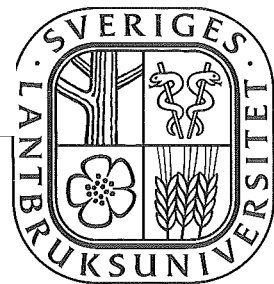


# Växt- skydds- notiser



Nr 4, 1991 — Årg. 55



Sådd av växtskyddsförsök på 1940-talet vid Statens växtskyddsanstalt.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

*J.P.Skou*

Identifikation og bevaring af arvelige egenskaber ..... 94

*Ingrid Gustafsson*

Betydelsen av några viktiga resistenskomponenter i ospecifik resistens mot sallatsbladmögel i sallat ..... 99

*Börje Olofsson*

Alternativ till maneb och mankozeb vid bekämpning av bladmögel, *Phytophthora infestans*, på potatis ..... 105

*Johan Forsberg*

Skador på nyplanterade *Salix*-sticklingar ..... 111

*Riccardo Bommarco*

Bekämpnings- och kritisk skadetröskel för ärtbladlus, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), i foderärtor, *Pisum sativum* ..... 114

# Identifikation og bevaring af arvelige egenskaber

J.P. Skou, Sektion for Plantebiologi, Afdelingen for Miljøforskning, Forskningscenter Risø, 4000 Roskilde, Danmark

SKOU, J.P. 1991. Identifikation og bevaring af arvelige egenskaber. *Væktskyddsnotiser* 55:4, 94-98.

Det har længe været erkendt, hvor vigtigt det er, at planternes genressourcer bevares i genbanker. I artiklen fremhæves det, at det er lige så vigtigt at bevare plantepatogenernes genressourcer, fordi de er nødvendige redskaber til entydig genkendelse af resistensgenerne i planterne. Går de tabt, mister litteraturen værdi og planteforædlerne mulighederne for at erkende planternes egenskaber med hensyn til resistens. Derfor foreslås det, at de berørte parter i Norden eller videre ud tager initiativ til klarlægning af behovet og til gennemførelse af den nødvendige forskning i muligheden for langtidsopbevaring af levende obligate parasitter som f. eks. *Erysiphe graminis*.

"A resistance gene is recognized and identified only by an avirulence gene. Similarly, a particular avirulence gene is recognized and identified only by a resistance gene. One is defined by the other and *visa versa*. Gene banks store samples with resistance genes, but the tools for precisely detecting these genes, the original powdery mildew isolates, are not stored".

J. Helms Jørgensen, 1987

17-20 juni 1991 holdt NJF sin 19 kongres på Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala under temaet "Nordisk landbrug i harmoni med miljøet". På den baggrund fandt vi det i sektionen for planteværn vigtigt, at nødvendigheden af bevaring af planteressourcerne kom med, og at det blev gjort klart, at man skal kunne identificere og senere genkende påviste arvelige egenskaber såsom resistens mod plantesygdomme. Afdelingschef Sigfus Bjarnason fra Nordisk Genbank talte om bevaring af den arvelige variation hos kulturplanterne, medens det var overladt mig at tale om bevaring af plantepatogenerne (Bjarnason, 1991; Skou, 1991). Efter indlæggene udspandt der sig en diskussion, der viste, at der var ganske betydelig interesse for emnet, hvilket har inspireret mig til denne opsats for at fastholde og videreføre problemstillingen.

Det har længe været erkendt, at det er lige så nødvendigt at bevare de genetiske ressourcer hos mikroorganismene, som det er at bevare dem for de højere planter, fordi de indeholder en mængde værdifulde arvelige egenskaber, der kan komme til nytte i landbrug, ernæring, industri og medicin, men en almen forståelse herfor er meget begræn-

set (se Hawksworth, 1991). Hidtil har det hovedsagelig været individer som repræsentanter for arterne man har opbevaret, for at have entydige referencer (typer) at sammenligne med så artsbegrebet kan holdes stabilt, hvilket er et meget nødvendigt formål. Efterhånden er der, og ikke mindst i tiden fremover vil der være, et stigende behov for at bevare organismer med specielle, genetisk betingede egenskaber, der ofte er betinget af enkelte gener.

## Problemstillinger

Som indikeret er det helt afgørende, at resistensgener mod plantesygdomme kan identificeres. Dertil kræves det pågældende resistensgen i en eller flere linier af værtplanterne, som normalt er deponeret i en genbank. Desuden kræves der et dertil hørende patogen med det pågældende avirulensgen. Mangler det, eller er det gået tabt, kan resistensen ikke senere entydigt genkendes. Der findes eksempler på, at litteratur derved har tabt sin værdi eller dele deraf. Således viser undersøgelser på Risø f. eks., at genet *Mla2* for resistens mod meldug i byg (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*) (Schaller & Briggs, 1955) ikke kan identificeres entydigt, fordi det originale meldugisolat med avirulensgenet *Aa2* ikke eksisterer mere. Efterhånden er der mange af den slags tilfælde, og gøres den nødvendige indsats ikke for at bevare "redskaberne" (mikroorganismernes gener), vil tab af muligheder stige stærkt i de kommende år. Tabet kan også ske ved umiddelbar og prisværdig forsigtighed. I Danmark dyrkes i væsentlig omfang bygsorter, der besidder et gen, som gør dem højresistente mod stribesyg (*Drechslera graminea*) (Skou & Haahr, 1991). For nogle år siden



Figur 1. Kulturer af bygmeldug (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*) i kølebænk ved 2-4 °C (foto H. P. Jensen). - Cultures of barley powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) in a cold counter at 2-4 °C.

påviste Knudsen (1986), at disse sorter er modtagelige for angreb af et isolat fra Marokko. For ikke at risikere spredning af dette patogen destruerede han materialet. Dermed var muligheden for at finde resistente sorter over for isolatet (racen) også borte.

Obligate parasitter bevarer normalt deres patogenitet, hvorimod man kan komme ud for, at de øvrige parasitter delvist eller helt kan tabe deres patogenitet afhængig af, hvordan de opbevares. Har undersøgelserne været gennemført med sådanne isolater af patogenerne, vil resultaterne være vanskelige at sammenligne med andres. Den slags fører til uheldige divergenser og misforståelser.

Samlingernes bevarelse og stabilitet er et tredje og meget væsentligt problem. For de store samlinger, hvis formål er skitseret ovenfor, er sagen i orden. Problemet er først og fremmest de mindre samlinger, der ofte er dem, der har de vigtige serier af kulturer eller racer af enkelte patogener, som er værktøjet for påvisning af specifikke resistensgener. Foruden den forskningsmæssige værdi af disse samlinger er de nødvendige redskaber i planteforædlingen, hvorfor det er nødvendigt med en stabilitet, der sikrer, at samlingerne forbliver intakte, selv om forskningen skifter karakter, og selv om forskerne går på pension. Resultaterne er normalt publiceret på dette tidspunkt og dermed bevaret for eftertiden i den videnskabelige litteratur, men de levende orga-

nismer og de gener, der er årsag til resultaterne, vil ofte gå tabt. Det medfører ustabilitet og måske tab af et væsentligt grundlag for den viden, de pågældende forskere har samlet.

## Kultursamlingerne

Man kan bevare og opbevare organismene på forskellige måder. Når det gælder typerne, sker det i anerkendte herbarier, hvor de skal være tilgængelige for de nødvendige sammenligninger. Med hensyn til levende organismer såsom svampe og bakterier, er der en række muligheder.

Allerede i forrige århundrede, så snart egnede metoder blev tilgængelige, begyndte man at opbevare levende mikroorganismer. Oftest er organismene holdt i små samlinger af interesserede forskere, der arbejder med dem. Når sådanne samlinger forsvinder medfører det ustabilitet. For at få den nytte, stabilitet og varighed der er behov for, er nødvendigheden af professionelt organiserede samlinger forlængst erkendt og støttet internationalt. F. eks. støttes "World Data Center (WDC) for Collections of Microorganisms" af UNESCO (se Kirsop, 1987).

I 1987 udsendte FN's miljøprogram en liste på 350 samlinger på verdensplan, hvilket imidlertid må regnes for en lille brøkdel af de faktisk eksisterende - store såvel som små - idet Fabricius (1986) registrerede 90 (dog kun 8 med interesse i landbrug) alene i Norden. De mest kendte af

samlingerne vedrørende svampe er i vort område vel nok Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS), Holland (1906), American Type Culture Collection (ATCC), U.S.A. (1925), International Mycological Institute (IMI), England (1947) og Mycotheque de l'Universite Catholique de Louvain (MUCCL), Belgien (1956), men der kunne nævnes mange flere (Kirsop, 1987; Hawksworth, 1991). Erkendelse af de specifikke vært/patogen forhold mellem kulturplanter og plantepatogene svampe har ATCC tilbudt at opbevare uredosporer af racer af rustsvampe og samtidig meddelt, at kerner af de tilsvarende værtplanter kan rekvireres fra National Seed Storage Laboratory, Fort Collins, Colorado (Loegering, 1965). Iøvrigt er det meget lidt disse samlinger beskæftiger sig med specielle egenskaber hos organismene for slet ikke at tale om egenskaber betinget af enkelte gener. Derfor er deres betydning for de problemer, vi diskuterede ved kongressen, ret begrænsede, idet de nævnte samlinger anfører følgende som deres primære opgaver:

1. Indsamling og identifikation af arter.
2. Opbevaring af deponerede kulturer af arter.
3. Supplering af samlingen.
4. Deponering af patenter og "safe-deposits", som kun ejerne har adgang til.
5. Information og udgivelse af kataloger.
6. Kurser og træning.
7. Forsøg og samarbejde.

Deponering af kulturer i disse samlinger koster normalt ikke noget. Derimod har samlingerne en afgørende del af deres indtægter fra salg af kulturer. Desuden støttes de nationalt og internationalt og af fonde.

## Metoder til opbevaring

Der er i tidens løb udviklet en række metoder til opbevaring af mikroorganismer, og de forbedres stadig (Dhingra & Sinclair, 1986), hvilket der ikke mindst er behov for, når det gælder bevaring af enkeltgenbetingede egenskaber.

Jeg skal kort skitsere de væsentligste af metoderne.

### 1. Traditionel vedligeholdelse i laboratorie og køleskab (periodic transfer, cool storage)

Generelt gælder det, at jo flere overpodninger, der foretages og jo mindre materiale, der overføres, desto større risiko er der for, at der sker ændringer i kulturernes egenskaber, så man efterhånden står med en mutant eller en ikke sporulerende vegetativ form. Derfor er det bedst, at overpodningerne foretages af personer, der har "øje" for ændringer.

I nogle tilfælde medfører overpodningerne en generel svækkelse af kulturerne. Som årsag har

man været inde på "de kunstige dyrkningsbetingelser" og forekomst af virus, men der foreligger ingen beviser.

Valg af substrat kan enten holde ændringerne nede eller virke mere eller mindre selektivt, så ændringerne fremmes. Dertil, kommer, at fluktuationer i køleskabets temperatur kan føre til afgivelse af vand fra agaren og senere til udtørring og død. Desuden er faren for forurening med fremmede svampe eller midler en betydelig risiko.

Selv om metoden har alle disse ulemper, synes den stadig at være den mest anvendte verden over for samlinger i forbindelse med forskningsarbejde, sandsynligvis fordi andre metoder kræver mere ekspertise og/eller omkostninger.

### 2. Opbevaring under mineralolie (oil storage)

Opbevaring på agar under ca. 1 cm medicinsk paraffinolie i køleskab er udmærket for en lang række svampe, idet det har vist sig, at vel udviklede, sporulerende kulturer kan forblive i live og være tilsyneladende uændrede i 10 år eller mere. Årsagen er antagelig, at organismernes ånding og metabolisme holdes på et minimum. Den største ulempe ved metoden er, at det kan være vanskeligt at få svampen fri af paraffinolie igen, så den begynder at vokse.

### 3. Frysetørring (freeze-drying, lyophilization)

Frysetørring er en af de bedste metoder til opbevaring af sporulerende arter, og den anvendes i stor udstrækning af de store samlinger, der har ekspertise til at skaffe erfaringer med de enkelte arters krav. Metoden består i, at kulturerne tørres ved sterile betingelser under vakuum og samtidig frysning. Efter tørringen tilsmeltes ampullerne, der så kan opbevares i køleskab ved ca. 4 °C. Når kulturerne skal anvendes, opslemmes de blot i sterilt vand eller Ringers saltopløsning og podes på passende substrat.

### 4. Kuldeopbevaring (Freezing, cryopreservation)

Denne metode har vist sig at være fortrinlig til opbevaring af selv de mest sarte mikroorganismer, f. eks. ikke sporulerende svampe. Hertil kan man enten anvende dybfryser eller flydende kvælstof.

Brug af dybfryser ved -10 til -20 °C er en god metode, der kan forlænge sarte svampes liv betydeligt. Helt excellent er opbevaring i flydende kvælstof (N<sub>2</sub>), der for en del svampes vedkommende kan ske på følgende måde: Kulturen opslemmes i 10 % glycerol i små ampuller, der tilsmeltes og for-køles ved -7 °C, hvorefter tem-

peraturen sænkes med 1 °C pr. min. ned til -35 °C. Derefter kan temperaturen sænkes hurtigt ned til -130 eller -196 °C, som det måtte ønskes. Det er meget vigtigt, at kulturerne optøes langsomt, hvilket bedst kan ske ved, at ampullerne nedsænkes i en kuldeblending af tøris (CO<sub>2</sub>) og absolut ethanol.

