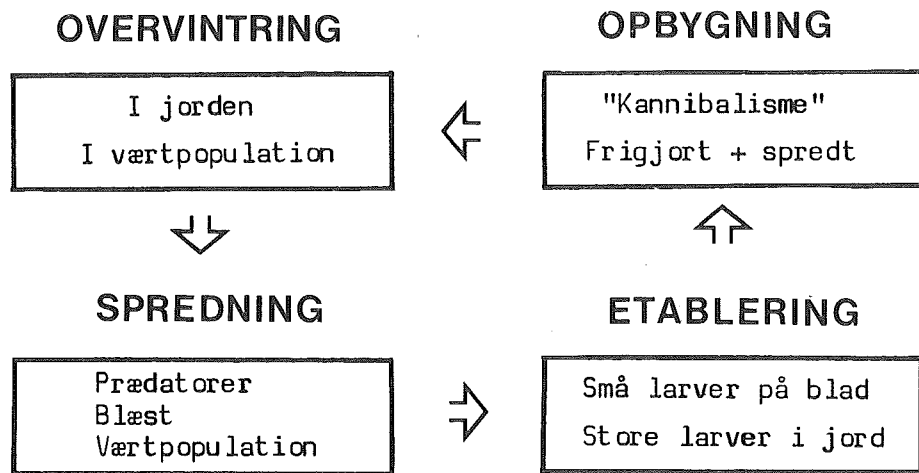


Fig. 5. De vigtige elementer i agerugle-virusets livscyklus, vurderet ud fra undersøgelserne. Infektion er opdelt i etablering og opbygning, og de betydende faktorer i hvert element er indført. — *The main elements in the existence of insect virus in cutworms evaluated from the investigations. Infection has been split into establishing and build up and factors important to each element are listed.*

indsamling af larver 2 måneder efter udbringningen var infektionsniveauet bygget op til ca 30%.

Hos en række andre, mere frit levende sommerfuglelarver er der observeret langt hurtigere og mere effektiv opbygning af infektionsniveauet, selvom disse arters larver kun er aktive i væsentlig kortere periode end ageruglens larver. Det kan være tale om nærmest eksplosiv stigning fra få % til omkring 80—90% på få uger (Tanada, 1961; Urquhart, 1966).

I forhold hertil sker opbygning af virusinfektioner i ageruglebestande relativt langsomt og ineffektivt. Der findes tilsyneladende ingen optegnelser over virusepidemier i ageruglebestande, selv ikke under de høje bestandstætheder i 1975—76, og en massiv udsætning af virus i en meget stor bestand kunne ikke give højere infektionsniveau end ca 30% i løbet af 2 måneder. Disse forhold peger kraftigt i retning af, at smittespredningen ikke sker let, hvis den i vid udstrækning er afhængig af kontakt mellem raske og syge/døde individer.

Tilsvarende erfaringer er opnået ved studier af insektvirus hos larver af stankelben (*Tipula* spp.), som har samme underjordiske levevis som ageruglelarver (Carter, 1973). I bestande af stankelbenlarver blev der jævnlige ob-

serveret virusinfektioner på et lavt niveau, og recylingen var også her i vid udstrækning baseret på at raske larver åd af de virusdøde eller -døende. Hos stankelbenlarver og hos ageruglens larver, er observeret samme type adfærdsændring blandt de virusinficerede larver, idet de søger op på jordoverfladen, sandsynligvis for at øge muligheden for at blive ædet af en rask larve.

Den samlede konklusion af disse undersøgelser er den, at insektvirus eksisterer i danske ageruglebestande på et meget lavt niveau, der kan begrundes med ineffektive etablerings- og opbygningsforhold. Resultaterne viser at virusinfektion kun kan oprettholdes i en ageruglebestand, hvis denne har optrådt på lokaliteten med en vis tæthed gennem en årrække. Hvis der er tale om høj tæthed på en "ny" lokalitet, eller en "gammel" lokalitet med meget lav tæthed, er det ikke sandsynligt af finde virusinfektioner. Dette bekræftes ved karakteren af de lokaliteter, hvor naturligt forekommende virus er registreret; det drejer sig i alle 4 tilfælde om mindre områder med ageruglebestande gennem en årrække (1 gartneri med utilstrækkelig bekæmpelse af ageruglen og 3 partier med nyttehaver, helt uden bekæmpelseforanstaltninger overfor ageruglen). Sædskifte, der er en anerkendt forebyggende foranstaltning, er

muligvis en hindring for etablering af virusinfektioner. På en række lokaliteter af traditionel landbrugstype er der siden 1974 ind-

samlet varierende mængder ageruglelarver, alle uden virusinfektion.

Referencer

- Carter, J.B. 1973. The mode of transmission of *Tipula* iridescent virus. *Journ. Invert. Path.* 21, 136—143.
- Charpentier, R. 1980. Bekæmpning av jordflyn med hjælp av insektvirus — en slutrapport. *Væxtskyddsnotiser* 44, 138—145.
- David, W.A.L., Gardiner, B.O.C. 1967. The persistence of a granulosis virus of *Pieris brassicae* in soil and in sand. *Journ. Invert. Path.* 9, 342—347.
- Entwistle, P.F., Adams, P.H.W., Evans, H.F. 1977. Epizootiology of a NPV in European spruce sawfly *Gilpinia hercyniae*: Birds as dispersal agents of the virus during winter. *Journ. Invert. Path.* 30, 15—19.
- Esbjerg, P., Jørgensen, J., Nielsen, J.K., Philipsen, H., Zethner, O., Øgaard, L. 1983. Integreret bekæmpelse af skadedyr — med gulerødder, gulerodsfluen og ageruglen som afgrøde-skadedyr model. *Tidsskrift for Planteavl* 87, 303—355.
- Fine, P.E.M. 1984. Vertical transmission of pathogens of invertebrates. *Cheng, T.C. (ed.): Comparative pathobiology, Vol. 7*, 205—241.
- Jacques, R.P. 1964. The persistence of a nuclear polyhedrosis virus in soil. *Journ. Insect Path.* 6, 251—254.
- Odiando, M.O. 1983. Epizootiological observations on a nuclear polyhedrosis of the african armyworm *Spodoptera exempta*. *Insect science and its application* 4, 291—298.
- Sherlock, P.L. 1983. The natural incidence of disease in the cutwormdown *Agrotis segetum* in England and Wales. *Ann. appl. Biol.* 102, 49—56.

ØGAARD, L. 1988. Insect viruses in *Agrotis segetum* populations. *Væxtskyddsnotiser* 52:1—2, 25—31.

Investigations on the incidence of Baculoviruses in Danish larval populations of turnip moth have revealed the occurrence of 1 isolate of polyhedrosis virus (NPV) and at least 2 isolates of granulosis virus (GV).

During 1984 and 1986 appr. 10.000 larvae were collected, and infection levels never exceeded 1%. Field and laboratory studies have shown that granulosis virus can persist in the soil during autumn, winter and spring. Virus infections can be established during summer if small or large larvae obtain a lethal dose from overwintering virus. Proliferation of the viruspopulation due to horizontal transmission followed by an increased infection level is essential for continued existence of the virus. Such horizontal transmission has proven to occur when healthy cutworms feed on the cadavers from larvae filled by the virus.

Additional keywords: *Agrotis segetum*, Baculovirus, natural incidence.

Biologisk kontroll av nematoder

Hans-Börje Jansson, Avd. för mikrobiologisk ekologi, Lunds universitet, Helgonavägen 5, 223 62 Lund

JANSSON, H.-B. 1988. Biologisk kontroll av nematoder. *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 32—37.

För biologisk kontroll av växtparasitära nematoder kan flera olika typer av naturliga fiender (t.ex. virus, bakterier, svampar, protozoer och predatoriska nematoder) tänkas användas. De mest undersökta nematodantagonisterna är bakterier och nematofaga svampar, och bland dessa presenteras bl.a. bakterien *Pasteuria penetrans*, olika nematodfångande och endoparasitära svampar, samt svampparasiter på nematodägg och -cystor. Olika strategier för att utnyttja dessa antagonister för biologisk kontroll av nematoder diskuteras: naturligt förekommande kontroll, tillsättande av organismer, samt stimulering av befintliga antagonister.

Behovet av att finna nya metoder för bekämpning av växtparasitära nematoder i jordbruket har ökat kraftigt de senaste åren, framför allt beroende på ett allmänt ökat miljövårdsintresse. I samband med detta har många tidigare använda nematicider (t.ex. EDB, DBCP) förbjudits, först i USA och sedan i många andra länder. Sålunda har också antalet forskargrupper som arbetar med biologisk kontroll av nematoder ökat, likaså har många företag börjat intressera sig för denna forskning. Mycket av forskningen kring biologisk kontroll av nematoder fortgår i traditionella mönster, men även en del nytänkande förekommer.

Biologisk kontroll enligt traditionell mening med utnyttjande av framför allt mikrobiella antagonister har dominerat forskningen kring biologisk kontroll av nematoder. Dessa "sjukdomar" hos nematoder behandlas utförligt i en nu aktuell bok (Poinar & Jansson, 1988) och omfattar bl.a. antagonister som virus, bakterier, svampar, protozoer och predatoriska nematoder, samt effekter av vissa abiotiska faktorer. Bland de olika grupperna av nematodantagonister har framför allt bakterier och svampar hittills studerats och dessa kommer därför att behandlas nedan.

Antagonistiska bakterier

Det största intresset bland de prokaryota organismerna har *Pasteuria penetrans* rönt. Denna organisms taxonomiska status har ändrats genom åren. Den beskrevs från början som en protozo under namnet *Duboscqia penetrans*. Under 1970-talet upptäcktes dess

likheter med bakterier och den fick nu namnet *Bacillus penetrans*. Nyligen har dess taxonomi åter ändrats och placerats i bakteriesläktet *Pasteuria* (Sayre & Starr, 1985).

P. penetrans angriper nematoder med hjälp av tjockväggiga sporer, som fastnar på ytan. En groddhyf som penetrerar nematodkutikulan bildas och därefter tillväxer bakterien filamentöst och små mikrokolonier bildas. Efter sporangiebildning sker produktion av sporer som snabbt fyller hela den infekterade nematoden. Sporererna släpps sedan ut i den omgivande jorden och kan infektera nya nematoder.

Värdspecificiteten hos *P. penetrans* tycks variera mellan olika isolat. Några få isolat har förmåga att infektera flera olika nematodarter och -släkten. Det stora flertalet isolat förefaller dock ha en hög värdspecificitet och infekterar endast en eller ett fåtal arter inom samma nematodsläkte (Sayre & Starr, 1985). Huruvida *P. penetrans*-komplexet består av en eller flera arter har diskuterats. Spaul (1981) fann att bakterieisolat från 13 olika infekterade nematodarter hade sporer av två olika storlekar och Sayre & Starr (1985) föreslog att bakterier med större sporer generellt angriper ektoparasitära nematoder, medan mindre sporer hör ihop med endoparasitära nematoder. Den biokemiska bakgrunden till den föreslagna värdspecificiteten är hittills okänd.

Svampparasiter på sedentära nematoder

Inom gruppen nematofaga svampar kan man särskilja svampar som infekterar de rörliga

stadierna (både juveniler och vuxna) hos de flesta nematodarter och sådana svampar som angriper ägg och honor hos endoparasitära nematoder. Den förstnämnda svampgruppen beskrivs i nästa avsnitt.

Bland de svampar som infekterar honor hos cystnematoder har *Nematophthora gynophila* rönt det största intresset. *N. gynophila* angriper honor hos cystnematoder med hjälp av rörliga zoosporer. Svampen tillväxer i de infekterade honorna och efter några dagar är honan fylld av svampens tjockväggiga oosporer (Kerry & Crump, 1977). Oosporerna sprids sedan i jorden där de uppges kunna överleva i mer än fem år i väntan på en lämplig nematodvärd (Kerry, 1984).

N. gynophila uppges kunna infektera honor hos flera arter av *Heterodera* (t.ex. *H. avenae*, *H. schachtii*, *H. trifolii*), men inte potatis-cystnematoden *Globodera rostochiensis*. En annan zoosporbildande svamp, *Canternaria auxiliaris*, har påvisats infektera både *H. avenae* och *G. rostochiensis* (Jatala, 1986). Både *N. gynophila* och *C. auxiliaris* är obligata parasiter och kan därför enbart tillväxa och föröka sig i sina respektive värdar.

Till skillnad från de svampar som infekterar honor är de äggparasitära svamparna ofta relativt goda saprofyter och kan sålunda tillväxa i marken även utan nematoder. Bland de äggparasiter som främst angriper rotgallnematoder (*Meloidogyne* spp.) kan *Dactylella ovi-parasitica* nämnas (Stirling & Mankau, 1978). Bland de svampar som infekterar ägg från cystnematoder kan nämnas *Verticillium chlamydosporium*, *Cylindrocarpon* spp., *Acremonium strictum* och *Paecilomyces lilacinus* (Mankau, 1980; Kerry, 1984; Dackman & Nordbring-Hertz, 1985).

Dessa svampar penetrerar nematodernas äggskal med sina hyfspetsar, troligen med hjälp av enzymet kitinas som bryter ner kitin. Kitin utgör en väsentlig del av nematodernas äggskal (Jatala, 1986). Svamparna växer in i ägget och konsumerar den unga larven och ägget fylls av svamphyfer. Svampen fortsätter infektionen till närliggande ägg och på så sätt kan de flesta äggen i en cysta elimineras.

Svampparasiter på frilevande nematoder

Den grupp av nematofaga svampar som angriper juveniler och vuxna nematoder kan indelas i nematodfångande och endoparasitära arter. De nematodfångande, eller predato-

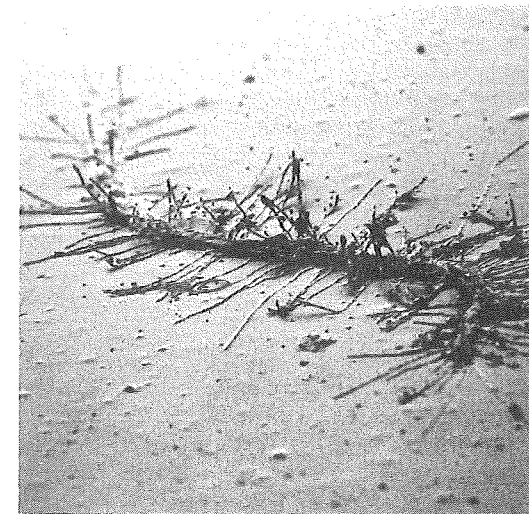


Fig. 1. Nematod parasiterad av den nematofaga svampen *Drechmeria coniospora*. Utanför den konsumerade nematoden (ca 1 mm lång) förekommer endast konidioforer med konidier som kan infektera nya nematoder. — *Nematode parasitized by the nematophagous fungus Drechmeria coniospora. Outside the consumed nematode (ca 1 mm long) only conidiophores with conidia ready to infect new nematodes are found.*

riska, svamparna bildar speciella fångstorgan på hyferna och med hjälp av ett adhesivt material fastnar nematoderna på dessa fångstorgan. Svampen penetrerar därefter nematodens kutikula, och efter ungefär ett dygn är nematoden konsumerad och helt fylld av svamphyfer. De endoparasitära svamparna, å andra sidan, infekterar nematoderna med sina sporer, som antingen sväljes av nematoderna eller medelst ett adhesivt skikt fastnar på nematodytan. Liksom hos de nematodfångande svamparna penetreras kutikulan och svampen konsumerar nematoden. De endoparasitära svamparna är oftast obligata parasiter och lever hela sitt vegetativa liv inne i infekterade nematoder och utanför nematodkroppen förekommer endast konidioforer med konidier som kan infektera nya nematoder (Fig. 1). De nematodfångande svamparna har en varierande grad av saprofytisk förmåga och kan troligen växa i marken även utan tillgång till nematoder. Grundläggande aspekter på den allmänna biologin hos dessa svampar har presenterats i en utmärkt bok av G.L. Barron (1977).

