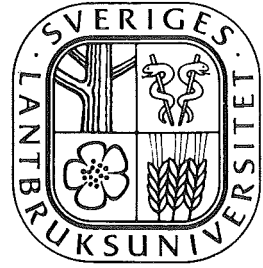
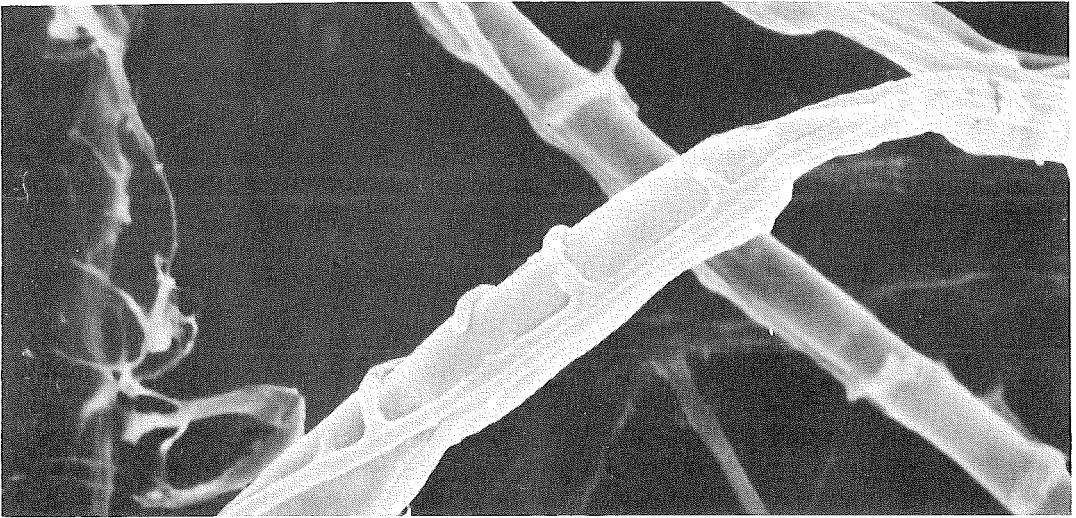


Växt- skydds- notiser



Nr 2, 1981 — Årg. 45



Mycoparasitisme af *Gliocladium roseum* på *Phoma exigua* var. *foveata*. Tynde hyfer af *G. roseum* voxer på tykke hyfer av *P. exigua* var. *foveata*. Korte sidehyfer af *G. roseum* voxer omkring *Phoma*-hyfen, men ikke ind i den. Dyrket på filterpapir. Scanning elektron mikroskopi. Forstørrelse: der er $10\mu\text{m}$ mellem mærkerne $\leftarrow 10\mu\text{m} \rightarrow$ Foto: Bent Löschenkohl, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby, Danmark.

Temanummer: Biologisk bekæmpning av sjukdomar och ogräs

INNEHÅLLSFÖRTECKNING:

<i>Eeva Tapio:</i> Biologisk bekämpning — en viktig del i det integrerade växtskyddet	38
<i>Vilhelm Umaerus:</i> Inducerad resistens — ny väg till biologisk bekämpning	42
<i>Viggo Smedegaard-Petersen:</i> Betydningen af fyllospærens svampeflora for bygplanters resistensprocesser	44
<i>Snorre Rufelt:</i> Rhizosfæren, lekplats och slagfält för mikroorganismer	51
<i>Leif Sundheim:</i> Hyperparasitisme hos soppar	57
<i>Kåre Årsvoll:</i> Intra-specifikk antagonisme hos sopporganismar	62
<i>Arne Tronsmo:</i> Biologisk kontroll av <i>Botrytis cinerea</i> på jordbær och eple	66
<i>Pia Barklund:</i> Mykorrhiza ger skydd mot rotpatogener	73
<i>Vibeke Leth:</i> Biologisk bekæmpelse af ukrudt med særligt henblik på bekæmpelse af agertistel, <i>Cirsium arvense</i> .	80

Biologisk bekämpning — en viktig del i det integrerade växtskyddet

Eeva Tapio, Institutionen för Växtpatologi, Helsingfors Universitet

Lantbrukets huvuduppgift är att producera så mycket livsmedel av så hög kvalitet som möjligt. Man skall dock inte göra det för kortsiktigt med att betona de tekniska och ekonomiska metoderna på bekostnad av de biologisk-ekologiska aspekterna. Naturen strävar alltid mot ett jämviktstillstånd. Det av människan skapade agroekosystemet måste anses vara obalanserat, då där förekommer stora enheter med växtbestånd av genetiskt sett ensidig sammansättning. Preston (1969) uttrycker människans uppgift »att inte upprätthålla biologisk balans i agroekosystemet utan upprätthålla ett dynamiskt tillstånd av obalans, som maximerar hennes växtproduktion».

Vi vet att skadegörarna dvs. växtsjukdomarna, skadedjur och ogräs har reducerat skörden av växter så länge odling bedrivits. Numera anses (Cramer 1957) att en tredjedel av världsskörden går till spillo på grund av skadegörare. Enligt EPPO's kalkyler (Granhall 1970) går man i Väst- och Nordeuropa trots växtskyddsåtgärder alltså miste om 25% av skörden av kulturväxter, 13% på grund av skador orsakade av växtsjukdomar, och 5 och 7% orsakade av skadedjur resp. ogräs.

Bekämpningsmetoderna, speciellt användningen av mångsidiga och effektiva bekämpningsmedel eller pesticider, har utvecklats kolossalt under de senaste decennierna. Detta har skett samtidigt som hela lantbruket utvecklats från arbetskrävande mångsidig produktion till ofta ensidig men dock intensiv, energi- och kapitalkrävande produktion. De goda resultaten med höjd skördenivå har dock inte alltid

motsvarat förväntningarna i relation till den ekonomiska insatsen. Agroekosystemet liksom ekosystemet i allmänhet är mycket komplicerat och vi vet inte exakt hur alla åtgärder inverkar på olika detaljer. Fastän många länge kända skadegörare har bekämpats med framgång, har många av dem och också sådana, som förr ansetts vara obetydliga, framträtt i proportioner, som vållat stora skador eller lett till nya upprepade bekämpningsåtgärder. Det finns ett vittsyftande och övertygande behov av forskning rörande de tilltagande ekologiska och ekonomiska perspektiven i växtskyddet. Vi bör ta hänsyn till den biologisk-ekologiska aspekten och maximera utnyttjandet av naturens egna försvarsmekanismer och använda biologisk bekämpning av skadegörare så långt det är möjligt.