Når det gælder uredosporer af rustsvampe har det dog vist sig, at opbevaring uden tilsætning af nogen art og hurtigt optøning er langt det bedste, hvilket antages at hænge sammen med en kuldeinduceret sporehvile (Davis et al., 1966).

Det største problem ved denne metode synes at være transporten fra sted til sted.

### 5. Tør opbevaring (desiccating)

Denne metode har i en del tilfælde vist sig særdeles anvendelig; ikke mindst fordi sandsynligheden for ændringer i egenskaberne under disse forhold er meget ringe.

Opbevaringen kan ske i neutralt materiale som f. x. jord, sand, silikagel eller på filterpapir samt i plantemateriale, der f. x. er angrebet af en svamp. Som eksempler kan nævnes rhizobier, VAM-svampe og bladpatogener, hvoraf nogle har vist sig at være i live efter 10 år eller mere. Således har Moseman & Powers (1957) vist, at ascosporer fra kleistothecier af bygmeldug var levende og infektionsdygtige efter opbevaring i 13 år på tørre blade i køleskab ved 10 °C. Desuden har jeg erfaret, at når tørre bygblade, der har været opbevaret i papirposer i laboratoriet i mange år med angreb af bladplet (*Drechslera teres*) eller sribesygge, lægges på fugtigt filterpapir i plastikæsker placeret under nær-UV-lys, vil svampene spire frem inden for et døgn og have modne konidier, inden der er gået to døgn.

### 6. Opbevaring på levende planter

Obligate parasiter som fx meldug- og rustsvampe stiller særlige krav til faciliteter, fordi opbevaring på levende planter er den sikreste eller eneste anvendelige metode. Dels skal sygdomsfrie planter dyrkes frem, dels skal de inokuleres under betingelser, der sikrer, at angrebet alene består af den pågældende renkultur, og dels skal de inokulerede planter dyrkes isoleret og opbevares under lys- og temperaturforhold, der sikrer, at både planter og patogener forbliver i live.

Det ville være meget værdifuldt og ressourcebesparende, hvis det var muligt at opbevare levende konidier af meldug og sporer af rust uden de levende værter. Som nævnt er det muligt for ascosporer af meldug (Moseman & Powers, 1957), og uredosporer af rustarter kan opbevares frysetørret i ca. 1 år (Sharp & Smith, 1952), vakuumtørret i ca. 5 år (Hughes & Macer, 1964) og i flydende kvælstof i så lang tid, at ATCC har

turdet tilbyde opbevaring (Loegering, 1965). Om dette tilbud stadig gælder, og hvor meget det er benyttet, vides ikke. Derimod ligger det tungt med opbevaring af meldugkonidier, hvilket ellers er særdeles vigtigt, fordi racerne er baseret på konidiestadiet, og fordi næsten al forskning med meldug udføres med ukønnede kloner (racer) af svampen. Hermansen (1966) har vist, at meldugkonidier kan leve i nogen tid ved 2-4 °C på afskårne bygblade, der sættes i vand, hvilket er af værdi i forsøgsarbejdet, men for langtidsopbevaring i samlinger er det bedre med opbevaring på levende planter i kølebænk ved 2-4 °C, sådan som det anvendes her på Risø (fig. 1), hvor de uden vanskeligheder kan klare 3-4 måneder. Senere viste Hermansen (1973), at meldugkonidier produceret ved lav relativ luftfugtighed og opbevaret ved -60 °C stadig var infektionsdygtige efter 1-2 år - ja, endog betydeligt længere (Lisa Munk, pers. medd.). Disse resultater stemmer overens med, hvad meldugkonidierne må kunne klare ved langdistance transport med luftstrømme (Hermansen, 1968). Det er så værdifulde oplysninger, at der er baggrund for et forskningsarbejde til belysning af, om metoden kan gøres egnet til sikker langtidsopbevaring af meldugkonidier i kultursamlinger. En sådan mulighed vil gøre det lettere at bevare samlingerne i fremtiden.

## Fremtiden

Det vil være uacceptabelt for forskere såvel som for planteforældre, hvis det omtalte tab af viden og de nødvendige "redskaber" til genkendelse af ønskede egenskaber får et større omfang. At undgå det kræver indgående overvejelser, som næppe kan vente længe, for de aktive samlinger først ophørt, er de vanskelige eller umulige at genetablere. Det er derfor min opfattelse, at de berørte parter på nordisk eller endnu bredere plan bør tage initiativ til, at der gennemføres en udredning af behovet for bevaring af plantepatogenernes genressourcer og af, hvordan det bedst sker. Desuden ligger der i den forbindelse en meget vigtig forskningsopgave i at klarlægge mulighederne for langtidsopbevaring af sporer eller konidier af obligate parasiter som f. eks. meldugsvampen.

## Litteratur

- Bjarnason, S. 1991. Bevaring og dokumentation af den arvelige variation i planter og plantepatogener. I. Planter. *Nord. Jordbrugsforsk.* 73, 251-253.
- Davis, E. E., F. A. Hodges & R. D. Goos, 1966. Effect of suspending media on the survival of *Puccinia graminis* uredospores during freezing. *Phytopathology* 56, 1432-1433.
- Dhingra, O. D. & J. B. Sinclair. 1986. Long-term storage of plant pathogens. In *Basic Plant Pathology Methods*, p. 49-65. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

- Fabricius, B.-O., 1986. Directory of *Departments and Collections in the Nordic Register of Microbiological Culture Collections*. Helsingfors Univ.
- Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Presidential address 1990. *Mycol. Res.* 95, 641-655.
- Hermansen, J. E., 1966. Use of detached leaves to test the viability of stored conidia of barley mildew (*Erysiphe graminis* DC.). *Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Årsskrift.* 61-67
- Hermansen, J. E. 1968. Studies in the spread and survival of cereal rust and mildew diseases in Denmark. *Friesia* 8, 161-359.
- Hermansen, J. E. 1973. Successful low temperature storage of conidia of *Erysiphe graminis* produced under dry conditions. *Friesia* 10, 86-88.
- Hughes, H. P. & R. C. F. Macer. 1964. The preservation of *Puccinia striiformis* and other obligate cereal pathogens by vacuum-drying. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 47, 477-484.
- Jørgensen, J. Helms. 1987. Three kinds of powdery mildew resistance in barley. *Barley Genetics* 5, 583-592.
- Kirsop, B. E. 1987. Culture collections: repositories for microbial germ plasm. *Nature and Resources* 23, 3-9.
- Knudsen, J. C. N. 1986. Resistance to barley leaf stripe. *Z. Pflanzzüchtg.* 96, 161-168.
- Loegering, W. Q. 1965. A type culture collection of plant rust fungi. *Phytopathology* 55, 247.
- Moseman, J. G. & H. R. Powers. 1957. Function and longevity of cleistothecia of *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*. *Phytopathology* 47, 53-56.
- Schaller, C. W. & F. N. Briggs. 1955. Inheritance of resistance to mildew, *Erysiphe graminis hordei*, in the barley variety, Black Russian. *Genetics* 40, 421-428.
- Sharp, E. L. & F. G. Smith. 1952. Preservation of *Puccinia* uredospores by lyophilization. *Phytopathology* 42, 263-264.
- Skou, J. P. 1991. Bevaring og dokumentation af den arvelige variation i planter og plantepatogener. II. Plantepatogener. *Nord. Jordbrugsforsk.* 73, 254.
- Skou, J. P. & V. Haahr. 1991. Afsvampning og resistens i byg. *Agrologisk Tidsskr. Markbrug.* 1991:1, 23-25.

### Personlig kommunikation

Munck, Lisa. Den Kgl. Vetr.- og Landbohøjskole. Sekt. for Plantepatologi. Köpenhamn.

SKOU, J. P. 1991. Identification and preservation of genetic resources. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 94-98.

It has long been realized how important it is to preserve genetic resources in plants. The article call attention to the equal importance of preservation of the genetic resources in plant pathogens as they are the necessary tools for recognition of resistance genes in the plants. If the tools for unambiguous recognition of specific resistance genes are lost, scientific literature lose value and breeders the possibilities of testing for the presence of the genes. For this reason, it is proposed that the parties concerned in the Nordic countries or farther out take initiative to explain the need for preservation of plant pathogens genes, and not least for clarification of the possibilities for long-term-preservation of obligate parasites such as e.g. powdery mildew fungi (*Erysiphe graminis*).

## Betydelsen av några viktiga resistenskomponenter i ospecifik resistens mot sallatsbladmögel i sallat

Ingrid Gustafsson, SLU, Inst. för växt- och skogsskydd, Box 44, 230 53 Alnarp.

GUSTAFSSON, I. 1991. Några viktiga resistenskomponenter i ospecifik resistens mot sallatsbladmögel i sallat. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 99-104.

Ospecifik resistens i sallat mot sallatsbladmögel, *Bremia lactucae* Regel, är viktigt att förädla fram i sortmaterialet emedan den rasspecifika resistensen visat sig mindre hållbar. Den ospecifika resistensen är komplex och anses bestå av olika resistenskomponenter. Några olika komponenter har undersökts på ett begränsat sallatsmaterial under metodutvecklingsfasen och har följts upp med mindre fältförsök. Kvantitativt inokulering har i huvudsak skett på bladrundlar av sorterna och inkubering i klimatkammare. De komponenter som huvudsakligen studerats omfattar inkubations- eller latenstid, sporuleringsintensitet, konidieproduktion per ytenhet och tiden samt sporuleringsperiodens längd. Sorten Iceberg visar ospecifik resistens jämfört med den mottagliga kontrollsorten Cobham Green och är intressant för förädlingen. Iceberg har en längre latenstid, en lägre sporuleringsintensitet och en lägre konidieproduktion jämfört med kontrollsorten. Även i fältförsök hävdar sig sorten relativt väl med färre antal infekterade blad per planta.

*Bremia lactucae* Regel är en obligat parasit på all slags sallat och svampen förorsakar både kvantitativa och kvalitativa förluster. Eftersom den rasspecifika resistensen visat sig mindre pålitlig (Crute & Norwood, 1981; Gustafsson, 1986) erfordras sorter med ospecifik (horisontell) resistens. Resistensgener för förädlingen har hämtats från bl.a. *Lactuca serriola*, *L. virosa* och *L. saligna* visar också god resistens men är svårkorsade med *L. sativa* (Norwood, Crute & Lebeda 1981; Gustafsson, 1989). Sallatssorter med ospecifik resistens är speciellt av intresse för frilandsodlad isbergssallat, vilken är den dominerande odlingen i Sverige (ca 600 ha). En lätt putsning av yttre blad sker vid skörden, varför ett mindre, begränsat anrepp kan tolereras. Rester av infekterade blad med oosporer av bladmöglet på fält utgör dock en källa för smittspridning nästföljande säsong, såvida inte en effektiv djupplöjning sker och lämplig växtföljd tillämpas.

Ospecifik resistens är komplex och verkar ur helhetssynpunkt främst kvantitativt, den hämmar parasitens reproduktionscykel eller förökningstakt. Den är oberoende av parasitens fysiologiska raser och antas bestå av olika delkomponenter. För förädlingen är den svårbearbetad genom sin polygena natur, den består av "minor genes" med additiv effekt. Det är en fördel om resistenskomponenterna genetiskt styrs av olika mekanismer. Ospecifik resistens är miljöberoende och inte alltid hundraprocentigt effektiv.

Delkomponenterna epidermal resistens och inträngningsresistens synes inte vara verksamt

mot sallatsbladmögel (Crute & Dickinson, 1976; Lebeda & Reinink, 1991), sporer penetrerar även resistent sallatsblad i viss grad. En jämförelse med potatisbladmögel kan göras, där fältresistens visar sig bl.a. som en inträngningsresistens (Umaerus, 1970). Mot sallatsbladmögel torde snarare utbredningsresistens och sporuleringsresistens/ reproduktionsresistens vara verksamt.

Vid avdelningen för resistensbiologi studeras sedan några år den ospecifika resistensen, och ett samarbete med Svalöf AB/ Hammenhögs, landets ende sallatsförädlare, pågår.

Målsättningen med arbetet har varit att utveckla metoder för att mäta och kvantifiera några viktigare resistenskomponenter samt att undersöka temperaturinflytandet på desamma. Resistenskomponenterna har studerats var för sig under kontrollerade miljöförhållanden. Det är motiverat att utveckla metoder för att mäta ospecifik resistens under reproducerbara förhållanden, eftersom det vid försök i fält är så många fler faktorer som påverkar resistensen i sortmaterialet. En urvalsmetod som ska kunna användas av förädlaren kräver reproducerbara betingelser och att ett stort sortmaterial effektivt kan graderas.

De komponenter som studerats är latenstiden (inkubationstiden, tiden från inokulering till uppkomst av de första synliga symptomen), sporuleringsintensiteten, konidieproduktionen per yt- och tiden samt sporuleringsperiodens längd.

Några fältförsök har kompletterat försöken med bedömning av materialets fältresistens.



## Material och metodik

### Klimatkammarförsök

I försöken har under utvecklandet av testmetodik ett fåtal sallatssorter använts. Cobham Green har använts som kontrollsort, den visar resistens enbart mot bladmögelisolat från *Lactuca serriola* (Lebeda 1990). Sorten Iceberg (synonym Brittle Ice, Holborn Standard och Batavia Blonde à Borde Rouge, Crute 1984) har en ospecifik resistens (Crute & Norwood, 1981; Norwood & Crute, 1985), de använder dock termen fältresistens). Vidare har sorten Beurre Santa Anna studerats och en del äldre sallatssorter, Batavia Blonde à Borde Rouge, Reine de Glasses, Minetto i mindre omfattning.