Bland de i marken ofta förekommande nematodfångande svamparna kan nämnas *Arthrobotrys oligospora*, *Arthrobotrys co-*

noides, *Dactylaria candida*, *Monacrosporium cionopagum* och totalt innehåller gruppen över 100 olika arter (Mankau, 1980). Gruppen endoparasitära svampar är också mycket artrik och några av de vanligast förekommande är *Harposporium anguillulae*, *Drechmeria (Meria) coniospora*, *Verticillium balanoides* och *Catenaria anguillulae*.

Dessa nematofaga svampar är de i särklass mest undersökta av de olika nematodantagonisterna. Mycket av svamparnas fysiologi och biologi är undersökt (Jansson & Nordbring-Hertz, 1988) medan deras beteende i naturliga jordar är mycket lite undersökt (Gray, 1988).

Biologisk kontroll

Intresset för biologisk kontroll av nematoder väcktes i mitten av 1930-talet och forskning med varierande framgång har pågått sedan dess. Flera mer eller mindre utförliga översiktsartiklar har på senare år publicerats (t.ex. Mankau, 1980; Sayre, 1986; Jatala, 1986; Stirling, 1988). Metodiken för biologisk kontroll av växtparasitära nematoder har oftast baserats på någon av följande strategier: man har upptäckt och utnyttjat naturligt förekommande kontroll, man har försökt att tillsätta antagonister till marken, eller man har försökt att stimulera de i jorden befintliga antagonisterna. Några exempel på dessa strategier beskrivs i det följande.

Naturlig kontroll. På flera håll i världen har man upptäckt jordar med begränsade symptom på nematodangrepp, där man på likvärdiga jordar fann betydligt kraftigare angrepp. I försök att finna orsaker till dylika skillnader har man bl.a. sökt efter och ibland funnit naturliga fiender till de parasitära nematoderna.

I England fann man att havrecystnematoden (*H. avenae*) minskat i antal trots intensiv spannmålsodling. Orsakerna till dessa resultat ansågs bero på antagonistiska svampar, främst *V. chlamyosporium* och *N. gynophila* (Kerry & Crump, 1977). I försöken att påvisa betydelsen av svamparna på nematodpopulationen utnyttjades flera olika metoder, bl.a. bevattnades jorden med formalin, vilket selektivt dödade svamparna, men påverkade inte *H. avenae*. Resultatet efter behandling visade att nematodpopulationen ökade i de formalinbehandlade jämfört med obehandlade jordar (Kerry, 1980). Försök att förstå mekanismerna bakom infektion av cystnema-

toder med dessa svampantagonister och att utnyttja antagonisterna för biologisk kontroll pågår i England, Sverige och på andra håll i världen.

I persikoodlingar i USA har naturlig kontroll av två olika nematodarter på icke-resistenta rotstockar påvisats. Hos rotgallnematoder (*Meloidogyne* spp.) upptäcktes att svampen *D. oviparasitica* hade förmåga att infektera fr.a. ägg, men även honor (Stirling & Mankau, 1978). Svampen visade sig i laboratorie- och växthusförsök ha en hög förmåga att parasitera ägg av *Meloidogyne incognita* och andra rotgallnematoder i små äggmassor. I senare försök visade sig att svampen inte klarade av att effektivt parasitera stora äggmassor (Mankau, 1980; Stirling, 1988). Liknande undersökningar visade att den ektoparasitära nematoden *Criconemella xenoplax*, som orsakar allvarliga skador på persikor i USA, uppvisade plötsliga minskningar i skadeangrepp. Orsaken var en endoparasitär svamp, *Hirsutella rhossiliensis*. I laboratorieförsök kunde man visa att svampen hade en stor förmåga att parasitera *C. xenoplax* (Jaffe & Zehr, 1982). Såvitt jag vet pågår f.n. ingen forskning på biologisk kontroll genom att utnyttja svamparna *D. oviparasitica* eller *H. rhossiliensis*.

Tillsättning av antagonister. De första försöken med att tillsätta nematodfångande svampar i krukförsök till jordar innehållande rotgallnematoder utfördes på Hawaii av Linford och Yap (1939). De fann att av fem tillsatta nematodfångande svampar, en av dessa, *Monacrosporium elliposporum*, kunde reducera nematodantalet till en statistiskt signifikant nivå jämfört med övriga nematofaga svampar och kontrolljordar. Dessa tidiga försök har sedan följts av många andra, där olika kombinationer av nematoder och nematodfångande svampar har undersökts med synnerligen varierande framgång (Mankau, 1980; Stirling, 1988). I Frankrike finns två preparationer kommersiellt tillgängliga (Royal 300 och Royal 350). Den förstnämnda är utvecklad för att kontrollera svampätande nematoder i champinjonodlingar och den senare för bekämpning av rotgallnematoder i tomatodlingar (Cayrol *et al.*, 1978; Cayrol & Frankowski, 1979).

Endoparasitära svampar har inte testats i samma omfattning som de nematodfångande arterna. *Drechmeria coniospora* har dock an-

vänts för att kontrollera rotgallnematoder på tomat i krukförsök i växthus. Genom att tillsätta svampen till jorden som en konidiesuspension eller med bärare i form av icke-parasitära nematoder har en god kontroll av nematodpopulationen uppnåtts (Jansson *et al.*, 1985). Ett problem med de endoparasitära svamparna är att de ofta är obligata parasiter och därför är svåra odla upp i de stora mängder, som är nödvändiga för användning i fältskala.

Ett liknande problem finns även med bakterien *Pasteuria penetrans*, som också är en obligat parasit. Genom att föröka bakterien på infekterade honor av rotgallnematoden på tomatplantor har Stirling & Wachtel (1980) lyckats producera relativt stora mängder bakteriesporer. Dessa har sedan använts för att infektera rotgallnematoder i krukor med gott resultat (Stirling, 1988).

En intressant och annorlunda tillämpning av nematofaga svampar utvecklas f.n. av grupper i Frankrike och Danmark (Gruner *et al.*, 1985; Grønvold *et al.*, 1987). Man försöker här utnyttja nematodfångande svampar för att kontrollera djurparasitära nematoders utbredning på betesmarker. De försök som hittills presenterats är lovande och kanske kan nematodfångande svampar här få en ny tillämpning för kontroll av *Cooperia oncophora*, *Haemonchus contortus* och andra djurparasitära nematoder hos kor och får.

Stimulering av befintliga antagonister. Nematofaga svampar och andra nematodantagonister är relativt vanligt förekommande i marken. Genom att stimulera dessa till en förhöjd förmåga att oskadliggöra parasitära nematoder kan en minskning av nematodpopulationen erhållas. Liksom vid tillsättning av nematofaga svampar har Linford och medarbetare på Hawaii varit föregångare. De tillsatte färskt organiskt material till jordar och observerade en ökning av bakteriefloran, som i sin tur ökade mängden bakterieätande nematoder. Dessa i sin tur stimulerade utvecklingen av nematodfångande svampar, som sedan fångade både icke-parasitära och parasitära nematoder i jorden (Linford *et al.*, 1938). Liknande försök har sedan dess utförts på flera olika håll i världen (Stirling, 1988). Den allvarligaste kritiken mot dessa försök har varit problem att visa att nematofaga svampar varit orsaken till minskningen av nematodpopulationen och

inte t.ex. toxiska produkter från nedbrytningen av det organiska materialet.

Vid avdelningen för mikrobiologisk ekologi i Lund har vi nyligen genomfört ett växthusförsök med potatiscystnematoders (*Globodera rostochiensis*) infektion av tomat. Före plantering har jorden först behandlats med extrakt från potatisgroddar för kläckning av nematodägg och sedan behandlats med rapsfrömjöl för stimulering av nematofaga svampars aktivitet. Resultaten håller f.n. på att analyseras. En preliminär utvärdering tyder på en viss korrelation mellan minskning av antalet juveniler och en ökning av mängden av nematodfångande svampar (Persson, Dackman, Jansson & Nordbring-Hertz, opublicerat).

Ett annat sätt att reducera antalet nematodägg av fr.a. rotgallnematoder har introducerats av Rodriguez-Kabana *et al.* (1987). Eftersom nematodernas äggskal till stor del består av kitin har man undersökt om inblandning av kitinhaltigt material till jorden påverkar den kitinbrytande mikrofloran. Man kunde påvisa en ökning av kitinbrytande bakterier och aktinomyceter och eventuellt som en följd av detta en minskning av antalet rotgaller per planta. Resultaten är mycket intressanta och visar att specifika organiska ämnen kan sättas till marken för att stimulera olika typer av nematodantagonister.

Framtidsutsikter

Experiment med biologisk kontroll har ofta haft lyckosamma resultat i laboratoriet och i växthus. Steget till fältundersökningar är stort och har i många fall aldrig tagits och i andra fall har man stött på varierande problem. Försök att tillföra antagonistiska mikroorganismer till naturliga jordar har ofta stupat på att dessa har slagits ut av den befintliga populationen. En möjlighet är att tillföra antagonisterna i mycket stora mängder och dessutom tillsammans med ett lämpligt substrat och på så sätt ge dem en chans att etablera sig i marken. En annan möjlighet är att utnyttja sporer av obligata parasiter, t.ex. *P. penetrans* eller *D. coniospora*, som inte behöver ett näringstillskott förutom levande nematoder för att kunna verka i jorden. Svårigheterna med den här typen av antagonister ligger i att kunna producera tillräckligt stora mängder för att användas i fält. Kan dessa problem lösas kan tillsättning av dylika nematodantagonister för biologisk kontroll i fält lyckas.

Nematofaga svampar förekommer allmänt i de flesta jordar. Vilken funktion har dessa svampar i marken? Är de av betydelse för näringsomsättningen i jorden? Håller de nematofaga svamparna nematodpopulationen under ett visst tryck i naturliga jordar och kan detta i så fall ökas? Dessa och många andra frågor om de nematofaga svamparnas roll i naturliga jordar måste besvaras innan en utvärdering av möjligheten att utnyttja dessa för biologisk kontroll kan göras. Mycket lite ar-

bete har gjorts på de nematofaga svamparnas ekologi, några arbeten under 1960-talet och några i början av 1980-talet utgör nära nog den samlade kunskapen (Gray, 1988). En större satsning på dessa svampars ekologi under ett antal år vore därför värdefull för att förstå deras roll i naturliga system. Frågan om man kan utnyttja de nematofaga svamparna för biologisk kontroll av växtparasitära nematoder och hur detta lämpligen bör gå till kan kanske därefter besvaras.

Stirling, G.R. & Mankau, R. 1978. Parasitism of *Meloidogyne* eggs by a new fungal parasite. *J. Nematol.* 10, 236—240.

Stirling, G.R. & Wachtel, M.F. 1980. Mass production of *Bacillus penetrans* for the biological control of root-knot nematodes. *Nematologica* 26, 308—312.

Litteratur

- Barron, G.L. 1977. *The Nematode-Destroying Fungi*. Topics in Mycology No. 1. Canadian Biological Publications Ltd., Guelph, Canada.
- Cayrol, J.-C., Frankowski, J.-P., Laniece, A., d'Hardemare, G. & Talon, J.-P. 1978. Contre les nématodes en champignonnière. Mise au point d'une méthode de lutte biologique à l'aide d'un Hyphomycète prédateur: *Arhthrobotrys robusta* souche "Antipolis" (Royal 300). *P.-H.-M.-Revue Horticole* 184, 23—30.
- Cayrol, J.-C. & Frankowski, J.-P. 1979. Une méthode de lutte biologique contre les nématodes à galles des racines appartenant au genre méloidogyne. *P.-H.-M.-Revue Horticole* 193, 15—23.
- Dackman, C. & Nordbring-Hertz, B. 1985. Fungal parasites of the cereal cyst nematode *Heterodera avenae* in southern Sweden. *J. Nematol.* 17, 50—55.
- Gray, N.F. 1988. Fungi attacking vermiform nematodes. In *Disease of Nematodes*, Vol. 2 (G.O. Poinar, Jr. & H.-B. Jansson, eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA (in press).
- Grønvdal, J., Wolstrup, J., Henriksen, S.A. & Nansen, P. 1987. Field experiments on the ability of *Arhthrobotrys oligospora* (Hyphomycetales) to reduce the number of larvae of *Cooperia oncophora* (Trichostrongylidae) in cow pats and surrounding grass. *J. Helminthol.* 61, 65—71.
- Gruner, L., Peloille, M., Sauvé, C. & Cortet, J. 1985. Parasitologie animale. — Survie et conservation de l'activité prédatrice vis-à-vis de nématodes trichostrongylides après ingestion par des ovins de trois hyphomycètes prédateurs. *C.R. Acad. Sci. Paris* 300, 525—528.
- Jaffe, B.A. & Zehr, E.I. 1982. Parasitism of the nematode *Criconebella xenoplax* by the fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Phytopathol.* 72, 1378—1381.
- Jansson, H.-B. & Nordbring-Hertz, B. 1988. Infection events in the fungus-nematode system. In *Diseases of Nematodes*, Vol. 2 (G.O. Poinar, Jr. & H.-B. Jansson, eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA (in press).
- Jansson, H.-B., Jeyaprakash, A. & Zuckerman, B.M. 1985. Control of root-knot nematodes on tomato by the endoparasitic fungus *Meria coniospora*. *J. Nematol.* 17, 327—329.
- Jatala, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24, 453—489.
- Kerry, B.R. 1980. Biocontrol: Fungal parasites of female cyst nematodes. *J. Nematol.* 12, 253—259.
- Kerry, B.R. 1984. Nematophagous fungi and the regulation of nematode populations in soil. *Helminthol. Abstr. Series B*, 53, 1—14.
- Kerry, B.R. & Crump, D.H. 1977. Observations on fungal parasites of females and eggs of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, and other cyst nematodes. *Nematologica* 23, 193—201.
- Linford, M.B., Yap, F. & Oliveira, J.M. 1938. Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter. *Soil Sci.* 45, 127—141.
- Linford, M.B. & Yap, F. 1939. Root-knot nematode injury restricted by a fungus. *Phytopathol.* 29, 596—609.
- Mankau, R. 1980. Biological control of nematode pests by natural enemies. *Ann. Rev. Phytopathol.* 18, 415—440.
- Poinar, G.O., Jr. & Jansson, H.-B. (eds.) 1988. *Diseases of Nematodes*, Volumes 1 & 2. CRC Press, Boca Raton, FL, USA (in press).
- Rodriguez-Kabana, R., Morgan-Jones, G. & Chet, I. 1987. Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. *Plant Soil* 100, 237—247.
- Sayre, R.M. 1986. Pathogens for biological control of nematodes. *Crop Protection* 5, 268—276.
- Sayre, R.M. & Starr, M.P. 1985. *Pasteuria penetrans* (ex Thorne, 1940) nom.rev., comb.n., sp.n., a mycelial and endospore-forming bacterium parasitic in plant-parasitic nematodes. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 52, 149—165.
- Spaul, V.W. 1981. *Bacillus penetrans* in South African plant-parasitic nematodes. *Nematologica* 27, 244—245.
- Stirling, G.R. 1988. Biological control of plant-parasitic nematodes. In *Diseases of Nematodes*, vol. 2 (G.O. Poinar, Jr. & H.-B. Jansson, eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA (in press).