Biologisk bekämpning i dess snävare bemärkelse

Biologisk bekämpning i dess snävare bemärkelse avser användning av bekämpningsorganismer, mikroorganismer och predatorer, för att minimera förekomsten av skadegörare till en tolerabel nivå. Ändamålet är alltså inte att helt förrinta skadegöraren utan att uppnå en så stabil balans som möjligt mellan bekämpningsorganismer och skadegörare så att de sistnämnda inte kan slita sig lösa och orsaka märkbara skador på ett begränsat område eller t.o.m. större epidemier.

Biologisk bekämpning av skadedjur har utvecklats på tillämpad nivå och

används tämligen allmänt i växthuskulturer. Därav kan i första hand nämnas bekämpningen av spinnkvalster med växthusrokvälster (*Phytoseiulus persimilis*) och bladlus med bladlusmygga (*Aphidoletes aphidomyza*) speciellt i gurkodlingar, samt vita flygare med parasitstekel (*Encarsia formosa*) bl.a. i tomatodlingar. Lovande resultat har även uppnåtts i bekämpningen av fluglarver med kristallbakterie (*Bacillus thuringiensis*) och tallstekel med virus.

Biologisk bekämpning av växtsjukdomar utförs med svampar, strålsvampar, bakterier och även virus, vilka fungerar som antagonister, konkurrenter och hyperparasiter på patogener. Tillsvidare finns det dock inte många ekonomiskt viktiga tillämpningar fast forskningen under det senaste decenniet har varit mycket intensiv med många lovande resultat som följd. Några exempel, där bekämpningsmikroorganismerna använts med framgång i praktiken, kan dock nämnas. Genom att bespruta gransstubbar med *Phlebia gigantea*-svamp-suspension kan man förebygga spridningen av rotröta (*Heterobasidium annosum*) under sommaravverkningen (Rishbeth 1963, Kallio 1971). Behandlingen av fruktträdens rötter, sticklingar och frön med apatogen *Agrobacterium radiobacter*-ras 84 har betydligt minskat infektionen med den patogena *A. tumefaciens*-bakterien, som orsakar kräfta. Tillämpningsduglig är även användningen av hyperparasitsvampen *Ampelomyces quisqualis* vid bekämpningen av gurkmjöldagg (Sundheim 1980). Växttorv och därur isolerade antagonistiska strålsvampar och svampar har givit mycket lovande resultat i betnings- och jordbehandlingsförsöken i växthus med flera växtarter och deras patogener på Institutionen för Växtpatologi vid Helsingfors universitet (Tah-

vonon opublicerad). Den som antagonist kända *Trichoderma* spp.-svampen har givit uppmuntrande resultat i bekämpningsförsök mot många patogener (bl.a. Gerhardson 1980). Därtill finns det otaliga iakttagelser av fenomenet antagonism i naturen och många lovande försöksresultat, som dock för det mesta ännu inte uppnått tillämpningsstadiet.

Svårigheten ligger i det att bekämpningsmikro-organismerna i hög grad är beroende av växtbetingelserna, som är svåra att behärska, speciellt väderleken i öppet bruk. Därför bör man inte fästa alltför stora förhoppningar på biologisk bekämpning av växtpatogener. I växtkulturer med växtförhållanden finns det dock realistiska möjligheter till tillämpad biologisk bekämpning. Det anses dock knappast möjligt att av behövliga växtskyddsåtgärder utföra, ens i framtiden, mera än 1% med biologiska bekämpningsmetoder.

Biologisk bekämpning i dess vidare bemärkelse

Om vi tänker på begreppet biologisk bekämpning i dess vidare bemärkelse, dvs. som icke-kemiska åtgärder, vilka befrämjar naturens och växternas egna försvarsmekanismer mot skadegörare, finns det mycket som redan blir förverkligat, men även mycket, som ännu kunde utföras i det moderna tekniskt-kemiskt långt utvecklade lantbruket.

Jag förbigår här resistensförändlingen, som utgör en av de viktigaste biologiska bekämpningsåtgärderna och som med framgång redan har använts flera årtionden och bör begagnas även i fortsättningen i så stor utsträckning som möjligt.

Odlingsmetoder

För att sköta om de nyttiga naturligt förekommande mikroorganismernas dvs. saprofyternas och antagonisternas

välbefinnande i jorden bör man se till att det finns tillgängliga organiska substanser till deras förfogande. I lantbruk baserat på kreaturproduktion finns problemet knappast, för där finns det kreatursgödsel och man odlar vallväxter med god rotproduktion och har i allmänhet flera växtarter i växel-skifte. Gödseln bör förstås skötas väl så att näringsämnen inte går till spillo och de negativa effekterna så som ovarsam användning av anaerobiskt förvarad flytgödsel undviks. Även åkermarkens fysikaliska tillstånd, partikelstruktur, luftighet och fuktighetsförhållanden inverkar på mikroorganismernas trivsel. Detta har medverkan i nedbrytningshastigheten av plantrester med patogenernas innehållande vilokroppar och andra övervint- rande former.

Problemet gäller närmast de stora gårdarna med ensidig odling av stråsäd, men även för långt specialise- rade gårdar med för få växtarter såsom potatis, sockerbetor, oljeväxter etc. Det är ju i en ensidig odling inte enbart frågan om jordens fysikaliska struk- tur, växtnäringsbalansen och inne- hållet av organiska ämnen i jorden, utan i hög grad också om förökningen av sjukdomsalstrare, som är specialise- rade på vissa värdväxter. Vi vet att i vissa fall hos t.ex. stråbassjukan, kan i monokultur en viss balans, som håller sjukdomen på en nära nog dräglig nivå, uppnås mellan patogener och dess antagonister. Dock medför en ensidig odling oftast förökning av både jordburna och även »luftburna» växtsjukdomar. Om skälet härtill blott är en kumulativ förökning av skade- görare eller även en sänkning av växternas moståndskraft som en följd av obalans i åkermarkens ekologi, är inte helt klargjort.

I ensidig odling ökar inte blott sjuk- domsalstrare och skadedjur utan även ogräsbeståndet som blir vad växt-

arterna ankommer ensidigt och man blir mer och mer beroende av pesti- cider. Vi känner till fenomenet, att det i naturen bildas mot vissa pesticider, speciellt de systemiska, resistent- a skadegörare, som sedan kräver nya typer av pesticider. Vi vet pesticidernas goda egenskaper och nyttighet, och även strävandet att försäkra trygg- heten i användningen av dessa. De har dock även sidoeffekter, både positiva och negativa, vilka man inte helt känner. Inverkan på växtens välbefin- nande kan vara direkt eller indirekt genom inverkan på patogener, antago- nister, mykorrhizor, kvävebindande bakterier etc., men även på åkermar- kens egenskaper i fråga såsom mikro- organismernas populationssamman- sättning.

Det kan dock i många fall vara svårt att finna alternativ till ensidig odling. Om ett tillräckligt växelbruk inte kan tillämpas i praktiken, kan man må- hända studera möjligheterna att an- vända »underväxter».