De bladmögelisolat som i huvudsak använts har varit de svenska isolaten S1, S2 och S6 samt C19:d (från England) och SF2:b (från Finland). Bladmögelisolaten har förökats på fröplantor av sorten Cobham Green vid 14-16 °C i klimatkammare, och de bladmögelbemängda kotyledonbladen har skördats och lagrats i fryskåp vid -25 °C. Vid beredning av inokulum har burkar med sporulerande blad långsamt fått tina i kylskåp, varefter en suspension har beretts genom att bladen har lösts upp i en liten mängd vatten (ca 30 ml) varvid sporererna lossnat och bladen därefter silats ifrån genom silväv. I försöken har fryst inokulum använts av praktiska skäl och en relativt hög koncentration, ca  $1 \times 10^5$  konidier/ml. Tidigare undersökningar med olika koncentrationer av inokulum och jämförelse av symtombilder hade fastställt att koncentrationen  $\leq 10^5$  konidier/ml var att föredraga, och den eftersträvades.

Ospecifik resistens måste studeras på äldre plantor än fröplantor för att få pålitliga resultat. Bladrundlar från fysiologiskt likvärdiga sallatsplantor, odlade i växthus vid 14-16 °C, har använts i infektionsförsöken, men även större plantor och avklippta hela blad.

### Infektion.

Bladrundlar, 17 mm i diameter, stansades ut från 4-6 veckor gamla sallatsplantor och grövre kärsträngar tvärsöver bladrundeln undveks. Rundlarna placerades med undersidan upp på filterpapper, indränkta med 30 ppm benzimidazol-lösning, i genomskinliga plastlådor (40 bladrundlar/låda). Mellan 80-160 rundlar/sort inokulerades per testomgång genom att medelst en automatpipett placerades 30 µl inokulum centralt på disken. Konidieantalet/ml inokulum bestämdes i en cell- och partikelräknare och vitaliteten kontrollerades genom att en liten del av inokulum uttogs och färgades med 0,5 % syra-fuchin i 1 % ättiksyra. Härigenom blev inokuleringen med automatpipett kvantitativ. Efter inokuleringen placerades rundlarna i mörker vid 12 °C under ca ett dygn,

och därefter i ljus (12 tim/dygn) vid 14 °C och 45 µmol/s/m<sup>2</sup>, i ett odlingsrum med hög luftfuktighet. I odlingsrummet inkuberades även vid temperaturen 10 °C i några tester.

För att se temperatureffekter på studerade parametrar användes i flera tester biotronkammare med 14 °C alternativt 18 °C ± 0,1 °C och 135 µmol/s/m<sup>2</sup>.

Avklippta hela sallatsblad lades i plastlådor på bomull plus tygnät indränkt med benzimidazol-lösning och inokulerades med två droppar per blad av inokulum med koncentrationen  $1 \times 10^5$  konidier/ml. Hela plantor, 4-6 veckor gamla, duschades med inokulum, av koncentration som ovan, samt inkuberades i klimatkammare enligt tidigare försök.

## Avläsningar

### Latensid

Latensiden mättes som tiden i dagar mellan inokulering och sporulering på två diskar av sorten. Avläsning av diskarna började ca sex dagar efter inokuleringen och fortsatte i ca 14 dagar.

### Sporuleringsintensitet

Sporuleringsintensiteten graderades som andelen sporulerande bladrundelyta, i procent, i skalan 0-6. Noll innebar ingen synlig sporulering och klasserna 1-6 representerade <5, 10, 25, 50, 75 och 100 % sporulerande bladyta. Sporuleringsintensiteten graderades från och med dag åtta efter inokuleringen och med 2 (3) dagars intervall, och ett medelvärde framräknades inkluderande även symptomlösa bladrundlar. Efterhand som sporuleringen spred sig över bladrundelarean bildades nekroser (cell- och vävnadsdöd). Dessa ökade i storlek alltmedan sporuleringen avtog.

### Sporuleringsperiod

Längden på sporuleringsperioden noterades i flertalet tester i antal dagar.

### Konidieproduktion.

Antal konidier per cm<sup>2</sup> bladrundelarea bestämdes medelst räkning i en cell- och partikelräknare (Coulter Counter, med 140 µm kapillärrörsdiameter). Konidier med en sfärisk diameter mellan 14,5 - 20,20 µm registrerades, storleksintervallet valdes enligt litteraturuppgifter (Skidmore & Ingram 1985; Sargent, Tommerup & Ingram 1973).

Två metoder användes vid samlandet av konidier för antalsbestämning. När sortens ackumulerade konidieproduktion skulle bestämmas, skadades bladrundlar i 10 ml elektrolytlösning (Iso-

ton II) varvid konidierna lossnade, rundeln togs bort ur kyvetten. Volymen justerades till 20 ml elektrolytlösning, och vid mätningen i partikelräknaren togs hänsyn till bakgrundspartiklar. Totalt mättes på 16-20 rundel/sort, och nya rundlar togs vid upprepade mätningar under senare delen av sporuleringsperioden.

När den dagliga produktionen av konidier skulle bestämmas, rullades en bomullstopp över ytan och skakades sedan försiktigt i elektrolytlösning i kyvetten så att konidierna kunde lossna. Även här mättes på 20 ml provlösning och på 16-20 bladrundlar/sort och hänsyn togs till bakgrundsvärden och främmande partiklar vid framräkning av konidieantalet/cm<sup>2</sup>. Eftersom bladrundlarna blev mycket nekrotiska och föll samman efter ca 16 dygn vid 14 °C, kunde inte mer än 6-8 på varandra följande mätningar på samma bladrundlar genomföras.

## Fältförsök

Ovanstående sorter samt sorterna Minetto, Batavia Blonde à Borde Rouge, Hilde, Saffier, Kine-montepas, Kelvin, Ithaca, Market Favourite, Mariska, Mars m.fl. har varit utlagda på Alnarps närförsöksfält under några år för att få en bild av sorternas fältresistens. Försöken har omfattat fyra block och avläsningarna har innefattat latensider, antal infekterade plantor, antal infekterade blad och sporuleringsintensiteten på bladen (avläst i en nettoparcell). För den sistnämnda parametern användes en skala 0-4, där 0 = ingen synlig sporulering, 1 = mindre än 5 % av exponerad bladyta visar sporulering, 2 = 5-9 %, 3 = 10-14 %, 4 = > 15 % av exponerad bladyta visar sporulering och lesioner.

## Resultat

### Klimatkammarförsök

Sorten Iceberg har genomgående visat en längre latensid jämfört med sorten Cobham Green i över 50 bladrundeltester. Latensiden för isolat S1 var på sorten Cobham Green i medeltal 10,3 dagar (spridning 9-13 dagar) jämfört med i medeltal 12,0 dagar på sorten Iceberg (spridning 10-15 dagar) vid 14 °C. På sorten Beurre Santa Anna var den ännu längre med detta isolat, om någon sporulering överhuvudtaget syntes.

I tester med tre andra isolat (Kt2, NL5 och S2) bekräftades dessa sortskillnader vid test på bladrundlar och vid inkubering i biotronkammare vid 14 °C och 18 °C (tab. 1). En konidiekoncentration lägre än  $1 \times 10^5$ /ml resulterade i en längre latensid för testade sorter, vilket även en sänkning av temperaturen till 10 °C medförde.

Tabell 1. Latensiden för tre *Bremia lactucae*-isolat efter inokulering på bladrundlar av två sallatssorter, inkuberade i klimatkammare vid två skilda temperaturer. - *The latent period of three Bremia lactucae isolates when inoculated on leaf discs of two lettuce cultivars and incubated in climate chambers at two temperatures.*

Sort Cultivar	Isolat Isolate	Latensid (dagar) Latent period (days)	
		14 °C	18 °C
Cobham Green	KT2	10	9
	NL5	9	8
	S2	9	7
	medeltal mean	9,3	8,0
Iceberg	KT2	12	11
	NL5	11	8
	S2	11	9
	medeltal mean	11,3	9,3

### Sporuleringsintensitet

Sporuleringsintensiteten för tre sorter visas för fem försök med olika isolat i tabell 2 (medeltal och statistisk analys beräknat på 40 bladrundlar per sort). Signifikanta skillnader i sporuleringsintensitet ( $P=0,001$ ) erhöles mellan sorterna när de infekterats med isolat S1, C19:d och S2. Signifikanta skillnader mellan sorterna erhöles även för isolat S6 och mellan Cobham Green och Iceberg för isolat SF2:b. I andra liknande tester med bladrundlar visade Iceberg en signifikant lägre sporuleringsintensitet ( $P<0,05$ ) jämfört med Cobham Green både vid 14 °C och 18 °C.

Beurre Santa Anna visade mot några isolat ganska riklig sporulering (S2, SF2:b, och S6, tab. 2) varför det inte kan uteslutas att sorten har rasspecifik resistens. Sorten har också varit fullt mottaglig för några bladmögelisolat då sorten införlivats i det ordinarie testsortimentet för virulensbestämningar av isolat.

När försök gjordes på avskurna bladbitar och hela sallatsplantor av sorterna, hade patogenen längre latensid på Iceberg och färre antal blad infekterades med mindre andel sporulerande bladyta. Det fanns en tendens att skillnaderna i latensider blev större mellan sorterna vid test på hela plantor, jämfört med vid test på bladrundlar.

Tabell 2. Sporuleringsintensitet för tre olika sallatssorter vid infektion på bladrundlar med fem *Bremia*-isolat (14 °C). - Interaction of *B. lactucae* isolate and host cultivar on disease incidence expressed on leaf discs at 14 °C in five experiments.

Sort Cultivar	Sporuleringsintensitet. - Disease incidence									
	S1		C19:d		S6		S2		SF2:b	
	mv mean	S.E.	mv mean	S.E.	mv mean	S.E.	mv mean	mv S.E.	mean	S.E.
Cobham Green	2,65	0,42	3,00	0,47	1,25	0,19	3,30	0,52	2,80	0,44
Iceberg	0,80	0,13	1,05	0,17	0,18	0,03	0,60	0,09	1,70	0,27
Beurre Santa Anna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,10	1,55	0,25	2,65	0,42
LSD (P=0,05)	0,50		0,61		0,48		0,63		0,84	

### Sporuleringsperiodens längd

Sporuleringsperiodens längd var i försök vid 14 °C några dagar längre på Cobham Green jämfört med Iceberg vid 14 °C. Cobham Green hade i 14 försök en signifikant längre sporuleringsperiod (medeltal 12,9 dagar) mot Iceberg (medeltal 9,4 dagar, P=0,05, t-test). Om sporulering kom på Beurre Santa Anna var sortens sporuleringsperiod lik den för Cobham Green.

### Konidieproduktion.

Svampen producerade färre antal konidier/cm<sup>2</sup> bladarea på Iceberg jämfört med Cobham Green, både vid den ackumulerade konidieproduktionen och den dagliga konidieproduktionen. I tabell 3 ges ett exempel på den dagliga produktionen av konidier på bladrundlar av de två sorterna när de infekterats med isolat S2 (6,2 x 10<sup>4</sup> konidier/ml, 14 °C). Cobham Green visade högst konidieproduktion i detta test samt i andra tester med isolat S1 och även vid 18 °C. Då den dagliga konidieproduktionen mättes förelåg ofta en topp i konidieproduktion 11:e till 12:e dygnet efter inokulering vid 14 °C för Cobham Green och ett par dygn senare för Iceberg. Både vid 18 °C och 14 °C hade Cobham Green högst ackumulerad konidieproduktion, signifikant skild från Iceberg (P<0,05).

### Fältförsök

Latenstiderna för sorterna har i fältförsöken inte kunnat fastställas med exakthet, de har tenderat att utjämnas mellan sorterna jämfört med de som erhållits vid test i klimatkammare. Avläsningarna visade på färre antal infekterade plantor och färre antal infekterade blad med lägre sporule-

ningsintensitet på Iceberg (tabell 4, P=0,05), jämfört med Cobham Green. Dock har någon sort med rasspecifik resistensgen varit mindre infekterad än Iceberg 1990 och 1991 (t.ex. Mariska med resistensgen *Dm18* och Saffier med *Dm 1, 3, 7, 16*). Enligt Crute & Norwood (1981) motsvarar avläsningskalan 0-4 för sporuleringsintensiteten (disease intensity) väl antalet infekterade blad, och en sådan tendens kan också utläsas i tabell 4.

Tabell 3. Den dagliga produktionen av konidier/cm<sup>2</sup> bladarea på bladrundlar av två sallatssorter infekterade med *B. lactucae* isolat S2. - The total daily production of conidia/cm<sup>2</sup> on leaf discs of two lettuce cultivars when infected with *B. lactucae* isolate S2.

Dagar efter infektion Days after infection	Konidier, antal/cm <sup>2</sup> No of conidia/cm <sup>2</sup>			
	Cobham Green		Iceberg	
	mean	S.E.	mean	S.E.
9	69	40,5		
10	69	15,3		
11	84	64,7	15	72,0
12	50	22,6	37	16,1
13	57	29,8	33	24,5
14	30	18,9	16	14,2
15	34	24,7	8	6,1
16	11	5,6	5	5,5

Tabell 4. Fältresistens hos sallatssorter mätt som antal sporulerande blad och procent sporulerande bladyta i skala 0-4 (se text). Medelvärden över 4 block för 48 pl./sort, efter 7 veckor på fält. - Field resistance in lettuce cultivars, mean values of 48 plants per cultivar, measured 7 weeks after transplantation in field.