JANSSON, H.-B. 1988. Biological control of nematodes. *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 32—37.

In biological control of plant-parasitic nematodes several different types of natural enemies (e.g. viruses, bacteria, fungi, protozoa and predatory nematodes) can be used. The most thoroughly studied nematode antagonists are bacteria and nematophagous fungi, and among these the bacterium *Pasteuria penetrans*, different nematode-trapping and endoparasitic fungi, and also fungal parasites of nematode eggs and cysts are presented. Different strategies for using these antagonists in biological control are discussed: naturally occurring control, addition of antagonists, and stimulation of existing soil populations of antagonists.

Insektpatogena svampar och nematoder i odlingsjorden i Finland

Gun-Britt Husberg, Irene Vänninen och Heikki Hokkanen, Lantbrukets forskningscentral, Avdelningen för skadedjur, 31600 Jockis, Finland.

HUSBERG, G.-B., VÄNNINEN, I. & HOKKANEN, H. 1988. Insektpatogena svampar och nematoder i odlingsjorden i Finland. *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 38—42.

De senaste årtiondena har intresset för insektpatogener vaknat igen, efter att ha legat i skuggan av kemikalierna allt sedan 1940-talet. Ekologiskt torde patogener vara att rekommendera, likaså med tanke på hälsorisker. Man antar även allmänt att patogener skulle medföra mindre risker för utvecklade av resistens hos skadedjurspopulationerna.

I Finland påbörjades ett forskningsprojekt år 1985 som gick ut på att kartlägga förekomsten av insektpatogener i odlingsjorden. Samtidigt ville vi få en uppfattning om vilken betydelse dessa patogener har som naturlig reducerare av skadedjurspopulationerna. Det isolerade patogenmaterialet bildar också underlag för kommande undersökningar med tanke på att utveckla nya mikrobiologiska bekämpningspreparat.

Försöksmetoder

Svamparna och nematoderna isolerades från jordprov tagna i slutet av augusti från olika delar av Finland. Sommaren 1985 togs prover från såväl skogs- som åkermark. År 1986 togs prover endast från odlingsjord, men från flera olika grödor: grönsaker (kål, morot eller lök), potatis, rybs, ståsåd, vall, vinbär, hallon och jordgubbe. Dessutom togs jordprover under rönn — vilket fick representera obrukad jord. Allt som allt insamlades 242 prover.

Isolering av svampar och nematoder

Isoleringen av patogenerna från jorden skedde med hjälp av "Galleria bait"-metoden. Den lämpar sig mycket väl för ändamålet och även om metoden är utarbetad med tanke på att utvinna insektpatogena nematoder så fungerar den lika effektivt även för svampar (Bedding & Akhurst, 1975; Zimmerman, 1986). Metoden går ut på att använda levande insektslarver som bete för patogenerna. Larverna skall helst inte vara marklevande eftersom de då kan ha utvecklat en större motståndskraft mot jordbundna patogener. Dessutom utsätts larverna för en kraftig stressfaktor då de placeras i en för dem ogynnsam miljö, varvid de lättare angrips av sjukdomar.

Jordproverna sällades genom ett glest såll och uppdelades i tre burkar. I varje burk sattes tre *Tenebrio molitor* larver. *Tenebrio*-larver är liksom *Galleria*-larver känsliga för patoge-

ner i jord, men det är lättare att arbeta med *Tenebrio* i den här typen av försök.

Burkarna med larver granskades under en månads tid, först med tre, fyra dagars mellanrum, sedan med en veckas mellanrum. Döda larver ytsteriliserades (1% NaOCl) och placerades därefter i en fuktkammare dvs. i en petriskål med vått filterpapper vid sidan av larven. Ifall larven dött på grund av någon insektpatogen, växte denna patogen i sinom tid ut ur larven, varefter den kunde tillvaratas för renodling. Svamparna isolerades på PD-agar (Difco) och nematoderna togs till vara i sterilt vatten för fortsatt ymning i insektlarver.

Jordanalys

På varje jordprov utfördes också en analys för att bestämma kornstorleken hos jordpartiklarna (jordarten), pH, ledningstal och halten av organiskt material. Förekomst av patogen jämfördes sedan med dessa egenskaper hos jorden.

Resultat

Av de 242 insamlade jordproverna kunde insektpatogener isoleras från 101 prov, vilket innebär att 41,7% av proven innehöll en eller flera insektpatogener. Av dessa var 84 svampar och 14 nematoder.

Den allmännaste insektpatogena svampen var *Paecilomyces farinosus* med 27 isolat.

Beauveria bassiana och *Metharhizium anisopliae* var nästan lika dominerande med 25 isolat var. Dessutom isolerades *Paecilomyces fumoso-roseus* (3), *Tolyposcladium sp.* (2), *Verticillium sp* (2) och *Entomophthora* (1).

Alla nematoder som isolerades hör till familjen *Steinernematidae*, fem av isolaten var *Neoplectana bibionis*. Resten av isolaten är tillsvidare inte med säkerhet bestämda till arten, men troligen finns också *Neoplectana carpocapsae* representerad.

Geografisk fördelning av patogenerna

Patogener kunde isoleras från hela landet, den nordligaste provtagningsplatsen undantagen (Fig. 1). Genom att uppdelas i en nordlig och en sydlig del kunde man påvisa att det föreligger en större sannolikhet att finna *Metharhizium anisopliae* i den sydligare delen än i den nordligare. Inom den nordliga zonen var fördelningen mellan svamppatogenerna följande: från 2,7% av proverna isolerades *Metharhizium anisopliae*, från 8,8% *Beauveria bassiana* och från 17,6% *Paecilomyces farinosus*. Fördelningen av patogener i den sydligare delen var relativt jämn i 85% *Metharhizium anisopliae*, 89,3% *Beauveria bassiana* och 91,1% *Paecilomyces farinosus*. *Paecilomyces farinosus* förekom mycket allmänt på de nordligaste provtagningsplatserna, liksom den också påträffades allmänt över andra delar av landet, utom den allra sydligaste. Samma gällde *Beauveria bassiana*, men den förekom inte riktigt lika långt norrut som *P. farinosus*. *Metharhizium anisopliae* har en sydlig utbredning, och förekommer främst i de södra och mellersta delarna av landet. Troligen är *Paecilomyces fumoso-roseus* också mycket vanligare i de sydliga delarna av Finland jämfört med de mellersta och norra delarna. Den har åtminstone tillsvidare påträffats bara i de sydligaste trakterna (fig. 2).

Från den sydligaste delen av Finland kunde inte en enda nematodstam isoleras.

Den odlade grödans inverkan på förekomst av patogener

Mest patogen hittades under rönn, 84% av jordproverna innehöll en eller flera patogena svampar. Inga nematoder isolerades från rönn. Även under hallon- och vinbärsbuskar kunde patogener konstateras allmänt. Från vinbärsodlingar och vall isolerades mest nematoder. Potatis- och stråsådodlingar gav mera sällan patogener och grönsaksodlingar ytterst sällan (Fig. 3).

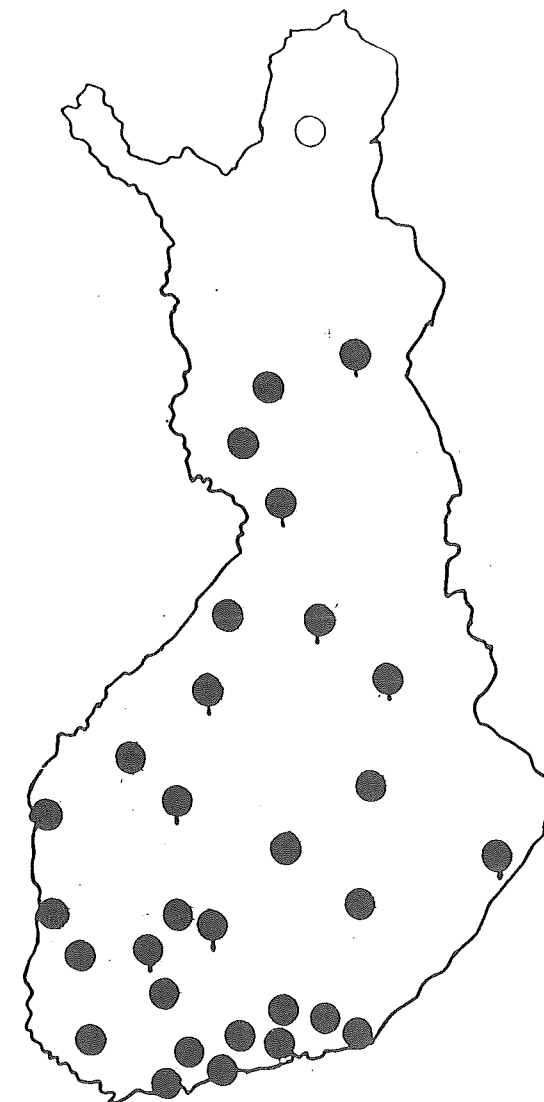


Fig. 1. Provtagningsplatser.
● plats där man funnit patogen.
○ plats där ingen patogen kunde isoleras.
⊙ plats där nematod isolerats
● survey areas
○ no pathogen found
⊙ nematode found

Jordmånens inverkan på förekomst av patogener

Jordprovernas pH var i medeltal 5,57 och varierade mellan 4,30 och 7,45. De här pH-värdena korrelerade inte på något sätt med förekomsten av patogener. Man kan därför

anta att pH i den odlade jorden inte medför någon begränsande faktor vad användning av patogener beträffar. Olika isolat kan naturligtvis ha olika krav på pH, vilket bör beaktas då man arbetar med patogenerna i laboratoriet.

Ledningstalet varierade mellan 54 och 689. Inte heller här kunde man upptäcka någon korrelation till förekomsten av patogener. Inte heller jordarten och förekomsten av patogener generellt korrelerade till någon jordarts fördel. Detsamma gäller däremot inte om man analyserar var patogen för sig. I mulljord fanns signifikant mera nematoder än i andra jordarter. I lerjord saknades nematoder helt.

Bland svamparna kunde konstateras att *Paecilomyces*-arterna och *Beauveria bassiana* förekommer på jordar med relativt hög halt av organiskt material och saknas i lerjordar. *Metarhizium anisopliae* däremot är mycket allmän i lerjordar, men saknas i mulljordar. (Fig. 4).

Diskussion

De patogener som kunde isoleras i den här undersökningen representerade endast ett fåtal arter av insektpatogena svampar och nematoder. Dels begränsade själva metoden — *Tenebrio molitor* som bete — möjligheterna att finna arter som inte förmår angripa den här larven. Dels lämpar sig den här metoden inte för andra patogener än sådana som åtminstone i viss utsträckning kan tävla med bl.a. saprofytiska svampar. Men de patogener som isolerades hör just till de arter som har konstaterats utgöra en viktig mortalitetsfaktor i insektpopulationer (Roberts & Yendol, 1971; Poinar, 1979).

Varje patogenart har isolerats från flera olika platser med bred geografisk fördelning. Det har visat sig att det finns stora skillnader mellan sådana isolat bl.a. vad gäller krav på temperatur för sporulering (Ilyicheva et al., 1976). De olika patogenarterna har också olika temperaturlösligheter (Ferron, 1981; Muller-Kögler, 19665; Schaerffenberg, 1959). *Paecilomyces farinosus* tål de lägsta temperaturerna, medan *Metarhizium anisopliae* har högre krav. För Mellaneuropeiska isolat går patogenernas toleransgränser vid mycket högre temperaturer än för patogener isolerade från Finland.

Jordarten är en viktig faktor när det gäller förekomsten av patogener. I södra Finland dominerar lerjordarna och här är den dominerande patogenen *Metarhizium anisopliae*.

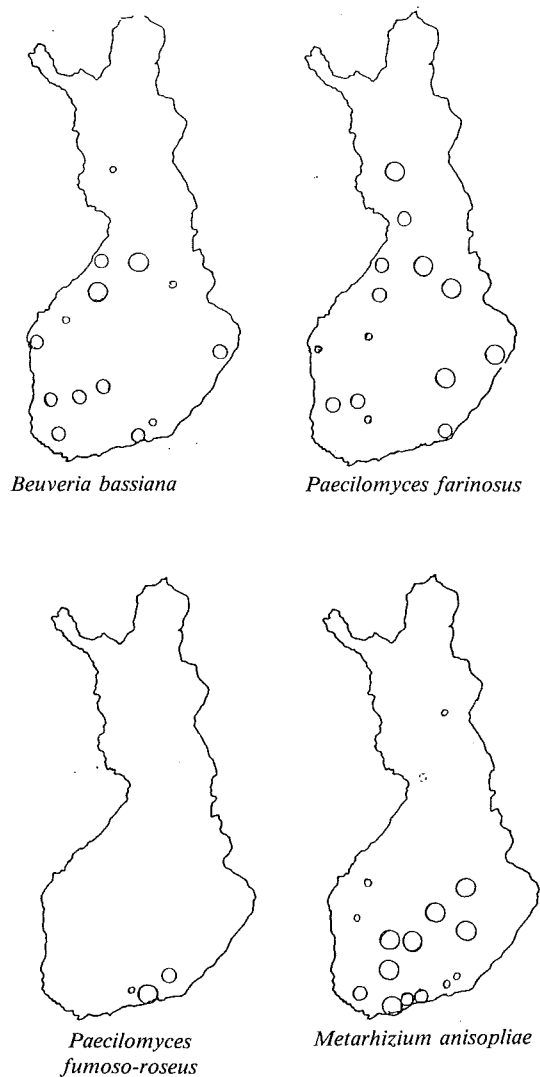


Fig. 2. Platser från vilka de olika insektpatogena svamparna isolerades. o = isolerades från ett jordprov på orten, O = från två prov på orten, O = från tre eller flera prov. — Sites from which different insects pathogenic fungi were isolated. o = isolated from one soil sample, O = isolated from 2 samples. O = from 3 or more samples.