Integrerad bekämpning

Det effektiva moderna lantbruket, som bemödar sig om att nära den alltjämt växande mänskligheten, kan knappast klara sig utan pesticider. Man bör dock planera bekämpningen av skadegörare mera allsidigt så att de olika formerna av bekämpningsåtgär- der koordineras med odlingsteknik och olika miljöfaktorer. Denna mång- sidiga så kallade integrerade bekämp- ning kräver insikt i biologiska orsaks- förhållanden och i allmänhet stor kunnighet.

Litteratur

Cramer, H. H., 1917. Pflanzenschutz und Wel- ternte. *Pfl. schutz Nachr. »Bayer»* 20/1967, 1. 523 p.

Gesslein, S., 1975. Växtskydd — våra grödor och odlingar, p. 26—37. *Bekämpningsmedlen — användning och risker*. Borås. Ref. Gran- hall, p. 27.

Granhall, I., 1970. Ref. Gesslein, 1975.

Gerhardson, B., 1980. *Trichoderma* spp. in biological control. *Nordiska forskarkurser, Januari 1980: Biological control of plant diseases*. Ref.: 31—35.

Kallio, T., 1971. Protection of spruce stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some wood-inhabiting fungi. *Acta For. Fenn.* 117: 20 p.

Preston, F. W., 1969. Diversity and stability in the biological world. *Brookhaven Symp. Biol.* 22 (No. 50175), 1—12.

Rishbeth, J., 1963. Stump protection against *Fomes annosus*. III. Inoculation with *Penio- phora gigantea*. *Ann. appl. Biol.* 52: 63—77.

Sundheim, L., 1978. *Ampalomyces quisqualis*, a hyperparasite of powdery mildews. *Nor- diska forskarkurser, Januari 1980. Biological control of plant diseases*. Ref.: 130—134.

(Manus inkom 9 december 1980)

TAPIO, E., 1981. Biological control — an important part of integrated control. — *Växtskyddsnotiser* 45 (2), 38—41.

The primary goal of agriculture is the production of largest possible quantities of foodstuffs, with highest possible quality. We know that plant diseases, pests and weeds reduce of world yields by more than 30%. Many highly effective management tactics are now available in modern agriculture, but the need of increased ecological and economical knowledge in plant protection is still extensive. The use of natural-biological control of plant pathogens should be maximized. Biological control in its narrower sense (using micro-organisms and predators to reduce pathogen and pest incidence to tolerable levels) has limited possibilities. However, biological control in its widest sense, as non-chemical disease and pest management, is realistic. The important role of resistance breeding is recognized, and resistant varieties are widely used. Good physical conditions and high contents of available organic substance can be attained using adapted crop rotation and other cultivation practices. These measures can also reduce the contents of pathogen, pest and weed propagules in the soil microecosystem.

Effective agriculture, necessary for the ever-growing world populations, can hardly be achieved without pesticides. The control of pathogens, pests and weeds should be planned, so that different kinds of control methods, chemical, physical and biological, will be coordinated with cultivation techniques and the ecological aspects considered. This many- sided integrated control requires an understanding of the interactions between the pathogen and all manageable components of the agroecosystem.

Inducerad resistens — ny väg till biologisk bekämpning

Vilhelm Umaerus, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, 750 07 Uppsala

Resistens har alltid, och kommer med all sannolikhet även i framtiden, att framstå som det billigaste, enklaste och mest miljövänliga vapnet i kampen mot växtsjukdomar. Otaliga är också exemplen på framgångsrik resistensförädling, ofta föga uppmärksammade därför att »hälsan tiger still». I allmänhet avses med resistens en nedärvd förmåga att motstå ett angrepp av en sjukdomsalstrare, dvs. en sortbunden egenskap, betingad av mer eller mindre väl kända arvsanslag, som förädlaren söker införliva enligt kända växtförädlingsmetoder.

Vi glömmer att resistens oftast är regel, och mottaglighet undantaget från denna regel. Majoriteten av alla de olika slag av svampar, virus och bakterier som hamnar på en växt avvisas genom sinnrika avvärjningsreaktioner från växten, endast ett fåtal (de patogena) ger upphov till infektioner. Hur skulle det annars se ut om sporer av t.ex. äppelmjöldagg angrep vete, eller potatisbladmögel angrep korn? Ändå bombarderades ett kornfält av bladmögelsporer från ett angränsande bladmögelangripet potatisfält utan synligt resultat liksom mjöldaggsporer bombarderar potatisfältet utan resultat.

Vid studiet av vissa sådana icke-patogena organismen inducerar resistensväxter har man iakttagit ett intressant fenomen. Om unga veteplantor först infekterats med sporer av havrekronrost, som är icke-patogen, och sedan med sporer av vetets brunrost, uppträder färre och mindre fläckar av brunrost än på plantor som inte utsatts för havrekronrostens sporer. Den icke-

patogena organismen inducerar resistens mot den patogena, en effekt som i detta fall är lokaliserad till de blad som utsatts för kronrostsporer.

Många exempel på inducerad resistens har under senare år kunnat påvisas. Ingående studier har bl.a. gjorts av prof. J. Kuc och medarbetare, Kentucky, USA, med främst bönor och gurka som experimentväxter. Undersökningarna visar att inducerad resistens även kan uppträda systemiskt, dvs. om ett enstaka äldre blad behandlas med en inducerande icke-patogen, är större eller mindre delar av resten av plantan resistent mot angrepp av en patogen. Effekten är i vissa fall kortvarig, i andra fall långvarig (4–5 veckor). Exempel nämns där en andra inokulering av gurka tre veckor efter den första, förlänger resistenseffekten ända till tiden för fruktsättning. Den inducerade resistensen skyddar i många fall mot ett flertal patogener, såväl raser som organismer.

Det är möjligt att produktion av fytoalexiner är orsaken till den lokaliserade inducerade resistensen. Den systemiska betingas troligen av en signalsubstans, som snabbt vandrar från inokuleringsstället till övriga delar av plantan och där utlöser avvärjningsreaktioner så snart infektioner sker. Fytoalexiner är en grupp antibiotiska substanser, som normalt inte förekommer i växtvävnad och som ackumuleras under stress t.ex. vid infektioner.

Inducerad eller förvärvad resistens kan få många tillämpningsområden, kanske främst i kulturer där individuella plantor kan behandlas. Är detta en ny form för biologisk bekämpning

där icke-patogena organismer kan utnyttjas för att framkalla resistensreaktioner, som fungerar mot en mångfald patogener samtidigt och tillräckligt länge? Vad är det för signalsubstans, som snabbt sprider sig genom plantan? Finns här svaret på framtidens bekämpningsmedel?

Intressant är att fenomenet med inducerad resistens visar att även mottagliga plantor har effektiva mekanismer för resistens, bara den faktor som utlöser reaktionen finns med.