Sort Cultivar	Antal angripna blad*	Sporulerings- grad 0-4*
	No of sporulating leaves*	Disease intensity (0-4)*
Cobham Green	11,7 A	4,0 A
Iceberg	6,8 C	2,6 B
Beurre Santa Anna	11,0 B	4,0 A
Minetto	6,4 C	3,7 A
Crispino	7,1 C	3,7 A
Kelvin	7,6 C	4,0 A
Market Favourite	9,6 B	3,7 A
Mariska	0,0 E	0,0 D
Mars	3,1 D	0,9 C

\* Duncan-test (P=0,05). Medeltal med samma bokstav är inte signifikant skilda. - Duncan Grouping (P=0,05). Means with the same letter are not significantly different.

### Diskussion

I ovanstående infektionsförsök har metoden att använda bladrundlar från relativt unga sallatsplantor använts för att på några sätt mäta den ospecifika resistensens parametrar. Med metoden kan många plantor testas samtidigt, förutsatt att plantorna är likvärdiga ur fysiologisk synpunkt. Resultaten kan inte direkt överföras på större, hela, mer skördeärdiga sallatsplantor (med ökad plantålder kan mottagligheten minska) och behöver även beläggas i fältförsök.

Enligt Eenink, Bijker & den Toom (1982) är latenstiden en huvudsaklig resistenskomponent i samspelet parasit - sallat. I ovanstående försök har små skillnader i latenstider mellan sorterna bekräftats, kanske inte av tillräcklig dignitet för att vara av stort värde för att bli en urvalsparameter eller för att möta en polycyklisk epidemi av den typ som bladmöglet årligen utgör.

Sorten Iceberg har visat en relativt lång latenstid, en lägre sporuleringsintensitet, en lägre total

produktion av konidier/cm<sup>2</sup> bladrundelarea och en kortare sporuleringsperiod jämfört med den mottagliga kontrollsorten (Gustafsson, 1992). I fältförsöken har Iceberg haft färre antal infekterade blad jämfört med andra sorter, vilket överensstämmer med resultat av Norwood & Crute (1985). Därmed är sorten intressant att använda vid förädling för ospecifik resistens och så sker i Sverige (Larsson, C., muntligt) och utomlands (Norwood & Crute, 1985). Sorten har även en relativt hög halt av enzymet peroxidase (Reuveni, Shimoni och Crute, 1991). Samma författare påvisar ett samband mellan hög peroxidaseaktivitet före infektion och resistens mot bladmögel. Enligt Lebeda & Reinink (1991) utbildas från konidier av Iceberg längre groddslangar jämfört med de från mottagliga sorter samt mindre andel intercellulärt mycel och haustorier.

De olika resistenskomponenter som här studerats behöver ytterligare undersökas och deras praktiska värde bedömas på ett större material inkluderande förädlingslinjer. Fler äldre sallatsorter kan vid systematisk genomgång visa sig innehålla någon värdefull resistenskomponent, dock kan vi inte förvänta oss att en och samma sallatsort besitter alla de viktigaste resistenskomponenterna.

Produktionen av konidier/cm<sup>2</sup> bladrundelarea ger ett pålitligt besked om sortens sporulerings/reproduktionsresistens men är måhända för arbetsam att använda som urvalsmetod inom resistensförädlingen.

Undersökningen har stötts med medel från SJFR.

### Referenser

- Crute, I.R., 1984. The integrated use of genetic and chemical methods for control of lettuce downy mildew (*Bremia lactucae* Regel). *Crop Protection* 3, 223-241.
- Crute I.R., Dickinson, C.H. 1976. The behaviour of *Bremia lactucae* on cultivars of *Lactuca sativa* and on other composites. *Annals of Applied Biology* 82, 433-450.
- Crute, I.R. & Norwood, J.M. 1981. The identification and characteristics of field resistance to lettuce downy mildew (*Bremia lactucae* Regel). *Euphytica* 30, 707-717.
- Eenink, A.H., Bijker, W. & den Toom, A. 1982. Partial Resistance in lettuce to downy mildew *Bremia lactucae*. 2. Differential interactions between plant genotypes and fungus races and the relationship of latent period, infection frequency and number of infected leaves with the level of partial resistance. *Euphytica* 31, 73-83.
- Gustafsson, I. 1986. Virulence of *Bremia lactucae* in Sweden and race-specific resistance of lettuce cultivars to Swedish isolates of the fungus. *Annals of Applied Biology* 109, 107-115.
- Gustafsson, I. 1989. Potential sources of resistance to lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*) in different *Lactuca* species. *Euphytica* 40, 227-232.

- Gustafsson, I. 1992. Race non-specific resistance to *Bremia lactucae*. *Ann. appl. Biol.* 120, 127-136.
- Larsson, C. Hammenhögs frö AB, Hammenhög. Personligt meddelande.
- Lebeda, A. 1990. Identification of a new race-specific resistance factor in lettuce (*Lactuca sativa*) cultivars resistant to *Bremia lactucae*. *Archiv Zuchtungsforchung* 1, 103-108.
- Lebeda A. & Reinink K. 1991. Variation in the early development of *Bremia lactucae* on lettuce cultivars with different levels of field resistance. *Plant Pathology* 40, 232-237.
- Norwood, J.M., Crute, I.R. & Lebeda, A. 1981. The location and characteristics of novel sources of resistance to *Bremia lactucae* Regel (Downy mildew) in wild *Lactuca* species. *Euphytica* 30, 659-668.
- Norwood, J.M. & Crute, I.R. 1985. Further characterisation of field resistance in lettuce to *Bremia lactucae* (downy mildew). *Plant Pathology* 34, 98-104.

- Reuveni, R., Shimoni, M. & Crute, I.R. 1991. An association between high peroxidase activity in lettuce (*Lactuca sativa*) and field resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*). *Journal Phytopathology* 132, 312-318.
- Sargent, J.A., Tommerup, I.C. & Ingram, D.S. 1973. The penetration of a susceptible lettuce variety by the downy mildew fungus *Bremia lactucae* Regel. *Physiological Plant Pathology* 3, 231-239.
- Skidmore, S. & Ingram, D.S. 1985. Conidial morphology and the specialization of *Bremia lactucae* (Peronosporaceae) on hosts in the family *Compositae*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 91, 503-522.
- Umaerus, V. 1970. Studies on field resistance to *Phytophthora infestans*. 5. Mechanisms of resistance and applications to potato breeding. *Zeitschrift Pflanzenzüchtung* 63, 1-23.

GUSTAFSSON I. 1991 Important components of resistance in race non-specific resistance against lettuce downy mildew in lettuce. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 99-104.

Studies were made of some important components of resistance in the race non-specific resistance against lettuce downy mildew, *Bremia lactucae* Regel. The components were analysed one at a time under controlled environmental conditions, and the tests were mainly conducted on leafdiscs of a few lettuce cultivars. Field trials were also included in order to investigate the field resistance. Observations were made of the latent period, disease intensity, the production of conidia/cm<sup>2</sup> disc area, and the length of the period of sporulation.

The cv. Iceberg exhibited race non-specific resistance and this was characterised by a longer latent period, a lower disease intensity and a reduced production of conidia compared to the susceptible control cv. Cobham Green. The longer latent period and the lower disease intensity with fewer infected leaves were also evident on older, intact plants and on excised leaves, the last mentioned component also in the field trials.

## Alternativ till maneb och mankozeb vid bekämpning av bladmögel, *Phytophthora infestans*, på potatis

Börje Olofsson, SLU, Inst. för växt- och skogsskydd, Box 7044, 750 07 Uppsala

OLOFSSON, B. 1991. Alternativ till maneb och mankozeb vid bekämpning av bladmögel, *Phytophthora infestans*, på potatis. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 105-110.

I Sverige liksom i andra delar av världen är mankozeb och maneb, EBDC-medel, helt dominerande vid bekämpning av bladmögel och brunröta, *Phytophthora infestans*, på potatis. Med anledning av att EBDC-medlen vid sin nedbrytning kan generera substanser som kan utgöra en risk för sprutpersonalens hälsa och för miljön, har SLU:s försöksavdelning för svamp- och bakteriesjukdomar, Uppsala, under 1991 undersökt några alternativ till EBDC-medlen vid bladmögelbekämpning i potatis.

Resultaten av undersökningarna som har utförts i fältförsök kan sammanfattas sålunda:

- \* Tolyfluanid, preparatet Euparen M, gav relativt bra resultat men sämre än EBDC-medlens och effekten mot bladmögelsvampen sviktade mot slutet av odlingssäsongen, då infektionstrycket accelererade.
- \* Kopparhaltiga medel gav sämre skydd mot bladmöglet och tendens till lägre skörd än EBDC-medlen.
- \* Tattoo, propamocarbydroklorid + låg dos mankozeb visade, trots användning i förlängda intervaller och reducerat antal behandlingar, intressanta resultat i matpotatis. Tre behandlingar i fabrikspotatis var dock under rådande förhållanden för lite.
- \* Sprutschema baserat på mankozeb, men där denna fungicid vid två spruttillfällen utbytt mot metalaxylhaltigt preparat, Ridomil, alternativt Tattoo, gav i regel bättre skydd mot bladmögel och brunröta än mankozeb enbart och högre skörd än enbart mankozeb i fabrikspotatis.
- \* Halvering av mankozebdosen gav trots starkt infektionstryck i försöken relativt bra resultat, dock i regel sämre än normaldosen.
- \* Konkurrensförmågan hos EBDC-fria preparat kan sannolikt förbättras genom tillsats av manganhaltiga växtnäringsämnen.
- \* Det är för tidigt att slutgiltigt bedöma EBDC-fria preparats prestanda och ta ställning till en avveckling av maneb och mankozeb.

Fram till 1950-talet bekämpades bladmögel och brunröta med kopparhaltiga medel som bordeauxvätska och kopparoxiklorid. Vid denna tid skärptes kraven på potatiskvalitet och bladmögelbekämpningen intensifierades för att minska röt-skadorna hos knölskörden. Samtidigt lanserades bekämpningsmedel innehållande etylenbisditio-karbamater, EBDC-medel, först zineb och maneb, senare mankozeb. De visade sig ha bra effekt mot bladmögelsvampen, är fortfarande relativt prisbilliga, har låg akut toxicitet och är i förhållande till kopparmedlen växtvänliga. Maneb och mankozeb ger med sitt innehåll av mangan ofta en gödslingsseffekt som helt eller delvis betalar preparatkostnaden (Olofsson och Svensson, 1977). Blast sprutad med dessa medel håller sig grön och vital längre än kopparsprutad, men kan

samtidigt vara svårare att avdöda. Vid användning av EBDC-medel synes det speciellt viktigt att fullfölja bekämpningen för att minska risken för sena bladmögelangrepp och därmed undvika att knölna angrips av brunröta. Under en övergångstid på 50-talet rekommenderades f.ö. att sprutscheman baserade på zineb skulle avslutas med en eller två kopparsprutningar (Olofsson, 1967).

Sedan 60-talets början har bladmögelbekämpningen nästan enbart byggts på de manganhaltiga EBDC-medlen. I färskpotatisodlingen används dock fortfarande koppar till de sista behandlingarna eftersom EBDC-medlen har lång karenstid, 30 dagar mellan sista behandling och skörd. I vårt land varierar försäljningen av bladmögelbekämpningsmedel avsevärt från år till år beroende på

skillnader i bladmögelangreppens svårighetsgrad. Många odlare tillämpar en rutinmässig, men inom vissa gränser behovsanpassad, bladmögeltäckning grundad på erfarenhet och väderlek. Enligt Kemikalieinspektionens statistik såldes i Sverige bladmögeltäcken 1988 och 1990 390 resp 450 ton EBDC-medel räknat som aktiv substans mot endast 240 ton under den torra sommaren 1989, då angreppen var svaga. Internationellt sett är inte detta några stora kvantiteter men motsvarar genomsnittligt ca 10 kg per ha potatis och med en betydande variation mellan södra och norra Sverige.

## Etylenbisditiokarbamaternas nedbrytning

Redan tidigt uppmärksammades att zineb, maneb och mankozeb, som ur humantoxikologisk synpunkt betraktats som tämligen harmlösa, under lagring och efter sprutning bildar en rad nedbrytningsprodukter. Bland dessa har intresset fokuserats på ETU, etylentiourinämne, som i högre doser bl.a. visat cancerogena effekter på försöksdjur (Yeh, 1985). ETU är inget stabilt ämne utan en länk i en nedbrytningskedja. Bland metaboliter under den fortsatta nedbrytningsvägen kan nämnas etylenurea, urea, 2-imidazolin, etylendi-amin m.fl. (Engst och Schnaak, 1974). Nedbrytningen befordras av ljus och i marken genom inverkan av mikroorganismer.

EBDC-medlen kan samtidigt påverka markens mikroflora och anses bl.a. kunna verka som nitrifikationshämmare genom att inaktivera bakterier som oxiderar ammonium till nitrit (Torstensson, 1988). Därigenom kan medlen temporärt hämma utlakning av nitrat från odlingsmarken. Även den lägre faunan kan påverkas av EBDC-medel.