Den här svampen har mycket långlivade sporer, vilket troligen förklarar varför den kan klara sig på dessa jordar (Muller-Kögler, 1970). *Paecilomyces* och *Beauveria* sporer är inte särskilt livskraftiga — däremot kan dessa svampar överleva en tid saprofytiskt. Det här är troligen förklaringen till att man finner dessa svampar i jord med mycket organiskt material.

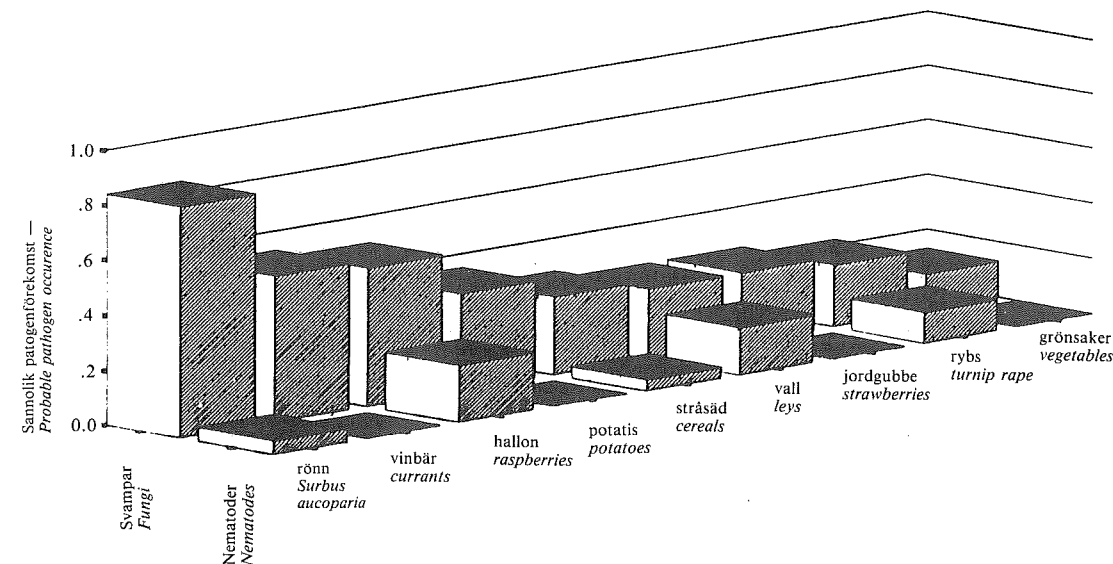


Fig. 3. Förekomst av insektspatogena svampar och nematoder under olika grödor. — Occurrence of insect pathogenic fungi and nematodes in different crops.

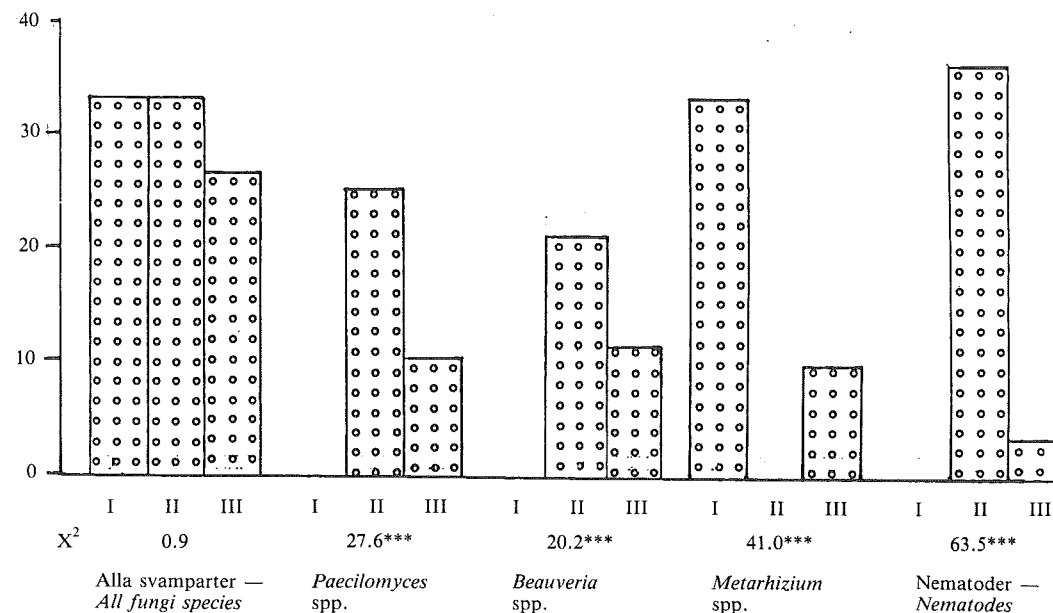


Fig. 4. Procentuell fördelning av insektpatogena svampar i olika jordarter. I = lerjord, II = mull- och torvjordar, III = andra jordarter. — Percent occurrence of insect pathogenic fungi in different soil types. I = clay soil, II = humus and peat soils, III = other soil types.

Nematoderna saknas också helt från de syd-finska lerjordarna. Det här beror på att det infektiiva stadiet — de juvenila nematoderna — inte kan överleva i lerjord. Då mellanrummet mellan jordpartiklarna är mindre än diametern på nematoden kan de inte röra sig utan förgås (Georgis & Poinar, 1983; Akhurst & Brooks, 1984).

Stabiliteten i miljön verkar vara av avgörande betydelse då det gäller förekomsten av patogener i jorden. Troligen är det också viktigt att jorden "matas" med värdinsekter för patogenerna för att de ska kunna fortbestå i jorden (Bednarec & Mracek, 1986). Under rön, där jorden inte bearbetas och marken i stort sätt varje år får ett nytt tillskott av insekter (*Argyresthia conjugella*) isolerades mest patogener.

Situationen är nästan lika optimal under

hallon och vinbär, där det även mycket ofta förekommer patogener. Däremot isolerades ytterst sällan svampar från jord som bearbetas varje år. Beträffande nematoderna var det här mönstret inte lika tydligt, troligen för att juvenilerna är så rörliga att de kan söka reda på värdinsekter även i jord som ombländas ofta. Svamparna däremot är beroende av att befinna sig i det markskikt där värden är.

Den här undersökningen visar att man måste beakta många faktorer i den miljö där man vill utnyttja patogener för bekämpning av skadeinsekter. Det är viktigt att välja lämplig patogen för ifrågavarande jordmån. Man måste anpassa appliceringen av patogen efter odlingstekniken (Fuxa, 1987). Intensiv bearbetning av jorden kräver årlig tillsats av patogen, medan det kanske bara krävs en behandling vid lämplig tidpunkt i mångåriga odlingar.

Referenser

- Allhurst, R.J., Brooks, V.M. 1984: The distribution of entomophilic nematodes (*Heterorhabditidae* and *Steinernematidae*) in North Carolina. *J. Invertebr. Pathol.* 44: 140—145.
- Bedding, R.A., Akhurst, R.J. 1975: A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica* 21: 109—116.
- Bednarec, A., Mracek, Z. 1986: The incidence of nematodes of the family Steinernematidae in *Cephalia falleni* Dalm. (Hymenoptera: Pamphiliidae) habitat after an outbreak of the pest. *Zeitschr. angew. Ent.* 102: 527—530.
- Ferron, P. 1981. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In: Burges, H.D.: *Microbial control of pests and plant diseases 1970—1980*, pp. 465—482.
- Fuxa, J.R. 1987: Ecological consideration for the use of entomopathogenes in IPM. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 225—311.
- Georgis, R., Poinar, G.O. 1983: Effect of soil texture on the distribution and infecivity of *Neoplectana carpocapsae* (Nematoda, Steinernematidae). *J. Nematol.* 15: 308—311.

HUSBERG, G-B., VÄNNINEN, J. & HOKKANEN, H. 1988. Insect pathogenic fungi and nematodes in fields in Finland. *Växtskyddsnotiser* 52: 1—2, 38—40.

Interest in insects pathogens has been awakened during the last few decades after having been overshadowed by chemicals since the 1940's. From an ecological and health oriented point of view pathogens ought to be recommendable. In general one would also expect that the risk of developing insecticide resistance would be lower with pathogens.

In 1985 a research project was started in Finland. The goal was to survey the occurrence of insect pathogens in agricultural fields. We also wanted to get an idea of the importance of these pathogens for natural reduction of insect pest populations. The isolated material will be used as a basis for future research geared at developing new microbiological control agents.

- Ilyicheva, S.N. Aleshina, O.A., Kononva, E.V., Yurshenene, Ya. E. 1976: Effects of temperature on the development of fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Ru). *Mikologija i fitopatologija* 10: 87—92.
- Muller-Kögler, E. 1965. *Pilzkrankheiten bei Insekten*. Berlin.
- Muller-Kögler, E. 1970. Einige kennzeichnende Themen aus dem Gebiet der Insektenmykologie. *Gesunde Pfl.* 22: 13—18.
- Poinar, G.O. 1979: *Nematodes for biological control of insects*. C.R.C. Press, Boca Raton, Florida.
- Roberts, D.W., Yendol, W.G. 1971: Use of fungi for microbial control of insects. In: Burges, H.D., Hussey, N.W.: *Microbial control of insects and mites*, pp 125—149. Academic Press, London.
- Schaerffenberg, B. 1959: Zur Biologie und ökologie des insektoentenden Pilzes *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. *Zeitschr. angew. Ent.* 44: 262—271.
- Zimmermann, G. 1986: The "Galleria bait method" for detection of entomopathogenic fungi in soil. *J. Appl. Ent.* 102: 213—215.

Kan rovmidd nyttast til biologisk bekjemping av skadelege middar i nordisk frukt dyrking?

Torgeir Edland, Statens plantevern, Avdeling skadedyr, N-1432 Ås-NLH

EDLAND, T. 1988. Kan rovmidd nyttast til biologisk bekjemping av skadelege middar i nordisk frukt dyrking? *Växtskyddsnotiser* 52:1—2, 43—46.

Rovmidd (Phytoseiidae) er viktige predatorar på skadelege middarter som frukttremidd og bladmidd. Normalt er rovmiddane svært kjenslege for dei fleste skadedyrmiddel og for fleire soppmiddel.

Ein fosforresistent rase av arta *Typhlodromus pyri* er blitt grundig undersøkt i England. Den tolerer vanleg tilrådd konsentrasjon/dosering av azinfosmetyl, demeton-S-metyl, fenitrotion, paration og dessutan karbaryl, men tar sterk skade av dimetoat. Denne resistente middrasen blir nytta i stort omfang ved integrerte rådgjerder i engelske frukthagar, der den gir god verknad mot frukttremidd og bladmidd. Rovmiddane blir alte opp i stort tal på spesielle hekkar av eplegrunnstammer med tanke på utsetjing i yrkesfrukthagar.

I Norge er det registrert eit stort tal rovmiddarter. Dei er utbreidde over heile landet og førekjem ofte i stort tal på mange ulike vertplanter. Dette tyder på at dei økologiske vilkåra for denne middgruppa er gunstige i dei nordiske landa, og at vi derfor skulle ha gode sjansar for å kunne utnytte den fosforresistente rovmiddrasen mot skadelege middar i frukthagar med integrerte rådgjerder.

Det har lenge vore kjent at rovmiddartene innan familien Phytoseiidae er viktige predatorar på plantesugande middar. Fleire arter lever på blant anna frukttremidd (*Panonychus ulmi*) og eplebladmidd (*Aculus schlechtendali*) og under gode vilkår kan dei halde desse skadedyra langt under den økonomiske skadegrensa. Når rovmiddane likevel ikkje er blitt meir utnyttja i yrkesdyrkinga, skuldast det først og fremst at dei normalt er så kjenslege for mange kjemiske middel. Ei einaste sprøyting med eit svovel- eller fosformiddel, vil slå ut nesten alle rovmiddar, og blir det nytta eit pyretroid vil dei vere utrydda for lang tid etterpå. Også visse soppmiddel har vist seg svært skadelege for rovmiddfaunaen.

Resistente rovmiddrasar

Ei tydeleg vending kom sist på 1960-talet då det blei utvikla ein fosforresistent rase av arta *Typhlodromus pyri* på New Zealand. Den blei funnen i ein frukthage med sterk bruk av fosformiddel, og den viste seg å vere ca. 10 gonger sterkare mot azinfosmetyl enn ikkje-resistente rasar av same arta (Hoyt, 1972). Denne resistente rasen blei seinare spreidd til mange land for å bli nytta i biologisk bekjemping av skadelege middarter i frukthagar.

Til England kom den i 1977, og ved forskningstasjonen East Malling er det utført omfattande forskning på denne resistente rovmiddrasen. Den har vist seg særskild effektiv i bekjempinga av frukttremidd, som den føretrekkjer som mat framfor andre middarter. Men når talet på frukttremidd er blitt så sterkt redusert at det blir matmangel, går rovmiddane over til å ete bladmidd, og då vil oftast talet på desse også bli redusert til under den økonomiske skadeterskelen. I mangel av bytedyr livnærer rovmiddane seg på m.a. pollen og sopphyfer, og i kortare periodar kan dei overleve ved å suge plantesaft. Denne suginga ser ikkje ut å skade plantene, men på slikt kost kan rovmiddane heller ikkje produsere.

Ved East Malling har ein undersøkt resistensen hos den resistente rasen i samanlikning med ein ikkje-resistent rase av *T. pyri*. Resultatet for 3 ikkje-systemiske og 2 systemiske fosformiddel og for karbaryl er vist i fig. 1.

For alle middel var den resistente rasen mykje sterkare enn den ikkje-resistente (frå 7 gonger for azinfosmetyl til 76 gonger for demeton-S-metyl). Ved bruk av vanleg tilrådd styrke på sprøytevæska får ein liten eller ingen verknad på den resistente rasen, med unntak av dimetoat som fører til svært stor skadeverknad.