(Manus inkom 3 mars 1981)

UMAERUS, V., 1981. Induced resistance — a new approach to biological control. *Växtskyddsnotiser* 45 (2), 42–43.

Induced resistance is based on the concept that non-pathogenic organisms can stimulate defence reactions against pathogenic organisms. The effect can be localized or systemic, have a short or long duration, and sometimes protect against a wide range of pathogens.

Betydningen af fyllospærens svampeflora for bygplanters resistensprocesser

V. Smedegaard-Petersen, Plantepatologisk Afdeling, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København

Resistens er planternes naturlige værn mod sygdomsangreb

Sygdomsresistente planter er fra naturens hånd udstyret med forsvarsmidler, der beskytter dem mod angreb af patogene mikroorganismer. I bred betydning kan planternes naturlige resistens derfor betragtes som et af de mest prominente eksempler på biologisk bekæmpelse.

Nogle former for resistens er så fuldstændige, at der ikke forekommer synlige sygdomstegn, når planterne udsættes for smitte. Andre resistensformer er ikke i stand til fuldstændigt at forhindre sygdom, men virker ved at nedsætte sygdommens styrke sammenlignet med fuldt modtagelige planter.

Set fra et fysiologisk synspunkt kan man skelne mellem to hovedtyper af resistens, aktiv og passiv. Aktiv resistens skyldes hovedsagelig fysiologiske forsvarsreaktioner, der aktiveres i inficerede planter som en reaktion på infektion. Passiv resistens er i reglen knyttet til egenskaber, der findes udviklet hos værtplanten allerede inden infektionen finder sted, og som ikke undergår ændring på grund af infektion, f.eks. overhudens tykkelse, struktur af læbeceller, forekomst af svampetoxiske stoffer etc.

Skønt resistens må betragtes som en af de vigtigste og mest attraktive muligheder for sygdomsforebyggelse hos kulturplanter, har nye forskningsresultater afsløret, at resistens ikke er omkostningsfri for planterne men har en pris, som disse må betale for at undgå sygdom (Smedegaard-Petersen 1980,

1981, Smedegaard-Petersen og Stølen 1980).

Aktiv resistens beror på kemiske forsvarsprocesser

Hovedparten af de dyrkede kornsorter besidder en fysiologisk-kemisk betinget resistens over for flere af de almindeligst forekommende sygdomsfremkaldende svampe. Denne form for resistens er karakteristisk ved, at svampen dør hurtigt efter dens indtrængning i værtplanten.

Lad os eksempelvis betragte bygplanters resistens over for bygmeldug. Meldugsvampen *Erysiphe graminis* inficerer i de indledende infektionsstadier både modtagelige og resistente bygplanter (Ellingboe 1972). Resistens eller modtagelighed kommer altså først til udtryk, når svampen er trængt ind i planten. Dette skyldes biokemiske processer, der først aktiveres, når svamp og planteceller er kommet i fysiologisk kontakt med hinanden, dvs. når svampen er trængt gennem plantens ydre cellevæg.

I en modtagelig sort breder svampen sig uhindret i overhudscellerne, og i løbet af få dage ses de velkendte, hvide meldugbelægninger. I en resistent sort dør svampen derimod hurtigt efter indtrængningen, og omkring infektionsstedet dannes brune pletter af dødt bladvæv, såkaldte resistensnekroser. I nogle sorter — eller rettere i nogle inkompatible vært-patogen kombinationer — er resistensnekroserne store og iøjnefaldende. I andre sorter — vært-patogen kombinationer — er

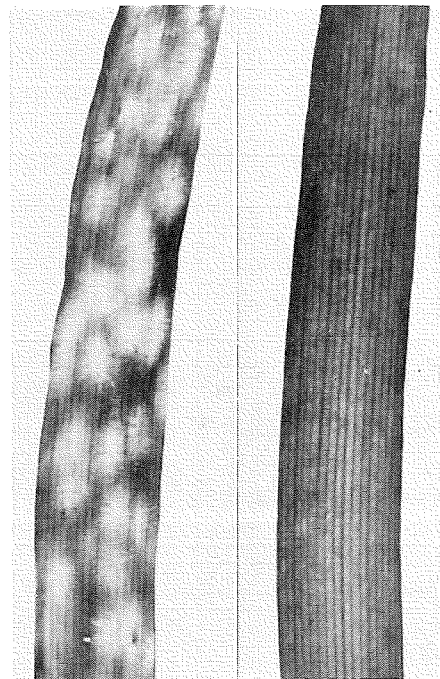


Fig. 1. To blade af bygsorten Sultan smittet med samme sporeængde af to forskellige meldugracer. Bladet til venstre er smittet med en virulent race, der forårsager kraftige meldugangreb. Bladet til højre er smittet med en avirulent race, der ikke er i stand til at forårsage meldugangreb. Skønt det resistente blad tilsyneladende er upåvirket af infektionen, reagerer det med en kraftig forøgelse af åndingen for at skaffe energi til kemiske forsvarsprocesser.

resistensen så effektiv, at kun nogle enkelte celler dør, uden at det kan ses med det blotte øje. Sådanne højresistente sorter fremtræder derfor helt sunde og uskadte efter angreb af meldug (fig. 1).

Årsagen til disse resistensreaktioner synes at hænge sammen med en kraftig forøgelse af den biokemiske aktivitet, herunder en forstærket peroxidase — og ethylen produktion (Hislop and Stahmann 1971), øget syntese af nukleinsyrer (Oku *et al.* 1973) samt syntese af svampetoxiske stoffer, fytoalexiner, der dræber eller hæmmer

den indtrængende meldugsvamp (Oku *et al.* 1975). Skønt betydningen af disse og andre kemiske processer for planternes resistens ikke er helt klarlagt, er der god eksperimentel evidens for, at i det mindste en del af dem indgår i aktive, kemiske forsvarsprocesser.

Resistensen koster energi

Som alle andre livsprocesser kræver de omtalte resistensreaktioner energi, hvorved der forbruges af plantens stofproduktion og næringsreserver. At resistensprocesserne er forbundet med et ekstra forbrug af energi hos værtplanten er konstateret gennem måling af åndringsaktiviteten hos planter, der reagerer resistente eller modtagelige efter inokulation med et patogen (Smedegaard-Petersen 1980, 1981, Smedegaard-Petersen og Stølen 1980). Jo mere energi der er behov for, jo hurtigere foregår åndingen.

Åndingen — respirationen — er et udtryk for de biokemiske reaktioner, der leverer energi til planternes livsprocesser. Herunder opbygning af nye plantedele, der hos kornplanterne afsluttes med kernedannelsen. Ved åndingen sker der en nedbrydning, oxidering, af organiske bestanddele, hovedsagelig kulhydrater, der er opbygget ved fotosyntesen. Herved dannes der energirige fosfatforbindelser, ATP, der er den direkte energikilde for nye processer i den voksende plante.