## ETU-diskussionen

ETU-frågan diskuterades ingående under 1970-talet. Vid denna tid användes f.ö. stora kvantiteter ETU i gummiindustrin, men diskussionen gällde främst dess förekomst i bekämpningsmedlen. Som en följd därav ändrades i Sverige användningsrutinerna för EBDC-medlen. Faroklassen ändrades från 3 (lägsta klassen) till 2 och en karenstid om minst 30 dagar mellan sista behandling och skörd infördes. All behandling av ätliga växtdelar förbjöds liksom medlens användning som betningsmedel för potatis. Därmed eliminerades riskerna för mätbara restsubstanser av EBDC-medel i svenskodlade produkter.

Frågan om EBDC-medlen har nu tagits upp på nytt i flera länder, bl.a. av den svenska Kemikalieinspektionen. En av orsakerna är att man i Holland har funnit ETU i grundvatten i anslut-

ning till ett flertal blomsterlökodlingar som behandlats med stora mängder maneb/mankozebe. I något fall gäller detta även potatisodling (Bergqvist, muntligt). Frågan har bl.a. diskuterats i USA och England. Det engelska statliga organet MAFF, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, har efter hörande av en expertkommitté dock inte haft några invändningar mot fortsatt användning av EBDC-medel i potatisodlingar. Amerikanska EPA har frågan under övervägande och sedan man tidigare velat stoppa användningen av maneb/mankozebe vid mitten av 1990-talet har man nu nedvärderat riskerna med dem och tillåter fortsatt användning av EBDC-medel, inte bara för sprutning i potatisfält utan även på ätliga växtdelar. Man kan förvänta sig att även EG-länderna t.v. fortsätter att använda maneb, mankozeb och liknande medel inom potatisodlingen. Inom den svenska Kemikalieinspektionen anser man dock att dessa medel är belastade med så många nackdelar, cancerrisker för sprutpersonal, okända nedbrytningsprodukter, risk för påverkan på mark och vatten, att användningen av medlen så snart som möjligt bör minska och helst upphöra. Man önskar därför en avvecklingsplan för medlen. EBDC-haltiga preparat har nu fått fortsatt godkännande av Kemikalieinspektionen fram till slutet av 1994 för användning i potatis- och lökodlingar. I potatis får EBDC-medel t.v. användas fram till 1 augusti i matpotatis och 15 augusti i fabrikspotatis dock med bibehållande av 30-dagarskarensen. EBDC-medlen har också flyttats från faroklass 2L till klass 1L.

## Alternativ till maneb och mankozeb

Under senare decennier har flera EBDC-fria bladmögeltäckningsmedel funnits på den svenska marknaden. Bland dem kan nämnas organiska tennföreningar samt kaptafol och klortalonil. De fick dock aldrig någon större användning och har av olika skäl blivit avregistrerade. Särskilt tennpreparaten, fentinhydroxid och fentinacetat, hade även i låga doser utmärkt effekt både mot bladmögeltäckning och brunröta. De föll inom det svenska lantbruket bort vid 70-talets början, mycket beroende på sitt innehåll av tungmetall och att de var mer toxiska än EBDC-preparaten. I andra europeiska länder används de dock fortfarande.

Vid 80-talets början kom den systemiska substansen metalaxyl in i bilden. Trots en del bakslag beroende på utveckling av metalaxylresistens i delar av bladmögelpopulationen, (Olofsson, 1989) är fortfarande metalaxyl i blandning med mankozeb, preparatet Ridomil MZ, intressant som bekämpningsmedel inom svensk potatisodling.

Under 1991 har några alternativ till maneb/mankozebe-gruppen provats mot potatisbladmögeltäckning av SLUs försöksavdelning för svamp- och

bakterisjukdomar, Uppsala. I försöken som ekonomiskt stötts av Kemikalieinspektionen och Fabrikspotatiskommittén har också testats reducerade mankozebdoser samt olika kombinationer av fungicider. Följande preparat har ingått i försöken:

DeZäta Granulat	mankozebe 750 g/kg
Penncozeb Granulat	mankozebe 750 g/kg
Euparen M 50 WG 173	totylfluamid 500 g/kg
Funguran-OH 300 SC	kopparhydroxid 300 g/l
Tattoo	propamocarbydroklorid 248 g/l + mankozeb 302 g/l
Ridomil Plus	metalaxyl 50 g/kg + kopparoxiklorid 400 g/kg
Curzate K	cymoxanil + kopparoxiklorid
Recop	kopparoxiklorid 840 g/kg

Av ovanstående medel är alla utom Ridomil Plus och Curzate K godkända av Kemikalieinspektionen som bekämpningsmedel mot potatisbladmögeltäckning.

Medlen provades i matpotatis samt i fabrikspotatis i samarbete med Fabrikspotatiskommittén.

Följande försöksserier genomfördes:

R11-7010	4 försök i Bintje (M-, N-, B- och C-län)
R11-7011	4 försök i Bintje (M-, L-, B- och C-län)
FK/R11-7337	4 försök i Producent (L-, L-, K- och H-län)
R11/FK-7338	4 försök i Darwina (L-, L-, K- och H-län)

## Resultat

### Försök i matpotatis

I tabellerna nedan redovisas resultatsammanställningar av de nämnda försöksserierna.

Antalet sprutningar var i de sydsvenska matpotatisförsöken 7 (se tab. 1), på led med enbart Tattoo 5, och i de mellansvenska försöken 5 resp 4. Reducerad mankozeb-dos gav i denna försöks-

serie tendens till sämre resultat än normaldosen. Utbyte av två mankozeb-sprutningar i schemat mot Ridomil MZ, Ridomil Plus eller Tattoo förbättrade effekten både mot bladmögeltäckning och mot brunröta på knölna men gav genomsnittligt samma skördeutbyte som enbart mankozeb.

I serien som helhet föreligger ingen säker skillnad mellan preparat och doser. På två av försöksplatserna där infektionstrycket var speciellt starkt var skillnaden mellan hel och halv mankozebdos säker med avseende på skörd. Däremot fanns inte heller här någon skillnad mellan den högre mankozebdosen och försöksled innehållande Ridomil och Tattoo.

Ingen statistisk säker skillnad föreligger i serien R11-7011 som helhet mellan försöksled beroende på starkt avvikande resultat från en försöksplats, Skepparslöv, där bladmögeltäckningen uteblev (tab. 2). På de tre övriga försöksplatserna var skillnaden med avseende på bladmögeltäckning och skörd säker mellan behandlat och obehandlat och på två försöksplatser mellan DeZäta Granulat och övriga preparat.

Tabell 1. R11-7010 Bladmögeltäckning, preparat. Medeltal av 4 försök 1991. - R11-7010 Late blight control in table potatoes cvBintje. Average of 4 trials in 1991.

Försöksled	Dos i kg el l/ha	Knölskörd Tuber yield dt/ha	Knölskörd rel.t	Blad- mögeltäckning %	Brun- röta Blighted leaf area tubers %
Osprutat Untreated		286	100	89	6,3
Penncozeb Granulat	3	379	132 *	4 **	2,5
Penncozeb Granulat	1,5	359	125 **	9 **	4,1
Penncozeb Granulat + Ridomil MZ <sup>1)</sup>	3 3	377	132 *	1 **	1,5 *
Penncozeb Granulat + Ridomil Plus <sup>1)</sup>	3 4	372	130 *	1 **	0,7 *
Penncozeb Granulat + Tattoo <sup>1)</sup>	3 4	381	133 **	2 **	1,8
Tattoo <sup>2)</sup>	4	371	129 *	7 **	1,2 *

<sup>1)</sup> Ersatte Penncozeb Granulat vid 2:a och 3:e sprutningen. - Replaced Penncozeb Granulat at 2nd and 3rd application.

<sup>2)</sup> Längre intervall än i övriga försöksled, 1-2 färre behandlingar. - Longer intervals than in the other treatments, 1-2 less treatments.



Tabell 2. R11-7011 Bladmögelbekämpning, preparat. Medeltal av 4 försök 1991. - *R11-7011 Late blight control in table potatoes cv Bintje. Average of 4 trials in 1991.*

Försöksled	Dos i kg el l/ha	Knölskörd Tuber yield dt/ha	Blad- mögel Blighted leaf area rel.t %	Brun- röta Blighted tubers %	
Treatment	Dose rate kg or lit per hectare	Tuber yield dt/ha	Blighted leaf area rel.t %	Blighted tubers %	
Obehandlat Untreated		228	100	75	4,5
DeZäta Granulat	3	307	135	5	1,8
Curzate K	2,5	274	120	23	1,1
Funguran-OH 300	3,5	274	120	22	2,5
Euparen M	1,5-2,0	289	127	26	3,1
Euparen M <sup>1)</sup>	1,5				
+ Funguran-OH 300	3,5	279	122	20	1,1
Euparen M <sup>1)</sup>	1,5				
+ Curzate K	2,5	291	128	23	2,1
Euparen M <sup>1)</sup>	1,5				
+ Recop	4,0	280	123	19	1,1

<sup>1)</sup> Euparen M vid de två första sprutningarna sedan Funguran-OH, Curzate K eller Recop. - *Euparen M at the two first sprayings, after that Funguran-OH, Curzate K or Recop.*

Kopparhaltiga medel och sprutscheman innefattande sådan gav sämre resultat än normaldos av mankozeb. Detsamma gäller även Euparen som började svikta mot slutet av försöksperioden. Antalet sprutningar var i de sydsvenska försöken 6-7, i de mellansvenska 5.

### Försök i fabrikspotatis

I försöksserien FK/R11-7337 var skillnaden mellan behandlat och obehandlat inte statistiskt säker beroende på att ett av de fyra försöken starkt avvek från de övriga (tab. 3). Normaldosen av mankozeb gav bättre resultat än den halverade dosen men skillnaden är inte säker. Mankozeb gav genomgående bättre resultat än övriga preparat med avseende på skydd mot bladmögel samt beträffande knöl- och stärkelseskörd.

Även i serie R11/FK-7338 fanns ett försök vid Skepparslöv där bladmögelangreppet på grund av svår näringsbrist och torka uteblev (tab. 4). I övriga försök gav kombinationerna mankozeb/Ridomil MZ och mankozeb/Tattoo bästa resultatet, klart bättre än mankozeb enbart. Ingen skillnad erhöles mellan normal och reducerad mankozebdos. Euparen M låg på samma skördenivå som mankozebleden. Tre behandlingar med Tattoo var för lite under rådande förhållanden.

Tabell 3. FK/R11-7337 Bladmögelbekämpning - preparatval. Medeltal av 4 försök 1991. - *FK/R11-7337 Late blight control in industrial potatoes cv Darwina. Average of 4 trials in 1991.*

Försöksled	Dos i kg el l/ha	Knölskörd Tuber yield dt/ha	Stärkelseskörd Starch yield kg/ha	Stärkelse Starch %	Bladmögel Blighted leaf area 0-100	Brunröta Blighted tubers %		
Treatment	Dose rate kg or lit per hectare	Tuber yield dt/ha	Starch yield kg/ha	Starch %	Blighted leaf area 0-100	Blighted tubers %		
Osprutat Untreated		307	100	5960	100	19,5	54	0,2
DeZäta Granulat	3,0	382	125	7810	131	20,6	7	0,6
DeZäta Granulat	1,5	379	123	7670	129	20,4	8	0,3
Curzate K	2,5	360	117	7190	121	20,1	22	0,1
Funguran-OH 300 + Bond 0,1%	2,5							
		357	116	7120	119	20,2	27	0,0
Euparen M	1,5-2,0	365	119	7310	123	20,3	15	0,0
Euparen M <sup>1)</sup>	1,5							
+ Funguran-OH 300	2,5	354	115	7020	118	20,1	26	< 0,1

<sup>1)</sup> Euparen M vid de två första sprutningarna sedan Funguran-OH. - *Euparen M at the two first sprayings after that Funguran-OH.*

Tabell 4. R11/FK-7338 Bladmögelbekämpning - preparatval. Medeltal av 4 försök 1991. - *R11/FK-7338 Late blight control in industrial potatoes cv Producent. Average of 4 trials in 1991.*

Försöksled	Dos i kg el l/ha	Knölskörd Tyber yield dt/ha	Stärkelseskörd Starch yield kg/ha	Stärkelse Starch %	Bladmögel Blighted leaf area 0-100	Brunröta Blighted tubers %		
Treatment	Dose rate kg or lit per hectare	Tyber yield dt/ha	Starch yield kg/ha	Starch %	Blighted leaf area 0-100	Blighted tubers %		
Osprutat Untreated		332	100	6100	100	18,5	58	2,0
Penncozeb Granulat	4	384	116	7340	120	19,4	2	< 0,1
Penncozeb Granulat	2	388	117 *	7330	120 *	19,1	5	0,8
Penncozeb Granulat + Ridomil MZ <sup>1)</sup>	4 3	403	121	7780	128	19,6	< 1	0,5
Penncozeb Granulat + Ridomil Plus <sup>1)</sup>	4 4	385	116	7330	120	19,3	2	0,2
Penncozeb Granulat + Tattoo <sup>1)</sup>	4 4	411	124	7970	131	19,6	< 1	0,1
Tattoo <sup>2)</sup>	4	376	113	7250	119 *	19,4	6	1,0
Euparen M	1,5-2,0	395	119	7520	123	19,3	2	0,8

I flertalet försöksled gjordes 5 sprutningar. - *Mostly 5 applications.*

<sup>1)</sup> Ersatte Penncozeb Granulat vid 2:a och 3:e sprutningen. - *Replaced Penncozeb Granulat at the 2nd and 3rd applications.*

<sup>2)</sup> Endast 3 behandlingar - *Only 3 applications.*

## Diskussion

Potatisplantorna i 1991 års fältförsök utsattes i regel för mycket starkt infektionstryck. Under sådana förhållanden har flera av de "alternativa" medlen haft svårt att mäta sig med normaldos av mankozeb. Däremot är det för tidigt att avgöra deras användbarhet under mer normalt infektionstryck och i mer motståndskraftiga potatisorter. Sannolikt är skillnaden i effekt mellan dem och mankozeb av mindre betydelse vid svaga eller måttliga bladmögelangrepp. Det vore dock mycket riskfyllt för svensk potatisproduktion att i nuläget slopa maneb och mankozeb innan de EBDC-fria preparatens användbarhet och eventuella begränsningar blivit närmare belysta. Svenska undersökningar avseende eventuell förekomst av EBDC-medlens och andra fungicidens nedbrytningsprodukter i odlingsmiljön måste omedelbart startas.