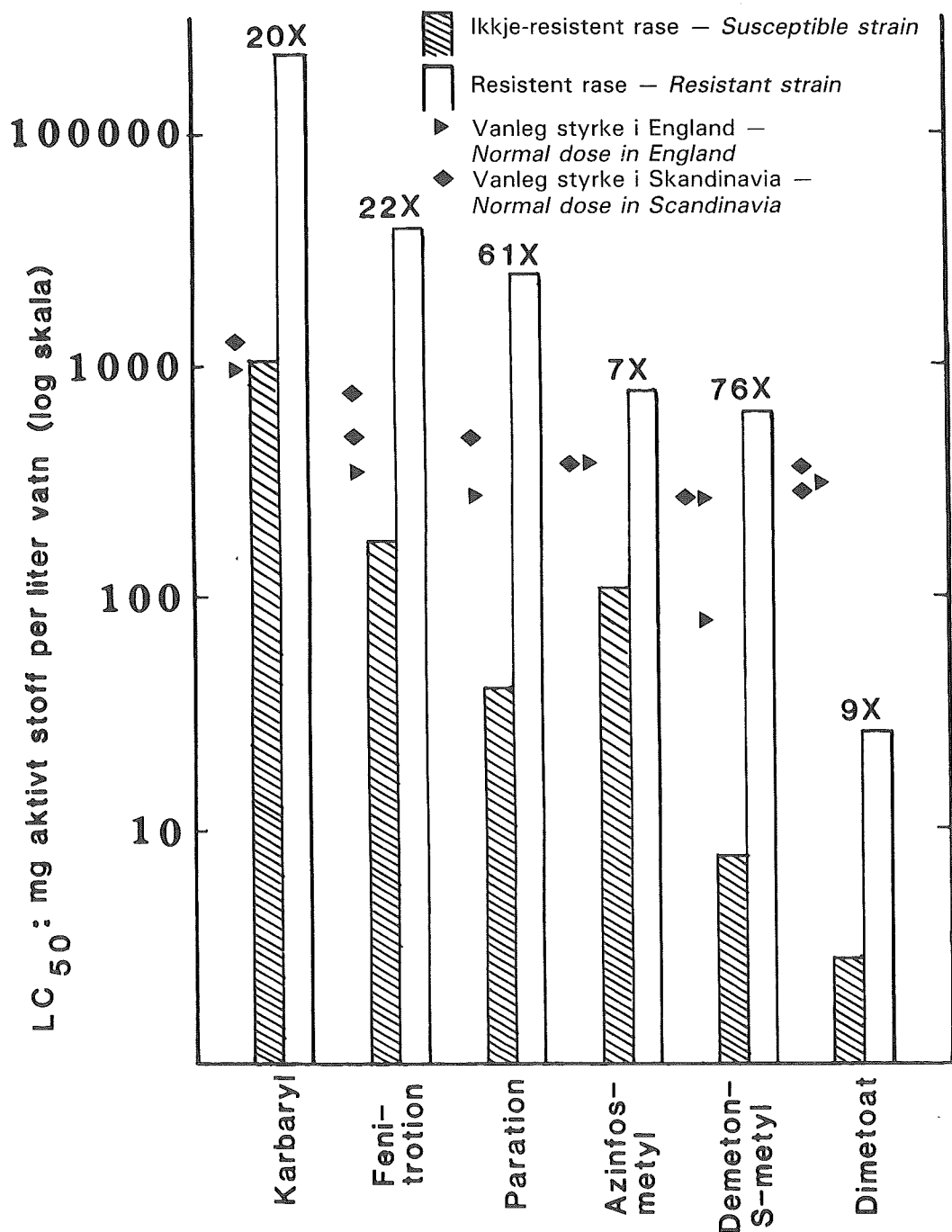


Fig. 1. Verknad av karbaryl og forskjellige fosformiddel på ikkje-resistent og resistent rase av rovmiddan *Typhlodromus pyri*. Tala over søylene viser kor mange gonger sterkare den resistente rasen er i høve til den ikkje-resistente. Vanleg styrke på sprøytevæske nytta i England og skandinaviske land er avmerka til venstre for søylene. (Omarbeidd etter Cranham, EMRS). — *Effect of carbaryl and different organophosphates on susceptible and resistant strains of Typhlodromus pyri. Figures above the columns show how many times more resistant the strain is as compared to the susceptible strain. The commonly recommended concentration of the spray mixture is indicated to the left of the columns. (Modified illustrations after Cranham, East Malling Research Station).*

I England er den resistente rasen av *T. pyri* tatt i bruk i stort omfang i yrkesdyrking med integrerte rådgjerder. Rovmiddane har her greidd å regulere talet på skadelege middar til under skadegrensa, jamvel i hagar der det blir nytta fenitroton mot frostmålarar og bladviklarar, azinfosmetyl mot epleviklar og demeton-S-metyl mot bladlus.

Oppal og utsetjing av rovmidd

På grunn av den aukande interessa for å nytte rovmidd i frukthagane, har ein ved East Malling sett i gang masseoppal for å dekke etterspurnaden. Dei fosforresistente rovmiddane blir alte opp på spesielle hekkar av grunnstamma M26, planta med 30–40 cm avstand. Hekkanne blir haldne i ei høgd av 70–100 cm og plantene blir sterkt innskorne kvar vinter. Det fører til sterk vegetativ vekt og om sommaren produserer grunnstammene lange skott, 50–100 cm, med mange blad. Er det lite av plantesugande midd på plantene, kan det om vinteren vere aktuelt å leggje inn i hekkane greiner og kvistar med store mengder vintereg av frukttremidd. Når egga klekker kryp spinnmiddane over på hekkplantene og dannar eit rikeleg næringsgrunnlag for rovmiddane. Desse vil då auke i tal og sist i juli og i august kan det vere fleire rovmiddar på kvart blad. Då blir skotta kutta av, bundta saman og frakta over til frukthagar med middangrep. Dei avskorne skotta blir lagde inn i trekrone, 1–3 skott pr. tre avhengig av storleiken. Når blada på desse skotta byrjar tørke inn, kryp rovmiddane over på frukttrea og ved god mattilgang vil dei leggje egg og auke sterkt i tal før vinteren kjem. Under gunstige vilkår får ein god effekt av rovmiddane alt året etter, i andre høve kan det ta 2–3 år før rovmiddane gir fullgod kontroll av dei skadelege artene.

Av forskjellige grunnar kan frukttremiddan av og til ta seg sterkt opp også i hagar med rovmidd. Då blir det i England nytta sprøyting med halv styrke av syheksatin, som slår ned toppen av spinnmiddangrepet, medan dei resistente rovmiddane overlever og dei vil då normalt halde dei skadelege middane under kontroll resten av året. Her må ein kome ihug at halv styrke nytta i England ikkje er det same som halv styrke hos oss. I følgje dei offisielle tilrådingane er normal konsentrasjon av syheksatin 18,7 g aktivt stoff pr. 100 l vatn i England, samanlikna med 25 g i Norge og 37,5 g i Sverige og Danmark. Halv styrke i England

tilsvarer såleis ca 1/3 styrke i Norge og 1/4 styrke i Sverige og Danmark.

Rovmiddsituasjonen i Norden

Tidlegare var det ei vanleg oppfatning at rovmidd var svært sjeldsynte dyr i Norge, og at årsaka til dette var at det nordiske klimaet var alt for hardt for denne middgruppa. Det er ikkje tilfelle!

Sidan 1984 har det vore utført ei omfattande kartlegging av rovmiddartene i Norge. Denne har vist at forskjellige arter er utbreidde i alle fylke frå Alta (Finnmark) i nord til Sørlandskysten (Agder-fylka) i sør. I alt er det blitt registrert ca 50 forskjellige arter. Av desse er ca 20 arter tatt på frukttrær (eple, pære, plomme og kirsebær), men berre 7–8 synest vere vanlege i frukthagar.

I Finland undersøkte Kropczynska & Tuovinen (1987) rovmiddfaunaen i eplehagar og fann 9 ulike arter. I ei undersøking i Danmark fann Hansen & Johnsen (1986) 17 forskjellige rovmiddarter på ca 40 vertplanter. Av desse blei 7 arter registrerte på frukttrær. Også i Sverige er det samla inn materiale av denne middgruppa, men resultatene er hittil ikkje blitt publiserte.

I Norge førekjem ein del av artene berre sporadisk, andre er vidt utbreidde og talrike. Somme finst berre på eit fåtal ulike vertplanter, mens andre lever på eit vidt spekter av plantearter, både urtaktige og treaktige, på lauvtre og bartre. Dei mest vanlege rovmiddartene i fruktstrøka våre er stort sett dei same som blei registrerte i Kent, England, i ei undersøking som eg føretok i 1984. Alt dette tyder på at dei økologiske vilkåra til rovmiddartene må vere gode hos oss, og at vi derfor truleg kan utnytte den fosforresistente rasen av *T. pyri* med like godt resultat i dei nordiske landa som det vi kjenner frå England og andre sørlegare land.

Når vi likevel har hatt store vanskar med å få etablert den resistente rasen i norske frukthagar, skuldast det truleg andre årsaker.

For å hindre overføring av farlege skadegjerarar, t.d. pærebrann og San José skjoldlus, har dei nordiske landa sett i verk særstrengte restriksjonar ved import av plantemateriale. Med dispensasjon frå Statens planteinspeksjon har vi fleire gonger innført epleblad og skott med resistente rovmiddar frå East Malling. Då vi på grunn av restriksjonane ikkje kan plassere slikt materiale direkte på frukttrea, har vi under laboratorieforhold

overført middar frå det engelske plantematerialet til innsamla blad og skott og som sidan er blitt plasserte på frukttre. Ved ein slik arbeidsprosedyre vil ein stor del av rovmiddane gå tapt, og dei relativt få middindivida som blei sette ut klarte ikkje å etablere seg, kanskje fordi dei blei utkonkurerte av andre rovmiddarter (*Paraseiulus soleiger* og *Euseius finlandicus*) som ofte førekjem talrikt på usprøyta frukttre.

Ei anna sannsynleg årsak til at dei resistente rovmiddane ikkje klarte å etablere seg, er at vi føretok utsetjinga for seint på året. Rovmiddane overvintrar berre i det vaksne stadiet, mens egg og nymfer frys ut. Vaksne rovmiddar som blir sette ut i august vil leggje egg og deretter døy. Ei etablering er derfor avhengig av at avkommet klarer å nå det vaksne stadiet før vinteren set inn.

I 1987 sette vi ut resistente rovmiddar av *T. pyri* i juli. Desse utvikla seg bra og på enkelte tre fann vi i september i gjennomsnitt opptil 5 vaksne rovmiddar pr. blad. Vi har derfor von om at desse kan overvintre, slik at vi kan setje igang oppaling av den resistente rasen neste år.

Hos oss er behovet for å nytte fosforresistent rovmidd størst når det gjeld bekjemping av bladmidd. Rovteger og andre nyttedyr, som

normalt held angrepa av frukttremidd nede i hagar med integrerte rådgjerder, er ikkje effektive nok i kampen mot bladmidd. Av den grunn har fleire dyrkarar måtta nytte 2—3 årlege sprøytingar, i alle høve på 'Ingrid Marie', 'Summerred' og liknande sortar som er utsette for å få skalskade på grunn av bladmiddangrep.

Dersom vi i Norden klarer å få etablert den fosforresistente rasen av *T. pyri* i frukthagar, må dyrkarane følgje visse retningslinjer for å oppnå god og langvarig effekt mot dei skadelege middartene.

For det første må ein aldri nytte pyretroid, svovelmiddel eller andre plantevernmidler som er sterkt skadelege på rovmiddane. For det andre må ein hindre at dei resistente rovmiddane blir utkonkurerte av andre rovmiddar, og for det tredje må ein leggje vekt på å halde resistanten ved like i denne rasen. Dette kan ein lett løyse ved å velje rette skadedyrmiddel. Ei årleg sprøyting, anten med azinfosmetyl mot epleviklar eller demeton-S-metyl mot bladlus, vil effektivt halde borte konkurrerende rovmiddar og dessutan sikre at resistensen blir halden vedlike. Dette vil ein oppnå jamvel om ein nyttar midla i svært låge konsentrasjonar.

Kropczynska, D. & Tuovinen, T. 1987 Predatory mites (Acarina: Phytoseiidae) on apple-trees in Finland. *Ent. Tidskr.* 108: 31—32.

Litteratur

Hansen, E.W. & Johnsen, S. 1986. Rovmidter af familien Phytoseiidae i Danmark (Acarina, Gamasina): *Ent. Meddr.* 53: 137—142.

Hoyt, S. C. 1972. Resistance to azinphosmethyl of *Typhlodromus pyri* from New Zealand. *N.Z.J. Sci.* 15:16—21.

EDLAND, T. 1988. Can phytoseiid mites be used for biological control of phytophagous mites in Nordic fruit orchards? *Växtskyddsnotiser* 52:1—2, 43—46.

Predacious mites (Phytoseiidae) are important predators on plant feeding species such as fruit tree red spider mite and rust mites. Phytoseiid mites are normally very susceptible to most pesticides and to several fungicides.

An OP-resistant strain of *Typhlodromus pyri* has been thoroughly investigated in England. It was found to be resistant to the commonly recommended concentration/dosage of azinphosmethyl, demeton-S-methyl, fenitrothion and parathion as well as to carbaryl, but is greatly damaged by dimethoat. This resistant strain is utilized to a great extent in IPM-programmes in English fruit orchard, where it has given good control of fruit tree red spider mite and rust mites. The resistant phytoseiid mites are reared in great numbers on special hedges of apple root stocks for release in commercial orchards.

In Norway, a large number of naturally occurring phytoseiid species have been recorded. They are distributed throughout the entire country, and often occur in large numbers on various host plants. This indicates favourable ecological conditions for phytoseiid mites in the Nordic countries, and that the O.P.-resistant *T. Pyri* strain could be used for biological control of phytophagous mites where IPM programmes are maintained in our orchards.

Additional Keywords: O.P.-resistance, IPM, Rearing procedure, Phytoseiidae of Norway.

Integrerte rådgjerder mot skadedyr i norske frukthagar.

Torgeir Edland, Statens plantevern, Avdeling skadedyr, N-1432 ÅS-NLH og Kåre Hesjedal SFL-Ullensvang, N-5774 LOFTHUS

EDLAND, T. & HESJEDAL, K. 1988. Integrerte rådgjerder mot skadedyr i norske frukthagar. *Växtskyddsnotiser* 52:1—2, 47—50.