I fig. 2 vises et typisk eksempel på åndingsintensiteten hos resistente og modtagelige planter af bygsorten Sultan, smittet med 2 forskellige racer af bygmeldug. Det ses, at resistente planter reagerer på meldugangrebet med en kraftig stigning i åndingen. Åndingsforøgelsen begynder inden 12 timer efter, at planterne bliver smittet, og når en højde, der hos forskellige meldugresistente sorter ligger op til 110 pct. over åndingen hos usmittede

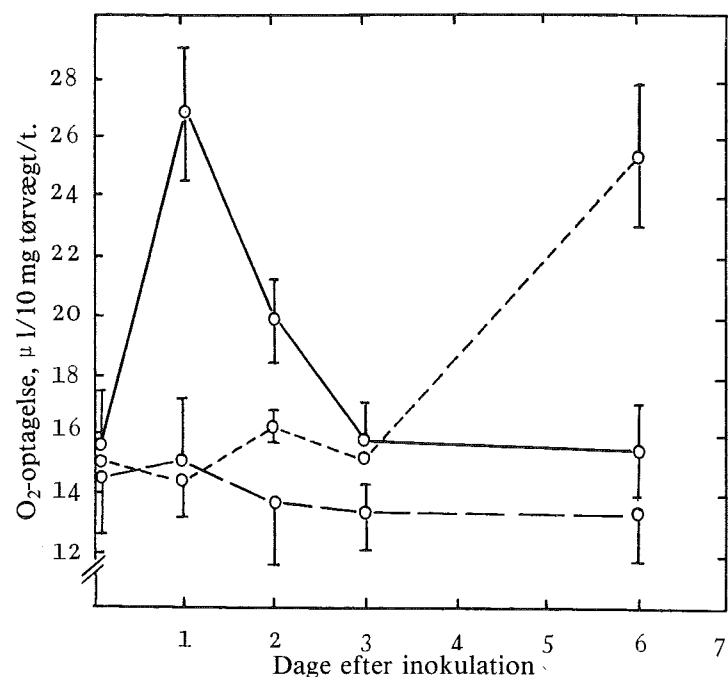


Fig. 2. Ånding hos resistente og modtagelige bygplanter af sorten Sultan smittet med 2 racer af bygmeldug, den ene avirulent, den anden virulent.

- Resistente, smittede blade uden synlige meldugangreb.
- - - -○ Modtagelige, smittede blade med kraftige meldugangreb.
- Usmittede kontrolblade.

planter. Derefter falder den gradvis til det normale niveau.

Også i modtagelige, meldugangrebne planter sker der en stigning i åndingen. Sygdomsangrebne planter reagerer generelt med en åndingsforøgelse, hvis årsag og forløb dog synes at være forskellig fra den, der foregår i resistente planter.

Den kraftige forøgelse af åndingen hos meldugresistente bygplanter foregår samtidig med, at planterne øger den biokemiske aktivitet, herunder produktion af svampetoxiske stoffer, der standser eller hæmmer svampens videre vækst. Der er således næppe tvivl om, at åndingsforøgelsen er et led i energikrævende forsvarsprocesser rettet imod meldugsvampen.

Energikrævende resistensreaktioner i lighed med dem, der er omtalt for bygmeldug, er tillige fundet i forbindelse med resistens mod byggens bladpletsyge (fig. 3) og byggens sribesyg (Smedegaard-Petersen 1980, 1981).

Energikrævende resistensprocesser nedsætter udbytte og kernekvalitet

At aktive resistensprocesser tærer på den energi, der ellers skulle være brugt til kernerdannelse, er påvist ved udbyttestudier i klimakamre. I disse forsøg blev bygplanter kontinuerligt smittet med avirulente meldugsporer i løbet af vækstsæsonen. Til trods for,

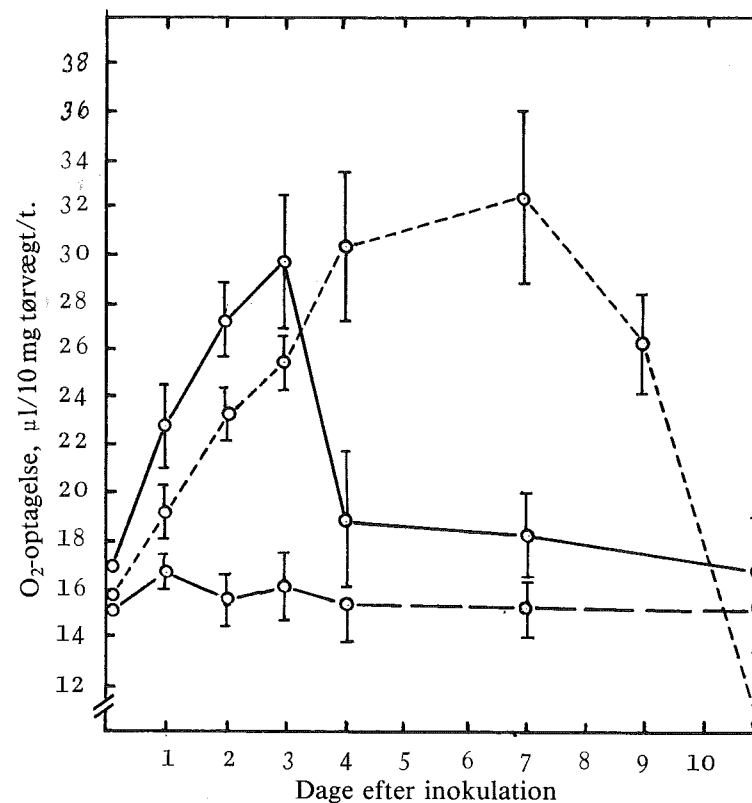


Fig. 3. Ånding hos blade af en resistant og en modtagelig bygsort smittet med byggens bladplet-svamp *Pyrenophora teres*.

- Resistens sort, C19647
- - - -○ Modtagelig sort, Wing
- Usmitteret kontrol af sorten Wing

at de resistente planter ikke reagerede på meldugsmitten med noget som helst tegn på meldugangreb (fig. 1), gav de 7 pct. lavere kerneudbytte, 4 pct. lavere kernevægt samt 11 pct. lavere udbytte af kerneprotein end tilsvarende ikke-smittede planter (tabel 1).

Til sammenligning gav modtagelige, meldugangrebne bygplanter 26 pct. lavere kerneudbytte end usmittede kontrolplanter, medens kernevægten faldt med 11 pct. og udbyttet af kerneprotein med 30 pct. (tabel 1).

Det forhold, at meldugresistente bygsorter ikke udvikler synlige mel-

dugangreb, når de smittes med meldug, betyder således ikke, at planterne er upåvirkede. Resistente planter reagerer på smitte med energikrævende forsvarsprocesser, der tærer på stofreserverne, således at udbytte og kernekvalitet reduceres.