Kemikalieinspektionens beslut om en uppklassning av EBDC-medlen från faroklass 2L till 1L innebär stegrade krav på användarna med avseende på behörighetsutbildning. Vilka åtgärder som i övrigt på sikt kommer att vidtagas då det gäller användning av EBDC-medel i Sverige beror på Kemikalieinspektionens risk/nytta-värdering av medlen och på vilka resultat som svensk forsknings- och försöksverksamhet kan presentera avseende alternativ till dessa medel. Om ersättningsmedlen är konkurrenskraftiga och i övrigt acceptabla bör ditiokarbamaterna så småningom avvecklas, men svenska potatisodlare bör ha samma möjligheter att bekämpa potatisbladmöglet som odlarna i andra europeiska länder.

## Referenser

- Bergqvist, Peter. Kemikalieinspektionen, Solna. Personligt meddelande.
- Engst, R. & Schnaak, W. 1974. Residues of dithiocarbamate fungicides and their metabolites on plant foods. *Residue Reviews* 52, 45-67
- MAFF News Release 45/90:1-4.
- Olofsson, B. 1967. Förebyggande besprutning mot potatisbladmögel. Fältförsök med markspruta 1954-1959. *Meddn St. VäxtskAnst* 13:111, 385-403.
- Olofsson, B. 1989. Metalaxylkänsligheten hos svenska stammar av potatisbladmögel (*Phytophthora infestans*). *Växtskyddsnotiser* 53, 139-143.

- Olofsson, B. & Svensson, E. 1974. Manganeffekten av mancozeb i jämförelse med mangansulfat. *Meddn St. VäxtskAnst* 15:157, 499-515.
- Torstensson, L. 1988. Fungiciders inverkan på markens mikroorganismer. Sveriges lantbruksuniversitet. *Växtskyddsrapporter Jordbruk* 49, 165-172.
- Yeh, S.M. 1985. Water photolyses study of mancozeb. *Rohm and Haas Company. Technical report* 310, 86-62.

OLOFSSON, B. 1991. Alternatives to maneb and mancozeb for control of potato late blight, *Phytophthora infestans*. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 105-110.

All over the world chemical control of late blight, *Phytophthora infestans*, is made with maneb and mancozeb, EBDC compounds. Due to the inclination of EBDC compounds to produce ETU, ethylene thiourea during decomposition, their suitability for blight control can be questioned. In 1991 the Division of Fungal and Bacterial Diseases of Swedish University of Agricultural Sciences tested the efficacy of some possible alternatives to maneb and mancozeb, aiming to reduce the use of the latter compounds in Swedish potato production. Four series of field trials were performed, two in table potatoes and two in industrial potatoes.

The results can be summarized as follows:

- \* Tolyfluanide (Euparen M) showed promising results but the protecting ability was inferior to that of mancozeb towards the end of the season when the infection pressure was very high.
- \* The efficacy of copper based compounds was inferior to that of mancozeb and the yield was lower.
- \* Tattoo, based on propamocarbhydrochloride and a low amount of mancozeb, showed interesting results despite used with longer intervals and fewer treatments than other compounds.
- \* An application scheme based on mancozeb but including two treatments with metalaxyl (Ridomil) or Tattoo often performed better than mancozeb alone.
- \* Reduced mancozeb rates, 1.5 - 2 kg/ha performed relatively well even though the infection pressure of late blight was high in the trials.
- \* According to the results of the trials carried out in 1991 it is impossible to replace maneb and mancozeb for late blight control in potatoes without running a risk of decreasing potato yield and/or potato quality. But EBDC compounds can probably be replaced by other fungicides in fields with low or moderate infection pressure.

*Additional key words:* Potatoes, late blight control, EBDC compounds

## Skador på nyplanterade *Salix*-sticklingar

Johan Forsberg, SLU, Inst. för växt- och skogsskydd, Box 7044, 750 07 Uppsala

FORSBERG, J. 1991. Skador på nyplanterade *Salix*-sticklingar. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 111-113.

I nyplanterade energiskogsodlingar av korgpil har sticklingar skadats, så att de ej producerat några skott. Rötter, skottanlag och unga skott blev lokalt starkt angripna under markytan. I anslutning till skadorna har man funnit harkrankslarver, dubbelfotingar av släktet *Blaniulus* och dvärgfotingar (ordning Symphyla). Dessa markdjur är potentiella växtskadegörare och har troligen orsakat majoriteten av skadorna. Angreppen har rapporterats från Mellansverige under 1991. Det förhållandevis kalla och fuktiga vädret under försommaren anses starkt ha gynnat markdjuren. Ökade skador kan även ha orsakats av att sticklingarna på många håll planterats djupare än tidigare, så att de unga skotten fått ta sig upp genom jorden, istället för att utvecklas från ovanjordiska knoppar. Hålligheter kring sticklingen som bildats i samband med planteringen kan underlätta för vissa markdjur att angripa skotten. Modifierad planteringsteknik kan bidra till att minska skadorna.

### Bakgrund

Under försommaren 1991 rapporterades från flera håll i Mellansverige att nyplanterade sticklingar av *Salix viminalis* och *Salix dasyclados* i energiskogsodlingar inte skjutit några skott.

När de grävdes upp visade det sig att många av dessa sticklingar hade skador på skottanlagen under markytan. I en del fall fanns även skador ovanför markytan. Knopparna verkade först ha börjat utvecklas, och sedan ha ätit ur av något djur. Också rötterna var i en del fall angripna. I vissa fall hade ingen av knopparna börjat utvecklas på sticklingen, vilket kan vara en följd av låg marktemperatur. Outvecklade knoppar var oanripna.

Lokalt verkar skadorna ha haft stor omfattning. Tidigare år har inte nämnvärda skador av detta slag rapporterats. De nu skadade sticklingarna tycks i allmänhet ha varit djupt planterade, dvs så djupt att de inte alls stuckit upp över markytan. I många fall har marken välts efter planteringen.

Flera olika arter av ryggradslösa djur kan tänkas uppträda som skadegörare i och under markytan. I anslutning till skadade sticklingar har vi under juni 1991 hittat harkrankslarver (fam. Tipulidae), dubbelfotingar av släktet *Blaniulus* samt dvärgfotingar (ordning Symphyla). Misstänkta är också sniglar, framför allt åkersnigeln, som är allätare och vid fuktig väderlek gör omfattande skador på allehanda grödor. Av dessa olika djur har harkrankslarverna varit talrikast i inskickade och insamlade prover och dessutom kan de bli minst tio gånger större än de här aktuella dubbel- och dvärgfotingarna, med åtföljande större förmåga att konsumera växtvävnad. Sniglar kan också bli stora och kan faktiskt gå ner i marken och angripa t.ex. potatis. Inga sniglar har dock funnits i de prover som vi gått igenom.

Utan en omfattande undersökning för att fastställa vilket djur som orsakat de flesta skadorna på *Salix*-sticklingarna, kan vi för tillfället bara ta

fram uppgifter om vilka djur som är mest misstänkta för skadegörelsen och föreslå ganska generella åtgärder för att minska risken för skador av detta slag.

### Beskrivning av påträffade skadegörare

#### Harkrankar

Harkrankar, familjen Tipulidae, är mycket stora myggor med långa ben. Även mindre arter förekommer dock. De vuxna djuren flyger från högsommaren och framåt. Kålharkranken, *Tipula padulosa*, har varit den vanligaste arten i de insamlade proverna. Dess larver lever i jorden, helst i gräsmark, ibland i stora mängder. De blir upp till 35 mm långa, 8 mm breda, matta, svagt längsbandade i gråviolett och gråbrunt. De smalar av framtill, medan de baktill har en krans av trubbiga utskott som ger larverna ett tvärt avhugget utseende. De är kända skadegörare på olika kulturväxter.

#### Dubbelfotingar

Den vanligaste dubbelfotingen var den fläckiga dubbelfotingen, *Blaniulus guttulatus*. Den är ca 15 mm lång och 0,6 mm bred, blank, blekgul med två rader röda fläckar utmed sidorna. Vid fuktig väderlek angriper de t.ex. fallfrukt, jordgubbar, groende frön och groddplantor. De är nattaktiva ovan jord.

#### Dvärgfotingar

Dvärgfotingar, ordning Symphyla, består av flera arter, 6-8 mm långa, 1 mm breda, gråaktiga, livliga djur. De har 12 segment med ett benpar på vardera och två ganska långa antenner. De skadar ibland olika kulturväxter.

## Faktorer som gynnat skadegörarna 1991

1) Planteringsmekaniken med djupt satta sticklingar har tillämpats mycket under året, eftersom torkproblem var vanliga under 1990, då våren var extremt torr. I en del fall har djup plantering berott på svårigheter att ställa in planteringsmaskinen på önskat djup. Sitter sticklingen helt underjordiskt måste de i början ömtåliga skotten först ta sig upp genom de översta centimetrarna av jorden. I detta skikt finns ett rikt djurliv. Många av arterna här är allätare och därför potentiella växtskadegörare. Skott som skjuter från den översta delen av en stickling som sticker upp ovan jord, utsätts i allmänhet för mindre risker, dels p.g.a. färre skadegörare ovan jord, dels p.g.a. att skotten, när de blir gröna, också blir kraftigare, hårigare och innehåller mer bitterämnen, vilket sammantaget gör dem mindre attraktiva för många skadegörare. Men även unga, ovanjordiska skott kan i ogynnsamma fall skadas av t.ex. sniglar och skalbaggar. I allmänhet skjuter en stickling fler skott om den sticker upp en bit ur marken, än om den är helt nergrävd. Detta ökar sannolikheten för att åtminstone ett skott per stickling skall klara sig utan skador vid grundplantering.

2) Försommaren 1991 var kall och extremt regnig, med lokalt upp till dubbla normala nederbörden. De flesta markdjur gynnas av hög markfuktighet. Är vädret torrt, måste de flytta sin aktivitet längre ner i marken, eller gå in i vilstadiet. Är det å andra sidan regnigt kan de vara aktiva nära eller på markytan, ibland även en bit upp i vegetationen. Vid regnig väderlek kan fuktälskande djur också reproducera sig effektivare och därför förekomma i mycket större mängd än normalt. Sniglar, som p.g.a. uttorkningsrisken oftast bara är framme på natten, kan vid regnperioder vara aktiva även på dagen.

3) Det är möjligt att man med den snabbt expanderande energiskogsodlingen nu mer än tidigare börjat ta i anspråk jordar, som genom sin struktur eller tidigare användning är särskilt rika på vissa markdjur. En del jordarter, framför allt mullrik mo och mjåla, är erfarenhetsmässigt gynnsamma för dubbelfotingar och dvärgfotingar. Enligt uppgift är skador på jordbruksgrödor förorsakade av dessa djur vanligare inom vissa områden i Mälardalen (Nilsson 1977). Att jordarten skulle vara en av grundorsakerna till de nu aktuella problemen är dock inte bekräftat.

## Motåtgärder

För närvarande rekommenderar vi främst att plantera sticklingarna så att de sticker upp minst 2 cm över markytan. Detta måste dock vägas mot en ökad risk för uttorkning under nederbördsfattiga år. Det är dock troligt att man kan bemästra torkskadorna genom att använda planteringsmaskiner, som effektivt pressar ihop jorden kring de planterade sticklingarna, eller skjuter ner dem utan att skära en skära i marken.

Tusenfotingar och dvärgfotingar utnyttjar befintliga hålrum, t.ex. sprickor och dagmaskgångar för att ta sig fram i marken. Troligen försvaras deras verksamhet ju mer jorden trycks ihop kring sticklingen efter plantering.

Kålharkrankarna trivs bäst i gräsmark, varför energiskogsplantering i nybrutna vallar eller i tidigare obearbetad träda, inte kan rekommenderas. Noggrann jordbearbetning mot ogräset, redan sommaren före planteringsåret, gör att harkrankshonorna blir mindre benägna att lägga ägg i den tilltänkta *Salix*-odlingen. Det är som regel helt nödvändigt att bekämpa ogräset även i direkt anslutning till planteringsstillfället, för att *Salix*-plantorna skall klara ogräskonkurrensen. Men finns det redan många harkrankslarver i jorden, ökar ogräsbekämpningen risken för skador, eftersom larverna då inte får någon annan färsk föda än *Salix* att välja på.