Sidan integrerte rådgjerder kom i bruk i norsk fruktdyrking, har talet på årlege skadedyrsprøytingar i normale angrepsår blitt redusert frå ca. 7 til 0—3. Betre kunnskapar om skade- og nyttedyrartene, deira geografiske utbreiing, livssyklus og populasjonssvingningar, saman med ny og betre teknikk for vurdering av angrepsgrad og sprøytebehov, utarbeiding av prognosar og sikre varsel, og framfor alt ei betre utnytting av skadedyras naturlege fiendar, har gjort det mogeleg å redusere kjemikalbruken utan at det har gått utover avling og kvalitet. Ytterlegare reduksjon er oppnådd ved å bruke plantevernmidla i låge konsentrasjonar/doseringar, som har gitt tilstrekkeleg verknad mot skadedyra utan å øydeleggje nyttefaunaen.

For gjennomføring av integrerte program i praksis krevst solide kunnskapar og høg fagleg motivasjon. Kursverksemd med opplæring i integrerte rådgjerder har vist gode resultat og ført til stor framgang i bruken. I framtida bør også rådgjerder mot sopp og ugras bli integrerte i dette systemet.

I norsk fruktdyrking byrja ein i 1960-åra å gå over frå tradisjonell sikringsprøyting etter faste sprøyteplanar til meir integrerte rådgjerder mot skadedyr. Dette gav gode økonomiske resultat, samstundes med at bruken av kjemiske middel blei redusert med ca. 70%.

I denne artikkelen vil vi gi ein oversikt over dei viktigaste erfaringane frå denne omlegginga, kva ein har oppnådd og kvifor, og dessutan litt om føresetnadane for at ein også i framtida skal kunne nytte og om mogeleg utbetre denne forma for rådgjerder. Artikkelen omhandler berre rådgjerder i eple.

Tidlegare tradisjonell sprøyting

I etterkrigsåra og fram til byrjinga på 1960-talet var det vanleg å nytte 7 årlege rutinesprøytingar mot skadedyr i frukthagar. Fig. 1, viser ein slik standard sprøyteplan.

Før blomstring blei det nytta 2 sprøytingar (DDT eller eit ikkje-systemisk fosformiddel) mot gnagande skadedyr, ei på tett klynge (1) mot frostmålarar og tidlege bladviklarar (arter som overvintrar som unge larver) og ei på ballong (2) mot nattflylarver og seine bladviklarar (arter som overvintrar som egg). For frukttremidd (*Panonychus ulmi*) tok ein gjerne med i siste sprøytinga eit spesialmiddel med verknad mot vintereg.

Like etter blomstring (3) var det vanleg å bruke eit systemisk fosformiddel mot sugande skadedyr (midd, bladlus, teger).

Den gongen trudde ein at rognebærmøllet (*Argyresthia conjugella*) hadde si hovudsverming rundt St.Hans og sprøytinga mot det eggleggjande møllet blei sett inn 20.—25. juni (4). Men sidan denne sprøytinga ikkje alltid gav fullgod verknad, var det vanleg å sprøyte ein gong til, ca. 10. juli (5).

Dei 5 insektsprøytingane gjekk hardt utover nyttedyra. Frukttremidd og stundom bladlus fekk då ofte gode utviklingsvilkår, og for å hindre sterke angrep av desse måtte ein oftast sprøyte i siste halvdel av juli (6).

I visse fruktstrøk fekk ein av og til stor skade av "seine viklarangrep" på fruktene. For å sikre seg mot slik skade blei det etter kvart vanleg å nytte ei sprøyting tidleg i august (7).

Med denne sprøyteplanen fekk ein god verknad mot dei fleste skadedyr, også mot dei som ikkje er nemnde i denne planen, t.d. eplebladmidd (*Aculus schlechtendali*), eplesnutebille (*Anthonomus pomorum*) epleviklar (*Cydia pomonella*), liten fruktviklar (*Pammene rhediella*) og ulike minerermøll. Men den store kjemikalbruken hadde også negative sider. Ein byrja etter kvart å sjå på forgifnings-

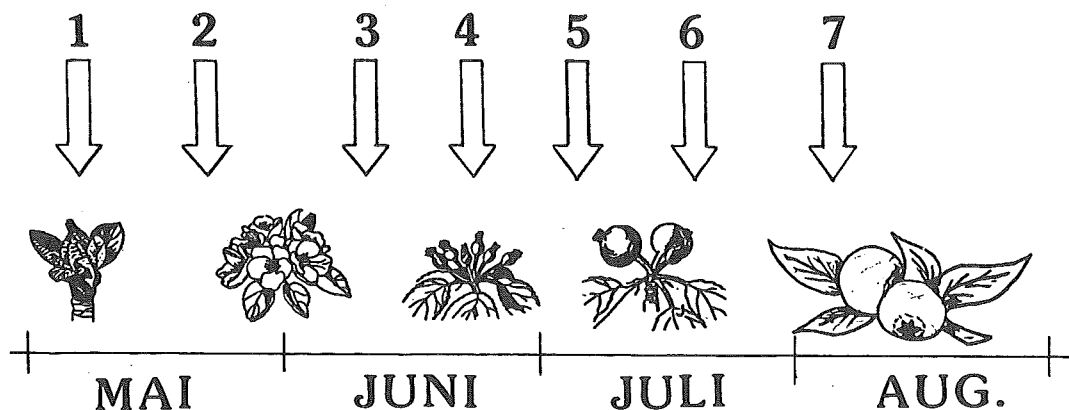


Fig. 1. Døme på ein tradisjonell sprøyteplan, som tidlegare var vanleg nytta i eple. Dei 7 årlege sprøytingane var retta mot ulike skadedyr; 1 og 2: gnagande-, 3: sugande skadedyr, 4 og 5: rognebærmøll, 6: frukttremidd og 7: "seine viklarangrep". — Example of a traditional spray schedule, commonly used on apple 25 years ago. The seven annual sprays were against different pests; 1 and 2: chewing pests, 3: sucking pests, 4 and 5: apple fruit moth, 6: fruit tree red spider mite, and 7: late attack of tortricids.

fauna under sprøytearbeidet, faren for restar i produkta, utvikling av resistente skadedyr, og for dyrkarane byrja sprøyteknadane å bli urimeleg store.

Reduksjon i kjemikalbruken

I 1962 starta vi opp eit forskingsprosjekt på skadedyrproblem i frukthagar, og vi stilte då m.a. dette spørsmålet: Er det nødvendig å sprøyte så mange gonger mot skadedyr, og er det nødvendig å sprøyte så mykje i alle fruktstrøk kvart år?

Vi byrja med å studere faunaen i og utanfor frukthagane, og etter kort tid kunne vi slå fast at dei to artene som normalt er ansvarlege for dei "seine viklarangrepa", raud knoppviklar (*Spilonota ocellana*) og stor fruktviklar (*Archips podana*), finst berre i eit fåtal av fruktstrøka våre. På Vestlandet og i store delar av Austlandet, der desse artene ikkje finst eller er tilstades i berre svært lite tal, kunne ein trygt utelate augustsprøytinga (7).

I omfattande granskingar av rognebærmøllet i fleire landsdelar, viste det seg at dette skadedyret legg egg frå tidleg i juni til langt ut i august, og at storparten av egga blir lagde i juli. Rogn er den naturlege vertplanten til dette insektet, og ei eventuell egglegging på eple føregår normalt berre i juli. Då det viste seg at ei sprøyting med azinfosmetyl tidleg i juli gir full verknad mot rognebærmøll, kunne ein ta ut St. Hans sprøytinga (4) i normale angrepsår.

I Norge har vi stundom herjing av frostmålarar då både usprøyta frukthagar og lauvskog blir snaugnagde. Under slike herjingar førjekjem oftast 3 arter i lag. Liten frostmålar *Opeprophera brumata* er normalt den viktigaste arta, men også stor frostmålar (*Erannis defoliaria*) og gul frostmålar *Agriopsis aurantaria* kan vere svært talrike. På Vestlandet har ein regelfaste herjingsperiodar med 12—15 års mellomrom. Mellom desse herjingane kan det vere periodar på 7—10 år då angrepa er svært låge og langt under den økonomiske skadegrensa. I slike år er det som oftast heilt unødvendig å nytte kjemiske middel tidleg på våren, og sprøytinga på tett klynge (1) kan utan fare bli sløyfa.

Då 3 av sprøytingane var tatt ut av sprøyteplanen, stilte vi det naturlege spørsmålet: Kan ein redusere meir utan å få auka skade på tre og frukt?

I staden for å setje inn ei sikringssprøyting på ballong, gjekk dyrkarane nå ut i frukthagane og observerte situasjonen. Fann dei lite eller ingen skade på trea og få eller ingen dyr, kunne dei lett ta avgjerd om å utsetje sprøytinga til etter blomstring. Ballongsprøytinga (2) fall dermed ut.

Nye observasjonar under og etter blomstring gav grunnlag for vurdering av sprøytebehov. Og i dei tilfelle då situasjonen ikkje hadde endra seg, var det mange som sløyfa også sprøytinga på begerstadiet (3), nesten alltid med svært godt resultat.

I seinare år har stadig fleire dyrkarar tatt i bruk Steiner's bankemetode (banking av 33 greiner over ein spesialhov) når dei skal vurdere angrepsgrad og sprøytebehov. Vi er nå igang med å utarbeide økonomiske skadetersklar for dei viktigaste skadedyrartene med tanke på bruk av bankemetoden. Dette er svært viktig, fordi våre terskelverdiar ofte har vist å vere svært ulike dei som blir nytta i sørlegare land.

I 1970 åra blei det utvikla ein praktisk prognosemetode for å kunne varsle om angrepsfare av rognebærmøll. Metoden som byggjer på visse registreringar hos rogn (Edland, 1979) har vist å gi svært sikre varsel om angrepsfaren i eple. I dag dekker dette varslingsystemet dei fleste fruktstrøka våre, med over 100 prognosestasjonar fordelt over mange disktrikt. I gjennomsnitt for landet førekjem skadelege angrep på eple berre kvart 3.—5. år. Storparten av fruktdyrkarane har full tillit til varslinga, og sprøyter berre i dei åra angrep blir varsla. Det vil seie at all sprøyting mot rognebærmøll, også julisprøytinga (5), ofte blir sløyfa.

Frukttremidd, som tidlegare var eit stort problem i mange frukthagar, har mange naturlege fiendar. Med den sterke reduksjonen i bruken av kjemiske middel fekk nyttedyra gode utviklingsvilkår. Særleg sterkt har nebbtegene (*Anthocoris* spp.) auka i tal, og deira aktivitet er truleg den viktigaste årsaka til at både midd- og bladlusangrepa tidleg kom under skadegrensa, slik at julisprøytinga (6) mot sugande skadedyr trygt kunne tas ut.

Det endelege resultatet frå dette er altså 0 sprøytingar mot skadedyr.

Teori eller praksis?

Er denne drastiske reduksjonen i bruk av kjemiske skadedyrmiddel berre ei teoretisk ønsketenking eller er det blitt ein realitet i praksis?

Alt i 1974 var bruken av skadedyrmiddel kome langt ned i visse fruktbygder på Vestlandet. Ei undersøking blant 51 yrkesdyrkarar viste at dei i gjennomsnitt hadde nytta 1,2 sprøytingar mot skadedyr dette året (Edland, 1975). 11 dyrkarar hadde utelatt all skadedyrsprøyting, 24 hadde sprøyta 1 gong, 14 sprøyta 2 gonger og 2 dyrkarar hadde nytta 3—4 sprøytingar i heile sesongen. Den oppgitte bruken var i godt samsvar med oppgaver over siste års omsetning, innsamla frå middelforhandlarar.

Seinare har stadig fleire fruktdyrkarar følgd opp denne linja. I visse år med herjing eller sterke angrep har sjølvstakt kjemikalbruken vore mykje større. I 1987 var det jamt over svake skadedyrangrep i alle fruktstrøk, og i dei fleste epleplantingar varierte då talet på skadedyrsprøytingar mellom 0 og 3, både på Vest- og Austlandet.

Bruk av låge konsentrasjonar/doseringar

Færre årlege sprøytingar utgjer berre ein del av den samla kjemikalreduksjonen. I seinare år har bruk av låge konsentrasjonar/doseringar truleg utgjort den største nedgangen i middelbruken. Både i forsøk og prøvesprøytingar har endosulfan nytta i 1/10 av vanleg tilrådd dosering gitt god verknad mot målar- og nattflylarver rundt blomstring. Mot viklarar synest dette midlet å vere noko mindre effektivt. Mot epleviklar og liten fruktviklar har 1/2—1/5 dosering av azinfosmetyl gitt fullgodt resultat, og mot bladlus har dyrkarane i lang tid nytta systemiske fosformiddel, etiofenkarb og pirimikarb i svært låge doseringar, 1/10—1/30 av vanleg tilrådd styrke. For å sikre god nok verknad med desse låge doseringane, må ein ved tåkesprøyting med bruk av lita væskemengd (200—300 l pr. ha) sprøyte i overskyar ver eller om natta. Sprøyter ein derimot i varmt ver med sterkt solskin og vind, kan tåkesprøyting gi svært dårleg effekt, truleg fordi midla då dunstar bort før dei får verke.

Fordelen ved å nytte dei nemnde midla i låge konsentrasjonar/doseringar er m.a. at dei då blir så skånsame mot mange nyttedyr. I eit forsøk i eple med ein rik tegefauna (50—80 rovtoger pr. bankeprøve) blei endosulfan og azinfosmetyl prøvd i vanleg tilrådd, 1/5 og 1/10 dosering. Begge midla reduserte tegetalet uvesentleg like etter sprøyting når dei var nytta i 1/5 og 1/10 konsentrasjon. Deretter auka talet på rovtoger sterkt og var 2 veker etter sprøyting 60—70% større enn ved sprøyting.

I integrerte rådgjerder er ikkje målet å få 100% effekt mot skadedyra, men å redusere angrepet til under den økonomiske skadeterskelen. Det er alltid svært viktig at ein del dyr overlever for å danne eit tilstrekkeleg næringsgrunnlag for nyttefaunaen. Ei svært viktig side ved integrerte rådgjerder er å utnytte nyttedyra maksimalt i kampen mot skadedyra. Derfor er det like galt å la dei svelte i hel som å sprøyte dei i hel.

Føresetnader for gjennomføring av effektive integrerte rådgjerder

Samanlikna med tradisjonell sprøyting er integrerte rådgjerder eit komplisert system som krev solide kunnskapar hos brukarane om resultatet skal bli vellukka.

Gode kunnskapar om faunaen er heilt grunnleggjande. Ein må kjenne dei ulike dyregruppene og kunne skilje mellom skadedyr, nyttedyr og indifferente dyr. Dessutan må ein ha kjennskap til dyra sin biologi og levemåte med omsyn til livssyklus, overvintring, tal generasjonar, kva skade eller nytte dei gjer og kva tid dei er mest aktive.

Rett bruk av metodar, som er utvikla for fastsetting av angrepsgrad, og rett tolking av observasjonar og fangstar, som grunnlag for vurdering av sprøytebehov, er heilt avgjerande i den praktiske utføringa. Og det er stadig behov for å utvikle og tilpasse nye prognosemetodar som kan resultere i praktiske og sikre varsel om angrepsfare av viktige skadegjerarar.