Saprophytiske bladsvampe som udbyttenedsættende faktor

De beskrevne undersøgelser har ved anvendelse af bygmeldug som studiemodel belyst en hidtil ukendt side af planternes resistens mod svampesyg-

Tabel 1. Udbyttedgang hos resistente og modtagelige planter af bygsorten Sultan smittet med 2 racer af bygmeldug.

	kerne udbytte	pct. af kontrolplanter		halm udbytte
		kerne vægt	udbytte af kerne protein	
Kontrolplanter, usmittede	100	100	100	100
Resistente planter 1)	93	96	89	97
Modtagelige planter 2)	74	89	70	88

1) Planter smittet med en avirulent meldugrace. Ingen synlige tegn på angreb ved skridning.

2) Planter smittet med en virulent meldugrace. Ved skridning var 56% af bladarealet dækket af meldug.

domme. Nemlig denne, at planterne ikke opnår resistensen gratis, men må betale for at undgå sygdomsangreb.

Herved rejses det helt fundamentale spørgsmål, om lignende energikrævende forsvarsreaktioner kan være årsag til den universelle sygdomsresistens, der findes hos planter i naturen, mod allehånde forekommende mikroorganismer.

Vi er vant til at tænke på resistens som et fænomen, der er knyttet til nogle relativ få mikroorganismer, såsom meldug, rust, bladpletsvampe etc. Men i naturen udsættes planterne daglig for kontakt med enorme mængder af svampesporer og andre mikroorganismer, hvoraf kun et forsvindende lille antal kan forårsage sygdom. Hovedparten af denne mikroflora udgøres af såkaldte saprofytter, dvs. rådsvampe og bakterier, der kun kan leve og opformeres på døde plantedele, men er ude af stand til at inficere levende planter. Man kan altså sige, at de fleste planter i naturen er resistente, eller immune, mod de fleste mikroorganismer. Eller med andre ord, resistens er det almindelige forhold mellem planter og mikroorganismer i naturen, medens modtagelighed og sygdom er undtagelsen.

Saprofyttiske svampe, rådsvampe,

gror i stort tal på de nedre, døde kornblade, hvor de danner enorme mængder sporer. Disse svampesporer kan som nævnt ikke inficere plantevæv, men findes som en naturlig bestanddel af mikrofloraen på bladernes overflade.

Vore undersøgelser viser, at ganske vist kan disse saprofyttiske overfladesvampe ikke inficere levende bladvæv. Men visse af dem, f.eks. arter af *Alternaria* og *Cladosporium*, kan ved deres tilstedeværelse påvirke bladernes fysiologiske processer på en måde, der ligner resistensprocesserne hos inokulerede meldugresistente planter. Resistensnekroserne kan ikke altid ses med det blotte øje, men de kan iagttages under mikroskopet ved hjælp af ultraviolet fluorosensmikroskopi (Smedegaard-Petersen 1981). Desuden kan vi måle et øget energiforbrug i forhold til planter, hvor disse mikroorganismer ikke er til stede. Nøjagtigt som det er tilfældet med meldugresistente planter smittet med avirulente meldugsporer.

Der er på grundlag af disse undersøgelser og iagttagelser næppe tvivl om, at visse saprofyttiske svampe, der hidtil har været betragtet som harmless og uvæsentlige for planteproduktionen, kan påvirke planterne til et nedsat udbytte.

Kan udbyttet forøges ved svampebekæmpelse i »sunde« afgrøder?

Energikrævende resistensprocesser kan muligvis bidrage til at forklare resultater, der ofte opnås i de såkaldte plansprøjtningforsøg. Plansprøjtning bruges i Danmark som en betegnelse for en systematisk, kemisk sygdoms- og skadedyrbekæmpelse, der ikke er baseret på en behovsvurdering. Ud fra såvel økologiske som økonomiske betragtninger er en sådan form for kemisk bekæmpelse naturligvis særdeles uheldig. Der er da også bred enighed om, at al kemisk sygdomsbekæmpelse bør være baseret på en behovsvurdering.

Imidlertid har såvel udenlandske (Fehrmann *et al.* 1978, Jenkins *et al.* 1972) som danske (Lindegaard og Elbek Pedersen 1976) forsøg vist, at der ofte opnås et forøget kerneudbytte i byg og hvede ved sprøjtning med fungicider, skønt der ikke forekommer sygdomsangreb, der berettiger til at foretage bekæmpelse. Denne »plansprøjtningseffekt« kan have flere årsager, såsom en eventuel mikronæringsvirkning af det anvendte fungicid eller virkningen af små og derfor oversete sygdomsangreb.

De her omtalte undersøgelser tyder imidlertid på, at visse fyllospæresvampe, der almindeligvis betragtes som saprofytter, kan stimulere planterne til aktive forsvarsreaktioner og dermed påvirke væksten uden at give anledning til synlige symptomer. Da resistensreaktionerne kun udløses ved et samspil mellem vært og patogen, vil eliminering af svampefloraen ved sprøjtning med fungicider hindre de energikrævende processer, således at en større del af planternes stofreserver kan udnyttes til vækst og kernesætning.

At nogle hyppigt forekommende

fyllospæresvampe er i stand til at skade bygplanter uden at fremkalde specifikke sygdomssymptomer bestyrkes af, at bygplanter, der inokuleres med disse svampe, reagerer med fremskyndende alderssymptomer (senescens). Heriblandt tidligere gulfarvning og visning af nedre, ældre blade. Ved at fjerne svampefloraen med bredspektrede fungicider var vi tilsvarende i stand til at udsætte alderssymptomerne og derved forlænge bladernes fotosynteseaktive periode.

På Landbohøjskolen fortsætter undersøgelserne over sygdomsresistente planters energiforbrug. Ligeledes fortsætter udforskningen af den saprofyttiske mikrofloras betydning for kulturplanternes vækst og udbytte.

Litteratur

- Ellingboe, A. E., 1972. Genetics and physiology of primary infection by *Erysiphe graminis*. — *Phytopathology* 62: 401—406.
- Fehrmann, H., Reinecke, P. & Weihofen, U., 1978. Yield increase in winter wheat by unknown effects of MBC-fungicides and captan. — *Phytopath. Z.* 93: 359—362.
- Hislop, E. C. & Stahmann, M. A., 1971. Peroxidase and ethylene production of barley leaves infected with *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. — *Physiol. Pl. Path.* 1: 297—312.
- Jenkins, J. E., Melville, S. C. & Jemmet, J. L., 1972. The effect of fungicides on leaf diseases and on yield in spring barley in south-west England. — *Plant Pathology* 21: 49—58.
- Lindegaard, J. & Elbek Pedersen, H., 1976. Bekæmpelse af plantesydomme, skadedyr og ukrudt. I: Johs. Olesen (ed.): *Oversigt over forsøg og undersøgelser i Landbo- og Husmandsforeningerne* 1975: 54—89.
- Oku, H., Ouchi, S. & Sato, M., 1973. Nucleic acid metabolism in powdery mildew-infected barley leaves as associated with symptom development. — *Rept. Tottori Mycol. Inst. Jpn.* 10: 511—516.