Det skall slutligen nämnas att man i odlingar med djupt planterade sticklingar, där sticklingarna inte syns, kan överskatta skadornas omfattning. Vid våra provtagningar visade det sig att luckor i raderna ibland inte berodde på skador, utan på att någon stickling aldrig blivit planterad på platsen.

## Litteratur

- Tullgren, A. 1929. *Kulturväxterna och djurvärlden*. Alb. Bonniers Förlag, Stockholm.
- Ursing, B. 1971. *Ryggradslösa djur*. Nordstedts Förlag, Stockholm.
- Nilsson, C. 1977. Försök mot symfyler och tusenfotingar i korn. *Växtskyddsnotiser* 41, 142-144.

FORSBERG, J. 1991. Damages of planted *Salix* cuttings. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 111-113.

Newly planted cuttings of basket willow were damaged during the weeks after planting in spring and early summer. In several plantations in central Sweden young shoots and in some cases roots, were severely damaged or destroyed, mainly under the soil surface. Millipeds, symphyles and crane fly larvae (Tipulids) were found close to the damaged cuttings in several samples. All these groups are potential pests on roots and young shoots in the soil, and are suspected to have caused the majority of the damages found. Weather was unusually cold and wet this spring, which may have supported the soil fauna and amplified the damages. In 1991 the cuttings were on average planted deeper than previous years, in order to minimize the risk of desiccation. Therefore, instead of sprouting from buds above the ground, young shoots were forced to penetrate the soil, which exposed them to herbivorous soil animals. It is proposed that a modified plantation technique including better compression of the soil around the cuttings and more shallow planting should decrease the damages considerably.

Additional key words: Basket willow, *Salix viminalis*, Myriapoda, Symphyla, Diplopoda, Millipeds, Tipulidae, Tipula, crane fly larvae, soil fauna, root damage.

# Bekämpnings- och kritisk skadetröskel för ärtbladlus, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), i foderärter, *Pisum sativum*

Riccardo Bommarco, SLU, Inst. för växt- och skogsskydd, Box 7044, 750 07 Uppsala

BOMMARCO, R, 1992. Bekämpnings- och kritisk skadetröskel för ärtbladlus, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), i foderärter, *Pisum sativum*. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 114-119.

Försök på foderärter har utförts av försöksverksamheten i södra respektive östra och västra jordbruksförsöksdistrikten under åren 1982-1990. Resultat från dessa försök sammanställdes efter urval till en bekämpningströskelkurva och en skadetröskelkurva. Årpriser och bekämpningskostnader från flera år omräknades till nuvärde varefter de olika årens kritiska skadetrösklar jämfördes.

Skadetröskelkurvan visar på en skördeförlost på 0,18 dt/ha för varje bladlus per toppskott. För året 1991 blev bekämpningströskeln, i stadium 8-8,5, 3-4 bladlöss/toppskott. Den kritiska skadetröskeln blev då 13 bladlöss/toppskott vilket motsvarar en skördeförlost på 2,3 dt/ha. Den kritiska skadetröskeln har stigit från 0,9 dt/ha 1983 till 2,3 dt/ha 1991.

Ärtbladlusen, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) är en kosmopolitisk bladlus som lever på flera baljväxtarter (von Frölich, 1962) i olika delar av världen. Den är ofta en skadegörare på bland annat ärtor, *Pisum sativum* L., och lucern, *Medicago sativa* L.

## Skador på växten

Ärtplantans produktion påverkas på flera sätt av ärtbladlusen. Barlow et al (1977) visar i sin undersökning på en direkt effekt av konsumerat fotosyntat och en indirekt effekt av den förlust i produktion som annars hade erhållits av det konsumerade fotosyntatet. Ärtbladlöss vid olika tätheter åt på 3,5 cm höga ärtplantor i 11 dagar. Plantornas vikt minskade med 4,7 och 63,9% i de försöksled som hade 5 respektive 50 bladlöss/planta vid försökets start. Ett angrepp motsvarande omkring 0,46 bladlöss/cm<sup>2</sup> växtyta tog bort plantans primära nettproduktion helt. En annan undersökning visar att den relativa tillväxthastigheten minskar som ett resultat av kraftiga angrepp (Barlow & Messmer, 1982). Det har dessutom påvisats att bladlusangrepp reducerar vikt och antal av kvävefixerande rotknölar, innehållande den symbiotiska bakterien *Rhizobium leguminosarum* (Frank) (Sirur & Barlow, 1984).

Tidpunkten för angrepp i plantans utveckling är av stor betydelse för den efterföljande skördeförlusten eller kvalitetsförsämringen. I en undersökning visar Maiteki & Lamb (1985a) att om angreppet sker innan blomning, återhämtar sig

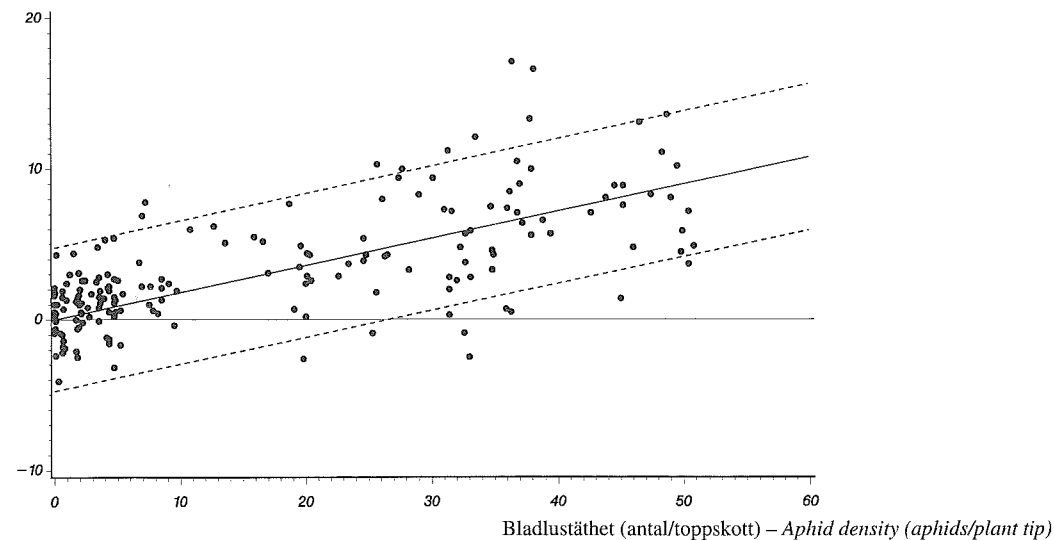
plantan så att skörden blir normal. Om skadan däremot sker under stadiet blomning och framåt minskar torrsviktproduktionen och antalet baljor, tusenkornsvikten, skörd, rotknölarnas vikt och antalet tomma baljor ökar. Det känsligaste stadiet är när de unga baljorna formas. Därför bör ärtorna i detta stadium och cirka 2-3 veckor framåt skyddas från angrepp av ärtbladlusen.

## Kritisk skadetröskel och bekämpningströskel

Som hjälpmedel för att avgöra behovet av bekämpning i en gröda, använder man sig av en kritisk skadetröskel och en bekämpningströskel. Med den kritiska skadetröskeln avses den täthet, av skadedjuret i en gröda, vid vilken effekten i skörd på grund av en bekämpning motsvarar kostnaden för bekämpningen (fig. 1). Behovet av en bekämpning kan alltså förändras beroende på det ekonomiska läget. Med bekämpningströskel menas den angreppsnivå, i ett tidigare stadium av skadedjurets populationsutveckling, då det är lönsamt att sätta in kontrollåtgärder. Gör man inte detta kommer angreppet att komma upp till eller passera den kritiska skadetröskeln senare under säsongen. Y-axeln anger alltså vilket populationsmaximum man förväntas få om man i ett tidigare stadium av plantans utveckling har en viss bladlustäthet (X-axeln) (fig. 2).

I Sverige är ärtbladlusen en skadegörare som i foderärter ofta når nivåer av ekonomisk betydelse, särskilt i södra Sverige. Flera fältförsök har

Merskörd (dt/ha)  
Additional yield (dt/ha)



Figur 1. Förhållande mellan förekomst av ärtbladlus och merskörd av en bekämpning, i södra och mellersta Sverige. – Relationship between aphid density and additional yield due to treatment, in southern and central Sweden.

utförts för att effektivisera bekämpningen, men någon sammanställning av resultaten i form av en bekämpningströskel har man inte gjort. Den nuvarande provisoriska bekämpningströskeln anger att kemisk bekämpning bör sättas in och blir ekonomiskt lönsam om man vid blomning till begynnande baljsättning (Stadium 7-8,1 enligt Björkman) räknar bladlössen till 5 stycken per toppskott (Behovsanpassadbekämpning ..., 1991). Detta är en grov skattning som inte tar hänsyn till varierande årpriser och kostnader för produktionsmedel och arbetskraft. För att få ett noggrannare värde på bekämpningströskeln för ärtbladlusen där de ekonomiska aspekterna inte förbises, har jag här sammanställt flera års försöksdata.

## Material och metoder

### Data och urval

Jag har tagit data från försöksverksamhetens försök på foderärter i södra respektive östra och västra jordbruksförsöksdistrikten. Data föreligger i form av årliga stencilerade sammanställningar av försöksresultat från SLU, Institutionen för växt- och skogsskydd, avdelningen för skadedjur i Alnarp och Ultuna. Från östra och västra försöksdistrikten (Ultuna) finns resultat från åren 1982, 1986-1988 och 1990 och från södra (Alnarp) finns försöksresultat från 1985-1990. Försöken är upplagda i block med fyra upprepningar och med parcellstorlekar på cirka 90 m<sup>2</sup> varav

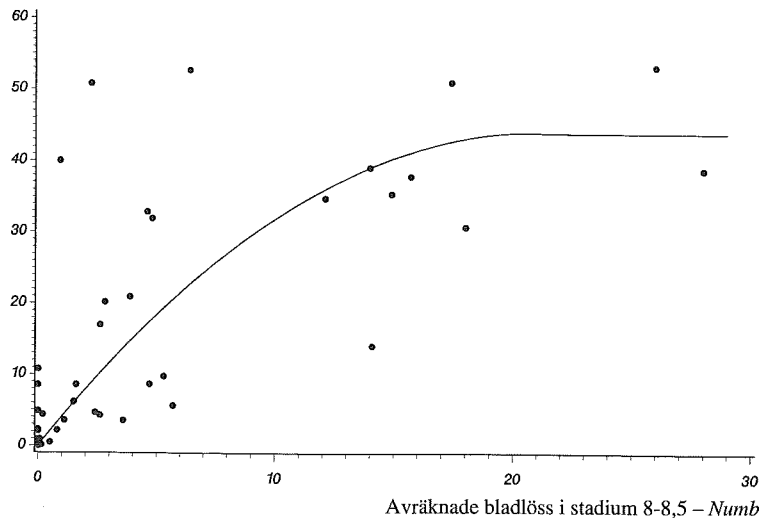
cirka 40 m<sup>2</sup> har skördats. Avräkning har skett på 10-25 toppskott en gång i veckan och 4-5 gånger per säsong. De foderärtsorter som användes i försöken var Timo (45 %), Vreta (13 %), Solara (9 %), Rigel och Capella (7 % vardera) och flera andra (19 %). Skörden anges i dt/ha och är korrigerad till 15 % vattenhalt.

Vid urvalet från resultaten har försök där angreppen av ärtvecklare, *Cydia nigricana* (F.), varit större än 10 % angripna baljor vid skörd uteslutits. Försöksled där betning ingått som en del i insektbekämpningen inte tagits med eftersom skördenivån och bladluspopulationen kan påverkas på ett oförutsägbart sätt. Även resultat från behandlingar som utförts efter tidpunkten för populationsmaximum i det obehandlade ledet har uteslutits.

### Metod för kritisk skadetröskel

Ur de kvarvarande försöken har jag sedan räknat ut skillnaden mellan bladlustoppen i det obehandlade ledet och populationsmaximum i det behandlade ledet. Denna skillnad anger bladlus-effekten och jag har angett den som bladlustätheten. I ett diagram satte jag bladlustätheten mot merskörd, det vill säga skillnaden i skörd mellan det behandlade och det obehandlade ledet, och passade en linje till punkterna med enkel linjär regression. För att få en, ur biologisk synvinkel, logisk kurva har jag valt att dra den genom origo. För att sedan se om regressionslinjerna skiljde sig

Max. bladlöss (antal/toppskott)  
 Max. number of aphids. (aphids/plant)



Figur 2. Förhållande mellan förekomst av ärtbladlöss i stadium 8-8,5 och maximala bladlöstätheten under säsongen. – Relationship between aphid density at early pod stage and highest aphid density during the season.

mellan landsdelarna, utförde jag en kovariansanalys. Resultatet av den analysen angav att linjerna var parallella (F-test,  $Probv=0,79$ ) och inte signifikant skilda (t-test,  $Probv=0,68$ ). Det gick därför att slå samman data från södra respektive mellersta Sverige till en gemensam skadetröskel (fig. 1).

För att bestämma aktuell och tidigare års kritiska skadetröskel har jag tagit priser och kostnader från den av Sveriges lantbruksuniversitet utgivna "Databoken för driftsplanering" (Databok för driftsplanering, 1983, 1986, 1989). I kostnaden för bekämpning ingår endast ett spruttillfälle med 0,25 kg Pirimor per hektar. De körsador som uppkommer vid sprutningen försummas. De uppgår till 0-6 % av skörden per körning (Behovsanpassad bekämpning ..., 1991). Jag använde producentprisindex för livsmedelsindustrin och jordbruksreglerade livsmedel och produktionsmedelsprisindex för att räkna om ärtpriser respektive bekämpningskostnader till nuvärde (Jordbruksekonomiska meddelanden, 1991). 1991 års uppgifter har jag fått från Mälardalens Lantmän i Uppsala (muntl.).