Når det er behov for å nytte kjemiske rådgjerder, må ein kunne vurdere eigenskapane til midla med omsyn til verknadsmåte, verknadstid, selektivitet etc., og ut frå det velje rett middel og konsentrasjon som på lang sikt gir det beste resultatet.

Som eit ledd i arbeidet med å få utnytta forskingsresultat og andre tilgjengelege kunnskapar i praksis, har vi sidan 1976 arrangert spesielle kurs i integrerte rådgjerder i frukthagar. Frå og med 1982 har vi halde årlege 3—5 dagars kurs, med både rettleiingsfolk og yrkesdyrkarar som deltakarar. Under som-

markursa har halvparten av tida vore nytta til teoretisk undervisning om prinsipp og gjennomføring av integrerte program. Den andre halvparten har vore avsett til praktiske øvingar med trening i bruk av bankemetoden og andre teknikkar for vurdering av angrepsgrad, sortering og bestemming av dyr, og vurdering av sprøytebehov. På vinterkursa har vi drøfta viktige emne som prognosar, varsling og skadetersklar, utnytting av skadegjerarane sine naturlege fiendar, bruk av låge konsentrasjonar/doseringar m.m. Dessutan har det vore nytta mykje tid på gruppearbeid med løysing av ulike arbeidsoppgåver som er blitt spesielt utarbeidde for dette føremålet.

Desse kursa har vore svært verdfulle både for instruktørane og deltakarane. Forskarane har fått ein nær kjennskap til mange praktiske problem, som dei sidan har tatt med i forskingsopplegget med tanke på praktisk løysing. Deltakarane har vist stor interesse og framifrå evne til å tileigne seg kunnskapar som dei seinare har utnytta i gjennomføring av effektive integrerte program.

I arbeidet med utvikling og gjennomføring av integrerte rådgjerder har rettleiingsfolka ei viktig utfordring. Framgangen har vore avgjørt størst i fruktdisktrikt der entusiastiske rettleiarar med sterk fagleg motivasjon har gått inn for oppgåvene. Hittil har arbeidet stort sett omfatta skadedyr, men med bruk av nye moderne varslingsapparat, har ein også fått svært lovandes resultat når det gjeld bekjemping av skurv. I framtida bør det såleis vere eit mål at rådgjerder mot sjukdom og ugras også blir integrerte i dette systemet.

Litteratur

Edland, T. 1975. Dei kjemiske rådgjerdene i frukthagen, — utviklinga hittil og framtidsutsikter. — *Gartneryrket* 65: 361—364.

Edland, T. 1979. Prognosegranskingar for rognebærmøll. — *NLVF-sluttrapport* NR. 304, 11 sider.

Summary; see page 56

IN MEMORIAM



PAUL NEERGAARD
19. februar 1907—13 november 1987

Inden for mange videnskaber taler man om "the grand old man".

Såfremt man vil anvende denne betegnelse inden for frøpatologien, kan der næppe være tvivl om, at denne ærestitel tilkommer Paul Neergaard.

I næsten 53 år arbejdede Paul Neergaard med frøpatologiske problemer — det er utvivlsomt en rekord, der ikke kan overgås af nogen anden.

Og ikke alene har Neergaard arbejdet med disse problemer — men han har gjort det *særdels* godt og opnået fremragende resultater.

Paul Neergaard blev hortonom — eller havebrugskandidat, som det hed dengang — i 1932.

På de tider var det ikke almindeligt, at havebrugskandidater fortsatte den videnskabelige uddannelse, men Neergaard fortsatte og blev lic. agro. i 1935 med plantepatologi som hovedfag. Og nu startede den frøpatologiske karriere, idet Neergaard blev ansat som leder af et nyoprettet frøpatologisk laboratorium hos firmaet Ohlens Enke, hvor han udover det mere rutineprægede arbejde fik mulighed for at udføre videnskabelige undersøgelser.

Disse undersøgelser resulterede i 1945 i en af de mest omfangsrige og grundige doktorafhandlinger, der er set, og drejede sig om danske arter af *Alternaria* og *Stemphylium* — et værk skrevet på engelsk og omfattende ikke mindre end 562 sider.

Der er her tale om en klasiker inden for plantepatologien, som siden har været anvendt som opslagsværk, verden over.

I årene 1952—66 var Neergaard ansat som afdelingsleder på Statens Plantetilsyn, hvor han især forestod de frøpatologiske undersøgelser.

Inden for denne årrække, havde han i en periode i 1959—60 orlov for at kunne bestride stillingen som professor i plantepatologi og frøpatologi ved det amerikanske universitet i Beirut, Libanon.

Heldigvis for Neergaard og for dansk og international frøpatologi var der dengang rolige forhold i Beirut, så Neergaard kom godt tilbage.

Og i 1966 påbegyndte Neergaard et arbejde, der skulle blive hans hjertebar, og som han siden har viet det meste af sine kræfter, idet han overtog ledelsen af det nyoprettede frøpatologiske institut for udviklingslandene — ja instituttet begyndte vel egnetlig først sit arbejde i 1967.

Her var unægtelig noget at tage fat på, når man tager i betragtning, at 75 pct. af verdens befolkning lever i udviklingslandene, og at mange af indbyggerne i disse lande lever på sultestadiet.

Hvad kan i bogstavelig forstand være mere fundamentalt end at sørge for, at basis for folkeernæringen — frøet — er så sundt som muligt?

Neergaard og hans institut har i allerhøjeste grad medvirket til at forbedre mulighederne for en bedre fødevarerproduktion i den tredje verden — i årenes løb har frøpatologisk institut modtaget over 350 stipendiater fra over 60 udviklingslande — ligesom undervisningsarbejdet i Hellerup er fulgt op af mange rejser til udviklingslandene og af mange kurser etc. holdt i disse.

Utvivlsomt har intet andet dansk arbejde for udviklingslandene haft tilsvarende positiv virkning. Neergaards første store publikation var den før nævnte doktorafhandling, men derudover er Neergaard forfatter til mange andre værdifulde publikationer, af hvilke "Seed Pathology" — et kæmpeværk på 1200 sider — må siges at være kronen på værket.

Det er et arbejde, som i kraft af — at det er skrevet på engelsk — nu er et standardværk, der anvendes i store dele af verden, og som kineserne snart efter udgivelsen begyndte at oversætte.

1982 trak Neergaard sig tilbage som forstander for frøpatologisk institut efter mange års entusiastisk arbejde for frøpatologien og for udviklingslandene.

Instituttet ønskede at hædre Paul Neergaard ved afholdelsen af et internationalt symposium, der i oktober 1982 blev afholdt i Danmark med deltagelse fra 40 lande.

Ved den lejlighed fik Paul Neergaard overrakt en speciel æresplade fra ISTA (International Seed Testing Association).

Men uagtet Neergaard trådte tilbage som forstander i 1982, var han stadig meget aktiv og deltog stadig i arbejdet på frøpatologisk institut.

Derudover har han efter opfordring skrevet et hovedafsnit i det fornemme tidsskrift *Annual Rev. of Phytopathology* (1986) — et afsnit der hedder "Screening for Plant Health".

Med god grund er Neergaard kendt og anerkendt i plantepatologiske kredse over hele verden. Og man har da også søgt at hædre Neergaard på forskellig måde.

Paul Neergaard var således "Fellow of the Indian National Science Academy og endvidere optaget som medlem af den franske landbrugsakademi, ligesom han var medlem af "The Explorers Club" i New York.

Nu vil mange med god grund betragte Neergaard som en specialist — og det var han så sandelig også på frøpatologiens område.

Men her var tale om en alsidig specialist, idet Neergaard udover sit hovedspeciale havde mange andre interesser.

Således har Neergaard dels redigeret og dels været medarbejder ved udgivelsen af flere populære havebøger. Og endvidere har han som særlig "hobby" dyrket esperanto og udgivet flere bøger på esperanto — ja gjort det så godt på dette område, at han i 1963 blev vicepræsident for International Esperanto Academy.

Ved stiftelsen af Dansk plantepatologisk Selskab var Neergaard også en af pionererne og var i en årrække selskabets initiativrige formand, og var som sådan i høj grad medvirkende til den prestige, selskabet nyder i dag.

Ligeledes var Neergaard i mange år formand for ovennævnte selskabs nomenklaturudvalg for plantesygdomme, og de hovedretningslinier, som Neergaard har udarbejdet, er rettesnor for den danske navngivning på dette område.

Udover at være en fremragende og meget flittig forsker og lærer var Paul Neergaard en god og loyal kollega, man trygt kunne fæste lid til.

Danske såvel som udenlandske plantepatologer samt talrige venner verden over vil mindes Paul Neergaard for hans store indsats till gavn for den plantepatologiske forskning og den praktiske udnyttelse af denne i vor egen såvel som i den tredje verden.

H. Ronde Kristensen.

Predation on the bird cherry-oat aphid in cereals. PHILIP CHIVERTON. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant and Forest Protection, S-750 07 Uppsala, Sweden.

Twelve species of carabid beetle, which are common in cereal fields, were shown to prey upon the Bird Cherry-Oat aphid, *Rhopalosiphum padi* L. Two species, *Bembidion lampros* and *Pterostichus cupreus* which are active in May when *R. padi* populations are establishing in cereals, contained *R. padi* remains even at very low aphid densities. An *R. padi* specific antiserum was developed in order to detect the presence of *R. padi* antigen in fluid-feeding predators. Relatively large proportions of linyphiid and lycosid spiders reacted positively in enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) when tested with this antiserum. Several other predator groups also gave positive reactions. Reduction of predator density by excluding predators from plots at different times during the aphid establishment phase resulted in *R. padi* populations that were two to six times larger compared with those in unenclosed plots. Significant negative correlations were found between peak numbers of *R. padi* per shoot and numbers of *Bembidion* spp. and linyphiid spiders respectively. Vertical exclusion barriers, designed to manipulate the predator fauna in the field, were particularly effective for predators of these taxa. Reduction of prey (mainly aphids) by the application of insecticides resulted in increased pitfall-trap catches of hungry, female *P. melanarius*.

Since egg production in carabid beetles is related to the amount of food eaten, it is speculated that the use of broad-spectrum insecticides may have long-term detrimental effects on carabid populations. Four main classes of behaviour were identified from video films of *B. lampros* and *P. cupreus* in laboratory arenas. The proportion of time spent searching, number of cereal plants searched, and velocity increased linearly with temperature for both species. *P. cupreus* significantly increased the proportion of time spent searching in arenas with higher densities of *R. padi* since the discovery of *R. padi* colonies stimulated this species to climb and search the whole plant. *B. lampros* did not climb but searched the soil and neighbouring plants. A computer programme was written to simulate the searching behaviour of these carabid species. Results from simulations at different temperatures showed sigmoid functional response curves to increasing aphid density. Incorporation of the results in an aphid population growth model showed that predation during the aphid establishment phase had approximately the same effect as predation over the whole aphid period, and that predators acted in an inverse density-dependent manner. It was concluded that yearly levels of *R. padi* infestation are mainly determined by the volume of emigrants arriving in spring; that peak levels are sensitive to changes in predator density, particularly during the aphids' establishment phase; and that with low rates of *R. padi* emigration, an outbreak may be prevented by the action of spring-active polyphagous predators alone.

Resistance in the genera *Avena* and *Hordeum* to the aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) — genetic resources and nutritional aspects. JENS WEIBULL, Swedish University of Agricultural Sciences,

Department of Plant and Forest Protection, S-750 07 Uppsala, Sweden.

In this study the possibilities of using plant resistance to control *Rhopalosiphum padi* in oats and barley were investigated. An evaluation of the possible determinants of resistance, in particular the role of free amino acids in the phloem sap, was also carried out.

Twenty wild species and six breeding lines of *Avena*, and 11 wild species and six interspecific hybrids of *Hordeum* were tested in greenhouse and growth room tests for their suitability as host plants for *R. padi*. In general, the *Hordeum* species were much less suitable to the aphid than the *Avena* species, possibly because of their perennial life form. A useful level of resistance was found in the oat line Obee. Resistance was mainly associated with delayed aphid development, reduced adult weights and decreased production of offspring. Light-microscopic studies of tissue preparations showed that, even on the most resistant plants, aphids were able to reach the phloem vessels with their stylets.

A combination of high frequency radio microcautery and high performance liquid chromatography was used to collect and analyse the phloem sap. The composition of free amino acids was similar in aphid susceptible oats and barley, and was dominated by alanine, aspartic acid, glutamic acid, serine and valine. Sap contents of γ -aminobutyric acid (GABA), glycine, histidine and methionine was very low. Free amino acid contents in sap from susceptible oats and barley varied seasonally, being higher in seedlings and stem-elongating plants than in those at tillering. Mean relative growth rates of *R. padi* correlated closely to this seasonal variation. Sap from oat and barley seedlings had similar free amino acid composition, but as the plants developed the composition became increasingly different.

In general, the concentration of amino acids in phloem sap from resistant plants did not correlate with level of resistance. However, in all resistant plants the content of glutamic acid was significantly higher than in the susceptible ones. Again, all tested plants had low amounts of GABA, glycine, histidine, methionine and tryptophan in their sap. Partial least squares regression (PLS) on amino acid composition, gave a two-component model which explained 55–60% of aphid resistance. Aspartic acid and glutamic acid were strongly correlated with resistance, while amino acids essential for aphids were least correlated. The results are discussed in relation to *R. padi* nutritional ecology and trophic level interactions, and the potential for plant breeding and pest management is considered.

Distribution, movements and reproduction of carabid beetles (coleoptera: Carabidae) inhabiting cereal fields. HENRIK WALLIN, Department of Plant and Forest Protection, Swedish University of Agricultural Sciences, Box 7044, S-750 07 Uppsala, Sweden.