Oku, H., Ouchi, S. & Sato, M., 1973. Nucleic Oki, K., 1975. Phytoalexin activity in barley powdery mildew. — *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.* 41: 185—191.

Smedegaard-Petersen, V., 1980. Increased demand for respiratory energy of barley leaves reacting hypersensitively against *Erysiphe graminis*, *Pyrenophora teres* and *Pyrenophora graminea*. — *Phytopath. Z.* 99: 54—62.

Smedegaard-Petersen, V., 1981. The effect of defence reactions on the energy balance and yield of resistant plants. In: R.K.S. Wood (ed.): *Active Defence Mechanisms in Plants*. Plenum Publ. Co. (in print).

Smedegaard-Petersen, V. & Stølen, O., 1980. Resistance against barley powdery mildew associated with energy-consuming defence reactions which reduce yield and grain quality. — *Royal Vet. and Agric. Univ., Yearbook* 1980: 96—108.

(Manus inkom 29 december 1980)

SMEDEGAARD-PETERSEN, V., 1981. Importance of the fungal flora of the phyllosphere for the resistance processes in barley. — *Växtskyddsnotiser* 45 (2), 44—50.

Respiration measurements and yield experiments in growth chambers demonstrated that resistance against barley powdery mildew is associated with energy-requiring biochemical reactions, probably defence reactions, in the resistant host. By high inoculum pressure these reactions deprive the resistant host of energy available for growth and lead to reduction in grain yield and content of grain protein although no visible symptoms appear.

The results indicate that energy-requiring physiological reactions may be a general phenomenon in resistant-reacting plants, not only as a response to recognized pathogens but also to certain frequently occurring fungi in the phyllosphere, which are usually considered as saprophytes.

Rhizosfären, lekplats och slagfält för mikroorganismer

Snorre Rufelt, Institutionen för växt- och skogsskydd, SLU, 750 07 Uppsala

Rhizosfäreffekten

Rhizosfären är den del av marken som påverkas av växternas rötter. Rhizosfären är kontaktzonen mellan roten och marken. Här sker näringsupptagning och näringsutbyte. Det är här som patogener stimuleras, växer och angriper roten. Här levs ett rikt saprofytiskt mikroliv.

Växten tar upp näringsämnen från markvätskan och den avger ämnen, rotexudat, som stimulerar mikroorganismer. En av de biologiskt viktigaste faktorerna i rhizosfären är den s.k. *rhizosfäreffekten* som innebär ett ökat antal och en ökad aktivitet av mikroorganismer. Rhizosfären sträcker sig i allmänhet några mm ut från rotytan (rhizoplanet), men man kan ibland konstatera effekter flera cm från roten. Gränsen mellan rhizosfären och den rotfria marken är inte skarp, utan vi har en gradvis avtagande rhizosfäreffekt.

Kvantitativa aspekter

Rhizosfäreffekten är olika starkt markerad för olika grupper av mikroorganismer, men den förekommer så gott som alltid. Den är i allmänhet tydligast för bakterier, där man har registrerat upp till 100-faldiga ökning i rhizosfären jämfört med rotfri mark. Mindre, men fullt signifikanta, skillnader förekommer för svampar och aktinomyceter (strålsvampar). De minsta förändringarna har man för alger, protozoer (urdjur) och nematoder (Katznelson 1965).

Man kan finna en positiv rhizosfäreffekt hos alla växtslag men den är i allmänhet starkast utbildad hos legu-

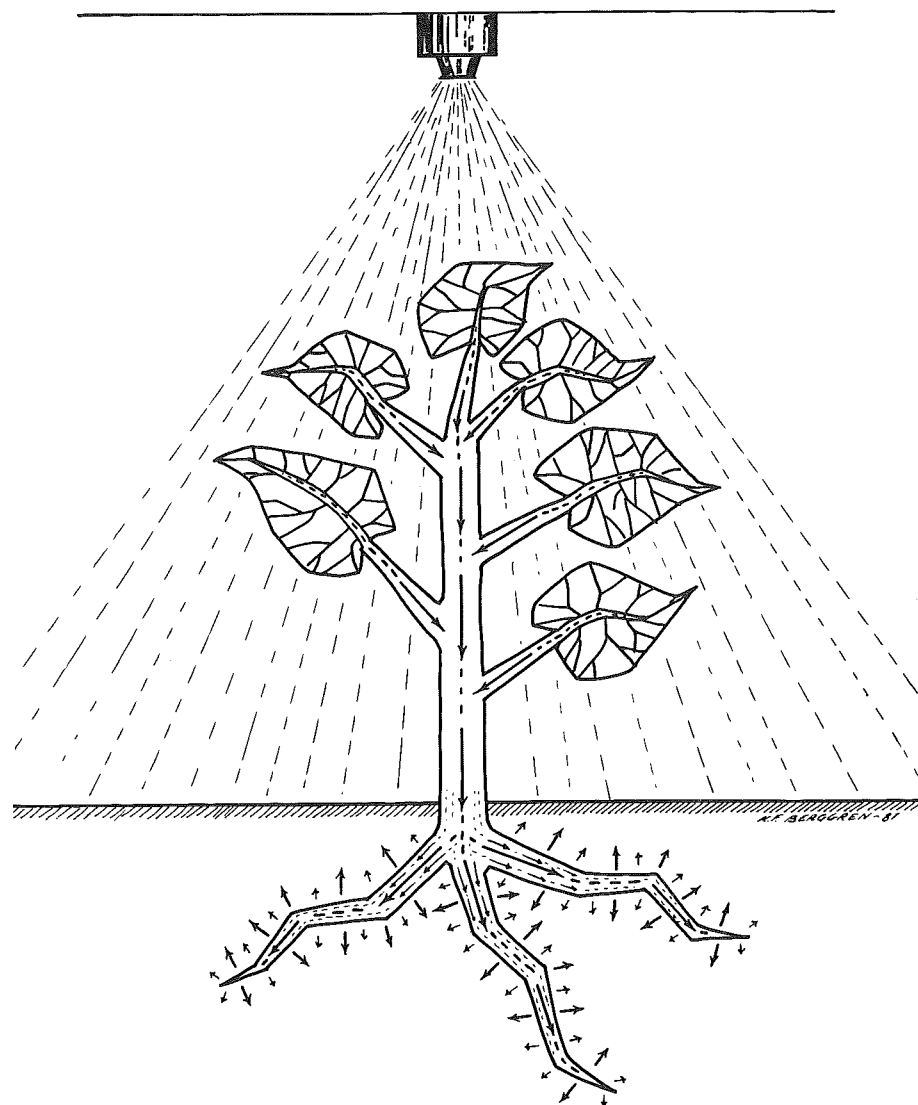
minosor (baljväxter). Relationerna mellan de stora grupperna av mikroorganismer varierar inte särskilt mycket med olika växtslag och inte i rhizosfären jämfört med rotfri mark.