#### Metod för bekämpningströskel

För att beräkna bekämpningströskeln gjorde jag följande urval. Enligt försöksdata påträffas inte ärtbladlöss i fältet förrän ärtplantorna befinner sig i blomning till begynnande baljsättning, det vill säga i stadierna 7-8,5. Jag tog ut de avräkning-

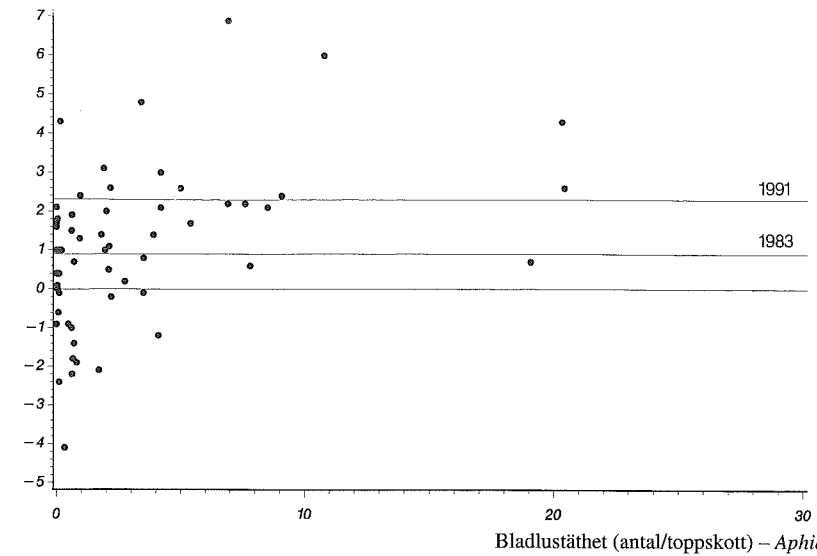
ar i obehandlade led som gjorts vid dessa stadier och plottade dem i ett diagram mot antalet bladlöss per toppskott vid populationens maximum (fig. 2). I flera försök fanns avräkningar både i stadium 7 och 8. När jag plottade avräkningarna som skett i stadierna 7-7,5 mot motsvarande populationsmaxima ser man ett svagt samband mellan avräkningen och populationstoppen senare under säsongen. Punkterna är oavsett toppens storlek (Y-axeln) ansamlade vid låga x-värden. Förutsägbarheten av hur populationen kommer att utvecklas är alltså dålig i stadierna 7-7,5 enligt dessa data. När däremot avräkningarna i stadierna 8-8,5 plottades mot populationsmaxima, erhöles vid kvadratisk regressionsanalys en successivt avtagande kurva (fig. 2). Avräkningarna från dessa stadier användes för att bestämma bekämpningströskeln eftersom förutsägbarheten här är bättre. Kurvan är dragen så att den går genom origo.

#### Resultat

##### Skadetröskel

Figur 1 visar skadetröskelkurvan med ekvationen  $S = 0,180 \cdot B$ , där S är den skörd man förlorar om man har ett maximalt bladlusangrepp på B bladlöss per toppskott. Alltså förutsäger denna regressionslinje en skördeförlost på i medel 0,18 dt/ha för varje extra bladlus per toppskott. Kurvan har signifikant lutning (F-test,  $Probv < 0,0001$ ,

Merskörd (dt/ha)  
 Additional yield (dt/ha)



Figur 3. Kritiska skadetrösklar för mellerst Sverige 1983 och 1991. – Economic injury levels in central Sweden 1983 and 1991.

$n = 185$ ) och ett  $r^2$ -värde på 0,68. Konfidensintervallet i figur 1 anger med 90 % säkerhet var ett beräknat värde hamnar.

#### Bekämpningströskel

Bekämpningströskelkurvan i figur 2 har ekvationen  $B = 4,18 \cdot B_{avr} - 0,099 \cdot (B_{avr})^2$ . Där B anger den bladlöstäthet man kan förväntas få vid populationsmaximum då man i ärtplantans Stadier 8-8,5 räknat antalet bladlöss per toppskott till  $B_{avr}$ . Kurvans andragsfaktör är signifikant skild ifrån 0 (F-test,  $Probv = 0,0027$ ,  $n = 42$ ) och kurvan har ett  $r^2$ -värde på 0,74.

Tabell 1. Kritiska skadetrösklar för olika år. – Economic injury levels in different years.

År – Year	1991	1989	1986	1983
Ärtpris (kr/dt) Pea price (kr/dt)	137,0	194,0	252,0	281,0
Bekämpningskostnad Treatment cost	320,0	290,0	296,0	249,0
Skadetröskel (dt) Economic injury level (dt)	2,3	1,5	1,2	0,9

Priser och kostnader är omräknade till nuvärde. – Prices and costs are transformed to current market values.

Som tabell 1 visar har ärtpriset sjunkit stadigt mellan åren 1983-1986 medan bekämpningskostnaderna har ökat. Detta innebär att den kritiska skadetröskeln har blivit högre. Man kunde alltså år 1991 godta en skördeförlost på 2,3 dt/ha innan en bekämpning mot ärtbladlusen kan anses ekonomiskt lönsam. Detta motsvarar enligt skadetröskelkurvan ett bladlusangrepp på 13 bladlöss/toppskott. År 1983 var motsvarande ekonomiskt godtagbara skördeförlost 0,9 dt/ha och 5 bladlöss/toppskott. Bekämpningströskeln blir då för åren 1991 och 1983 3-4 respektive 1-2 bladlöss/toppskott.

Ovanstående ger följande ekvationer:

$$B_{avr} = 21,12 - \sqrt{445,9 - \frac{B}{0,099}}$$

$$B = S/0,18$$

$$S = (\text{Sprutkostnad} + \text{Preparatkostnad})/\text{Ärtpris}$$

där  $B_{avr}$  = bekämpningströskel (bladlöss/toppskott i ärtans Stadier 8-8,5)  
 B = kritisk skadetröskel (bladlöss/toppskott vid populationsmaximum)  
 S = vikt av ärtor som motsvarar kostnaden för en bekämpning (dt)

Ärtpriset är angivet i kr/dt



## Diskussion

På grund av annorlunda beräkningssätt, försöksuppläggning och ekonomisk situation är det svårt att jämföra resultaten från denna studie med dem från andra liknande undersökningar (Maiteki & Lamb, 1985b). Yencho et al. (1986) fick dock i ett treårigt försök en ungefärlig skördeförlust på 0,23-0,33 dt/ha för varje extra bladlus per toppskott. Detta är något högre än mina 0,18 dt/ha per bladlus, vilket kan ha flera förklaringar, till exempel annorlunda klimatiska förhållanden i delstaten Washington där försöken utfördes.

Skadetröskelkurvan (fig. 1) anger ett medelförhållande, över flera år och platser, mellan skördeförlusten och olika angrepp av ärtbladlus. Man kan se en signifikant effekt av minskad skörd vid ökad bladlustäthet, men variationen i skörd är stor. Till 68 % förklaras den av ärtbladlusens inverkan, men övrig variation kan ha många orsaker. Om man bortser från alla eventuella försöksfel så kan skilda väderförhållanden mellan åren påverka både insekter och växter på olika sätt. Maiteki och Lamb (1985b) fick bättre förklaringsgrad av sin skadetröskelkurva när de införde nederbörds- och temperaturdata i regressionsanalysen. Andra faktorer som kan tänkas påverka är att en lägre skördenivå ger mindre bladluseffekt vid samma bladlustäthet. Soroka & Mackay (1990) visar att olika ärtsorter kan vara olika känsliga för angrepp och menar också att angreppets storlek kan variera beroende på plantans utseende. Låga och bladlösa plantor skulle då ge bladlössen mindre skydd mot dåliga väderförhållanden. Någon sådan undersökning finns inte gjord för svenska sorter. Det är också avgörande när i växtens utveckling som angreppet sker.

Även när det gäller bekämpningströskelkurvan är årsvariationen avgörande för noggrannheten. Temperatur- och nederbördsskillnader ger olika tillväxthastighet och fenologi hos bladlössen, vilket ger förändrad bekämpningströskelkurva. Eftersom känsligheten hos ärtplantan är störst vid blomning och baljsättning och tidpunkten för angreppet kan variera, bör man vara ute redan vid början av blomningen och kontrollera bladlusförkomsten.

Det finns flera faktorer som bör beaktas när man använder dessa metoder för att förutsäga populationsstorlek och bekämpningsbehov. Det kan vara variation i odlingsförhållanden och bekämpningseffektivitet. En utförligare diskussion om detta ges av Nilsson (1981).

I figur 3 är de kritiska skadetrösklarna, i mellersta Sverige för åren 1983 respektive 1991, inritade. Man ser att skördeförlusten sällan överstiger den nuvarande kritiska skadetröskeln. Eftersom skadetröskeln på grund av prisförändringarna stigit kan man idag säga att ärtbladlusen i mellersta Sverige har blivit en tillfällig skadegörare.

För att göra prognosmetoderna noggrannare krävs det inte fler försök av det slag som beskrivits här. Istället bör vi komplettera de data vi har med laboratorieförsök eller burförsök, för att på ett noggrannare sätt se vilka skador ärtbladlusen gör. Vi bör använda oss av biologiska data om hur insekter och växter reagerar på olika väderförhållanden, och studera och kvantifiera hur de olika delarna av odlingsystemet påverkar varandra.

## Referenser

- Barlow, C.A., Randolph, P.A. & Randolph, J.C. 1977. Effects of pea aphids, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), on growth and productivity of pea plants, *Pisum sativum*. *Can. Entomol.* 109, 1491-1502.
- Barlow, C.A. & Messmer, I. 1982. Pea aphid (Homoptera: Aphididae) - induced changes in some growth rates of pea plants. *J. Econ. Entomol.* 75, 765-768.
- Behovsanpassad bekämpning av skadegörare i jordbruket. 1991. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. *F blad om Växtskydd IJM*, 34-35.
- Databok för driftsplanering. 1983. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. *Speciella skrifter 14*.
- Databok för driftsplanering. 1986. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. *Speciella skrifter 24*.
- Databok för driftsplanering. 1989. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. *Speciella skrifter 37*.
- von Fröhlich, G. 1962. Das Verhalten der Grünen Erbenlaus *Acyrtosiphon pisum* (Harris) gegenüber verschiedenen Wirtspflanzen und Temperaturveränderungen. *Z. angew. Ent.* 51, 55-68.
- Jordbruksekonomiska meddelanden 9. 1991. Statens jordbruksverk. Jönköping.
- Maiteki, G.A. & Lamb, R.J. 1985a. Growth stages of field peas sensitive to damage by the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 78, 1442-1448.
- Maiteki, G.A. & Lamb, R.J. 1985b. Spray timing and economic threshold for the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), on field peas in Manitoba. *J. Econ. Entomol.* 78, 1449-1454.
- Mälardalens lantmän. Personligt meddelande.
- Nilsson, C. 1981. Bekämpningströsklar, *Växtskyddsnotiser*, 45:4, 122-135.
- Sirur, G.M. & Barlow, C.A. 1984. Effects of pea aphids (Homoptera: Aphididae) on the nitrogen fixing activity of bacteria in the root nodules. *J. Econ. Entomol.* 77, 606-611.
- Soroka, J.J. & Mackay, P.A. 1990. Growth of pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), populations on caged plants of six cultivars of field peas and the effects of pea aphids on harvest components of caged field peas. *Can. Entomol.* 122, 1193-1199.
- Yencho, G.C., Getzin, L.W. & Long, G.E. 1986. Economic injury level, action threshold, and a yield-loss model for the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), on green peas, *Pisum sativum*. *J. Econ. Entomol.* 79, 1681-1687.

BOMMARCO, R. 1992. Action level threshold and economic injury level for the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), on field peas, *Pisum sativum*. *Växtskyddsnotiser* 55:4, 114-119.

Field trials in field peas in southern and central Sweden were carried out during the years 1982 to 1990. An action level threshold and an economic injury level was derived from the selected and evaluated data of these trials. Pea prices and control costs from several years were transformed to current value and economic injury levels for different years were compared.

The economic injury level curve shows a yield loss of 18 kg/ha for every pea aphid per tip of stem. For the year 1991 the action level threshold, at early pod stage, was 3-4 aphids/tip of stem. The economic injury level was then 13 aphids/tip of stem which corresponds to a yield loss of 230 kg/ha. The economic injury level has increased from 90 kg/ha in 1983 to 230 kg/ha in 1991.

Sveriges Lantbruksuniversitet  
SLU Info/Försäljning  
Box 7075  
750 07 Uppsala

## VÄXTSKYDDSNOTISER

Utgivna av Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU Info/Växter

Ansvarig utgivare: *Snorre Rufelt*

Redaktör: *Aagot Heidrich*

Redaktionens adress: Sv. Lantbruksuniversitet, SLU Info/Växter,  
Box 7044, 750 07 UPPSALA. Tel. 018-67 10 00

Prenumerationsavgift för 1991: 175 kronor  
Postgiro 78 81 40-0 Sv. Lantbruksuniversitet, Uppsala

ISSN 0042-2169