The six most abundant carabid species occurring in cereal fields in central Sweden were the focus of this study. The adult-overwinterers *Bembidion lampros* Herbst and *Pterostichus cupreus* L. had distributions confined to the fields and their edges, whereas the larval-overwinterers *Trechus secalis* Paykull, *P. melanarius* Illiger and *P. niger* Schaller were also common in uncultivated habitats adjacent to the fields. Individuals of these larval-overwintering species moved out of the fields during the summer. The adult-overwinterers migrated seasonally between the fields and hibernation sites along the field edges. *Harpalus rufipes* De Geer showed a similar distribution to that obtained for the adult-overwinterers. Habitat choice experiments revealed that *B. lampros*, *P. cupreus* and *H. rufipes* preferred fields, while *T. secalis* and *P. melanarius* preferred woods, as did the forest-species *Carabus nemoralis* Müller. *P. niger* did not show a preference for either habitat. Habitat preferences in these beetles are apparently governed primarily by species-specific microclimatic requirements. Three major types of movements were identified in *P. melanarius*, *P. niger* and *H. rufipes* individuals, using a portable radar system (harmonic radar). *P. melanarius* and *P. niger* displayed directed movements in cereal fields. In the wood, *P. melanarius* mainly showed random movements, similar to those of *C. nemoralis*. In contrast to *P. melanarius* and *P. niger*, *H. rufipes* showed random movements in the fields. *P. melanarius* often burrowed in the soil in cereal fields, and *C. nemoralis* frequently burrowed in the forest soil. *P. niger* showed the most rapid movements. Hunger had little effect on movement patterns, although hungry *P. niger* tended to change directions more frequently than did satiated ones. The univoltine *B. lampros* and *T. secalis* had a short period of sexual activity (2–3 months). *B. lampros* bred in early summer (June), and *T. secalis* mainly bred around midsummer (July). The remaining (medium-sized) species, which are long-lived were found to have overlapping breeding cohorts in any given year. *P. cupreus* bred in early summer (June), while the larval-overwinterers bred throughout the summer. A combination of characteristics regarding mandible wear and reproductive condition were used to estimate the age in the medium-sized beetles. Thus, in *P. cupreus*, mainly 1-year-olds reproduced, whereas in the larval-overwinterers most reproduction occurred during the second adult year. The long pre-reproductive adult phase in larval-overwinterers and the relatively cold climate in central Sweden prevented many beetles from breeding in their first adult year. Mandible wear differed between species owing to differences in burrowing behaviour. Consumption of hard food increased mandible wear significantly, as shown in experiments with *P. melanarius*. The cereal fields and their edges were used of oviposition and larval development by all species studied. Adult-overwinterers completed larval development during the growing season, while larvae of the larval-overwinterers remained in ploughed fields during the winter. Not only are the field edges important hibernation sites, but they also harbour large numbers of field-inhabiting carabids during the summer.

Examensarbeten

Skadedjur och nyttodjur i frilandsgurka. KRISTINA MATTSSON, *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd; Examensarbete 1987:7.*Handledare: Försöksledare Barbro Nedstam.

Syftet med examensarbetet har varit att inventera insektsskadedörare och nyttoinsecter i frilandsgurka samt att genomföra några bekämpningsförsök.

En inventering av förekomsten av bönstjälkflugorna *Delia platura* och *D. florilega* i odlingar av frilandsgurka utfördes våren 1985 i östra Blekinge. Ett försök med sex preparat för kemisk bekämpning av bönstjälkflugornas larver lades ut 1985. Inför säsongen 1986 registrerades två betningsmedel, som gett goda resultat i försöken, för användning i frilandsgurka. Dessa var Marshal 40 DB (karbosulfan) och Oftanol T (isofenfos + tiram).

De ingick i ytterligare ett försök våren 1986.

Sommaren 1986 utfördes en inventering av övriga skadeinsecter samt av nyttoinsecter. Tripsar var de vanligaste skadeinsecterna och rosentrips, *Thrips fuscipennis*, den dominerande arten. I samband med uppkomsten förekom angrepp av en klotcollembol, *Bourletiella hortensis*, vars betydelse förmodligen är liten. Från mitten av juni orsakar ängsstinkflyn, *Lygus pratensis*, skador på bladen framför allt längs fältens kanter. Inga större mängder av gurkbladlusen, *Aphis gossypii*, observerades detta år. I juni månad förekom stritar, *Empoasca vitis*, och i augusti noterades angrepp av växthusspinnkvalster, *Tetranychus urticae*, i några enstaka fält.

Bekämpningsförsök med två syntetiska pyretroider, Decis (deltametrin) och Karate 5 EC (*lambda*-cyhalotrin), lades ut i västra Blekinge 1985 och 1986, men inga entydiga resultat erhöles.

Näbbstinkflyn, *Anthocoris nemorum*, var de vanligaste nyttodjuret. Även rovtrips, *Aeolothrips intermedius*, och två arter av rovkvalster, ett tillhörigt fam *Bdellidae* och *Amblyseius zwölferi*, återfanns ofta i fälten. För övrigt påträffades spindlar, nyckelpigor, parasitsteklar m.m.

Växtskadedörare i alternativt och konventionellt odlat korn 1985. EVA MATTSSON. (Handledare: Statsagronom Börje Olofsson och Agr. Dr Josef Dlouhý). *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd och Institutionen för växtodling; Examensarbeten 1987:3.*

Under sommaren 1985 utfördes en jämförande undersökning av växtskadedörare på alternativt och konventionellt odlat korn. Sammanlagt undersöktes kornskiften på 15 gårdar, varav fem var alternativt odlade. Hälften av de konventionella gårdarna var specialiserade spannmålsgårdar, de övriga hade mjölkproduktion och därmed vallar och stallgödsel. Gårdarna var fördelade på fem platser, varav fyra i Skåne och en i östra Sörmland. På varje plats fanns en gård av varje typ representerad.

De undersökningar som utfördes var dels beståndsstudier dels växtpatologiska studier. Plantor och ax räknades, kärnskördens storlek, råproteinhalt, volymvikt och 1.000-kornvikt bestämdes. Angrepp av växtskadedörare, främst mjöldagg (*Erysiphe graminis*), kornets bladfläcksjuka (*Drechslera teres*) och bladlöss studerades. Vidare undersöktes förekomsten av utsädesburna patogener på kärnskörden.

Beträffande beståndsundersökningarna är skillnaden mellan alternativt och konventionell odling relativt tydliga. Antalet ax och kärnskörden är betydligt lägre på de alternativa gårdarna, antagligen främst beroende på en lägre kvävetillgång.

De växtpatologiska undersökningarna visar att angreppen av växtskadedörare på korn generellt inte var större på alternativgårdarna än på de konventionella gårdarna under sommaren 1985. Vid jämförelsen hade sju av tio konventionella gårdar använt kemiska bekämpningsmedel mot svampsjukdomar och/eller insekter.

Mjöldaggsangreppen var störst där grödans kvävetillgång var god, både på alternativa och konventionella gårdar. Mängden bladlöss var störst på en plats i Skåne. Där hade den konventionella djurgårdens korn det största angreppet följt av det alternativt odlade kornet. Angrepp av kornets bladfläcksjuka uteblev nästan helt p.g.a. den torra väderleken som missgynnade svampen. Några skillnader i mängden svampsmitta på kärnskörden mellan odlingsystemen fanns ej.

Metoden med jämförelsegårdar leder till stora variationer i undersökningsmaterialet. Detta ger svårigheter att finna något mönster i de skillnader i patogenangrepp som finns i undersökningen.

Bladlöss, predatorer och ogräs — ett fältförsök. CHRISTER GUSTAFSSON. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd; Examensarbeten 1987: 11.* Handledare: Fil. dr. Staffan Wikteliuss och fil. dr. Barbara Sohm Ekbohm.

Populationsutvecklingen för *Rhopalosiphum padi* studerades i ett fält med vårkorn i Södermanland. I samma fält fångades predatorer med fallfällor och vegetationen inventerades. Största delen av fältet ogräsbekämpades och en del av fältet lämnades obekämpat. Bladluspopulationen utvecklades exponentiellt fram till maximalt antal bladlöss (som varierade mellan 5 och 76 löss per strå) i månadsskiftet juni/juli och minskade därefter med ca 95% under en vecka. Antalet bladlöss var betydligt större i ogräsbekämpad del av fältet, men viktigaste faktor syntes grödans vitalitet vara. Där grödan var stark utvecklades flest bladlöss. Viktigaste ogräset i fältet var *Chenopodium album* och *Fumaria officinalis*; totala antalet ogräs var i genomsnitt 142 st/m² i obehandlat. Fallfällor fångster av *Carabidae*, *Staphylinidae* och *Aranea* hade inget samband med vare sig ogräsmängd eller bladlusantal. Däremot fångades fler *Coccinellidae* i ogräsbekämpat. Fångsten av *Syrphidae* var ojämn men totalt sett så stor att *Syrphidae*, som ensam faktor, sannolikt orsakade den snabba minskningen av bladlusantalet.

Continued from page 50.

EDLAND, T. & HESJEDAL, K. 1988. Integrated pest management in Norwegian fruit orchards. *Växtskyddsnotiser* 52:1—2, 47—50.

Since integrated pest management (IPM) became common practice in Norwegian fruitgrowing, the number of annual sprays against pests have been reduced from ca 7 to 0—3 in years with normal attack.

Reduced use of pesticides, which has not influenced the crop size and quality of the fruits, has been based on the following: Better knowledge of the pests and their natural enemies, including geographical distribution, life cycles and population fluctuations; improved techniques for assessing attacks and needs of control measures; use of reliable prognosis and warning systems; and particularly a more efficient utilization of natural enemies. A further reduction has been attained by using the pesticides in low concentrations/dosages, which has proved to give satisfactory control of the pests without significant reduction in parasite and predator numbers.

For the maintenance of IPM programmes in commercial orchards, reliable knowledge together with professional motivation and high capability are needed. Practical courses on IPM have been very successful and have stimulated greater interest as well as wider acceptance of IPM in practice. In the future, management of diseases and weeds should be integrated into this system.

Additional Keywords: Reduced pesticide use and concentrations. Pest assessment. Natural enemies. Practical courses.

Instruktion till författare

Växtskyddsnotiser är avsedd att redovisa forsknings- och försöksresultat på växtskyddsområdet inom jordbruk, skogsbruk och trädgårdsodling. Dessutom kan referat av viktigare utländska forskningsresultat, som har särskilt intresse för svensk växtodling, införas.

Ny växtskyddslitteratur anmäls och tidskriften är också öppen för debattinlägg med direkt anknytning till växtskyddsverksamheten.

Växtskyddsnotiser tar gärna emot korta referat av större arbeten som publicerats på annat håll.

Bidrag från de nordiska länderna är välkomna och publiceras på originalspråk.

Växtskyddsnotiser tar även emot och publicerar uppsatser skrivna på engelska.

Uppsatsen

Titel. Bör vara så kort och upplysande som möjligt.

Författarnamn och adress.

Sammanfattning. Den inleds med författarnamn, år, uppsatsens titel samt *Växtskyddsnotiser* årgång: nr, sidnummer. Sammanfattningen skrivs på samma språk som den efterföljande texten och bör innehålla högst 200 ord. Exempel:

PERSSON, P. & LINGE, C. 1982. Gulstrimsjuka på vete — svampsjukdom påträffad 1981. *Växtskyddsnotiser* 46:1—3, 34—37.

På flera håll i östra Sverige kunde man under sommaren 1981 observera gula längsgående strimmor på höstvetbladerna. Symptomen förorsakades av... osv.

Texten bör omfatta högst sex sidor i tryck (ca 12—14 manussidor). Den kan med fördel indelas i avsnitt med rubriker och ev. under-rubriker.

Litteratur som hänvisas till i uppsatsen ordnas alfabetiskt efter författarnamn enligt följande exempel:

Bruehl, G.E. 1956. Cephalosporium stripe disease of wheat in Washington. *Phytopathology* 46, 178—180.

Johnston, R.H. & Mathre, D.E. 1972. Effects of infection by *Cephalosporium gramineum* on winter wheat. *Crop science* 12, 817—819.

Engelsk sammanfattning bör åtfölja varje uppsats. Den kan vara en ren översättning av den svenska sammanfattningen och bör likaså denna inte innehålla mer än 200 ord. Även titel översätts till engelska. Exempel:

PERSSON, P. & LINGE, C. 1982. Cephalosporium stripe disease on winter wheat recorded in 1981. *Växtskyddsnotiser* 46: 1—3, 34—37.

In the east of Sweden yellow stripes on winter wheat leaves were observed in the summer of 1981. The symptoms were caused by the fungus... etc.

Om uppsatsen skrivits på engelska skall den i stället åtföljas av en svensk sammanfattning enligt exemplet ovan.

Additional key words (kodord). Författaren bör ämneskoda uppsatsen i korta sökbegrepp på engelska. Ord som redan finns i titeln skall inte tagas med. Kodorden följer direkt efter den engelska sammanfattningen. Exempel:

Additional key words: Cephalosporium gramineum, Hymenula ceralis

Tabeller. Text till tabeller ges i en svensk (norsk eller dansk) och en engelsk version. Den engelska texten *kursiveras*. Tabellerna numreras med arabiska siffror och hänvisas till i texten enligt tab. 1.

Illustrationer. Texten ges även här i en svensk (norsk eller dansk) och en engelsk version. Den engelska texten *kursiveras*. Figurer numreras med arabiska siffror och delfigurer med bokstäver. Figurhänvisning i texten görs enligt fig. 1.

Manuskriptet

Manuskriptet skall vara maskinskrivet med dubbelt radavstånd och med en 5 cm bred vänstermarginal på ena sidan av ett A4-papper. Manuskriptet inlämnas till redaktionen i två exemplar.

Textdelen innehåller titel, författarnamn och adress, sammanfattning, den löpande texten, litteraturförteckning, engelsk sammanfattning och eventuella "additional key words". Latinska namn på släkten och arter och annat som skall framhävas trycks med *kursiv* stil och stryks under med ett streck i manuskriptet. Tabellernas och figurernas inplacering i texten anges i vänstermarginalen. **Tabeller** skrivs på separata papper och inlämnas i original.

Illustrationer kan utgöras av svart-vita fotografier i ungefär den storlek de skall ha i tryck, eller diapositiv. Färgbilder publiceras som regel endast på författarens bekostnad. Konsulentavdelningen/växtskydd har ett stort

bildarkiv och kan eventuellt bidra med illustrationer. Teckningar bör göras i tusch och vara 1,5—3 gånger så stora som i tryck. Figurtexter skrivs på separat papper.

Språkgranskning. All engelsk text bör vara språkgranskad. Om så inte har skett bör redaktionen meddelas detta när manuskriptet lämnas in.

Korrektur. När manuskriptet satts får författaren ett korrektur. Alla fel skall marke-

ras tydligt, men ändringar mot manus skall undvikas.

Särtryck av enskilda uppsatser förekommer inte. Däremot kan önskat antal hela nummer av Växtskyddsnotiser beställas i samband med inlämning av manus. Varje författare erhåller automatiskt 10 exemplar vid utgivningen. Totalt 25 exemplar kan erhållas gratis, önskas fler debiteras författaren produktionskostnaderna för dessa.

VÄXTSKYDDSNOTISER

Utgivna av Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd

Ansvarig utgivare: *Göran Kroeker*

Redaktör: *Birgitta Rämert*

Redaktionens adress: Sv. lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd,
Box 7044, 750 07 UPPSALA. Tel. 018/17 10 00

Prenumerationsavgift för 1988: 130 kronor

Postgiro 78 81 40-0 Sv. lantbruksuniversitet, Uppsala

ISSN 0042-2169