Kvalitativa aspekter

Variationer i rhizosfärmikrofloran mellan olika växtslag är i allmänhet tämligen små. Det är svårt att finna bevis för att ett visst växtslag gynnar en speciell mikroflora. Viktiga undantag är baljväxternas *Rhizobium*-bakterier liksom många rotparasiter.

De flesta växter gynnar gramnegativa, stavformade bakterier, ofta av släktet *Pseudomonas*. Bland svamparna är släkten *Fusarium* och *Cylindrocarpum* mycket vanliga, men också *Mucor*, *Rhizopus* och *Penicillium*. Speciella rotparasiter kan vara vanliga hos sina värdväxter. *Streptomyces*-arter utgör 80—90% av aktinomyceterna, och ofta gynnas arter som är antagonistiska mot svampar och bakterier (Katznelson 1965).

Rhizosfäreffekten har stor betydelse för växten. Den kan vara både positiv och negativ, även om de positiva effekterna oftast tycks överväga. Positiva effekter kan vara ökad tillgänglighet av näringsämnen, ökad syntes av tillväxtstimulerande ämnen och ökad antagonism mot parasiter. Negativa effekter kan vara ökad syntes av för växten toxiska ämnen, ökad antagonism mot nyttiga organismer som t.ex. kvävefixerande bakterier och ökad syntes av substanser som stimulerar parasiter.



Rotexudat

En av de absolut viktigaste faktorerna när det gäller att förklara rhizosfäreffekten är förekomsten av rotexudat. Ordet rotexudat används ofta som samlingsnamn för alla utsöndringar från roten till rhizosfären, men man kan särskilja några olika mekanismer.

Exudat är ämnen med låg molekylvikt som diffunderar ut från roten, dvs. en icke energikrävande process. *Sekret* är ämnen med hög eller låg molekylvikt som utsöndras i energikrävande processer. *Mucigel* är sekret med hög molekylvikt som omger rötterna och bringar dem i kontakt med jordpartiklarna. *Lysat* är ämnen som frigörs vid autolys av epidermis- och cortexceller.

Rotexudat (i vid bemärkelse) innehåller många olika ämnen. Huvudsakligen är det kolhydrater, men också aminosyror, organiska syror, vitaminer, enzymer och olika speciella substanser (Rovira 1969).

Rotexudat påverkar rhizosfärmikrofloran på flera olika sätt. De stimulerar groningen av vilande strukturer som vilsporer och cystor. De förser mikroorganismerna med tillväxsubstrat. De verkar attraherande på rörliga rotparasiter som zoosporer och nematoder (Schroth & Hildebrand 1964).

Rotexudat påverkar både patogena och icke-patogena organismer i rhizosfären. Patogener stimuleras till groningen och tillväxt, men samtidigt stimuleras andra mikroorganismer som kan vara antagonistiska mot patogener. Nettoeffekten är resultatet av ett komplext samspel av värdväxt, patogen och andra organismer som påverkar förhållandet mellan dem.

Det säger sig självt att förändringar i rotexudaten har betydelse för rhizosfärmikrofloran. Rotexudaten påverkas av t.ex. plantans utvecklingsstadium, miljöfaktorer som temperatur

och fuktighet, jordart och gödsling. Av intresse i detta sammanhang är behandling av växten med systemiskt verkande kemikalier som transporteras ner i roten och kommer med i rotexudaten. Man har här en möjlighet till bekämpning av rotparasiter (Rovira 1969, Schroth & Hildebrand 1964).

Antagonism

Antagonism mellan mikroorganismer i rhizosfären har nämnts flera gånger, och det är ett fenomen som har stor betydelse. Allmänt sett finns tre huvudformer av antagonism: *Exploatering*, *amensalism* och *konkurrens*.

1. Exploatering kan delas upp i *parasitism* och *predation*, dvs. parasiter och rovorganismer angriper en annan organism. Parasitism och predation förekommer både mot växande strukturer som t.ex. svampfyfer och mot vilande stadier som t.ex. sklerotier.

2. Amensalism innebär att en organism motverkar en annan med hjälp av bildade substanser som verkar hämmande på den andra organismen. Amensalism kan delas upp i *antibios*, som innebär bildandet av specifikt verkande ämnen, och *inhibering* som avser brett verkande ämnen.

3. Konkurrens mellan mikroorganismer gäller framför allt näringsämnen, men kan också gälla speciella tillväxsubstanser, syre, eller utrymme. Konkurrens mellan organismer är mer trolig ju mer lika dessa är i sina krav på näringsämnen och miljö.

Det kan ofta vara svårt att urskilja formen av antagonism mellan två studerade organismer. Dels är kanske formen inte renodlad, dels sker en påverkan från andra organismer, från växten och från miljön. Antagonism är summan av den negativa påverkan en organism utför mot en annan organism.



Fig. 2. Exploatering, ammensalism och konkurrens.

Antagonism mellan organismer i rhizosfären har stor betydelse för förekomsten av växtsjukdomar, och många gånger kan en minskning av parasitangrepp förklaras med antagonism. En rotparasit måste på något sätt överleva ett uppehåll mellan mottagliga värdväxter. Den kan göra det i ett vilande tillstånd som spor, sklerotie eller cysta, eller den kan göra det som saprofytt i marken. Under denna tid är den utsatt för antagonism från andra organismer. För patogener som överlever som saprofyter gäller allmänt att ju svagare saprofyttisk förmåga, desto känsligare är de för antagonism. Vilande organismer kan utsättas för antagonism direkt mot den vilande strukturen, men vanligare är att parasiten överlever så länge den är vilande men utsätts för antagonism när den gror.

Groningen är ofta en följd av stimulering från t.ex. rotexudat. Styrkan av antagonismen varierar med olika jordar och kan påverkas av t.ex. tillförsel av organisk substans. Figur 3 visar som exempel hur en vilsporbildande marklevande *Fusarium* kan påverkas i jordar med olika grad av antagonism. I jorden med svag antagonism kan man försöka höja denna med t.ex. tillförsel av växtrester eller en fördelaktigare växtföljd.

Tillämpning i praktiken

Kan vi då utnyttja antagonism i rhizosfären när det gäller bekämpning av växtparasiter? Det finns gott om exempel på att det förekommer antagonism mot marklevande patogener, och att den har effekt. Menzies (1959)

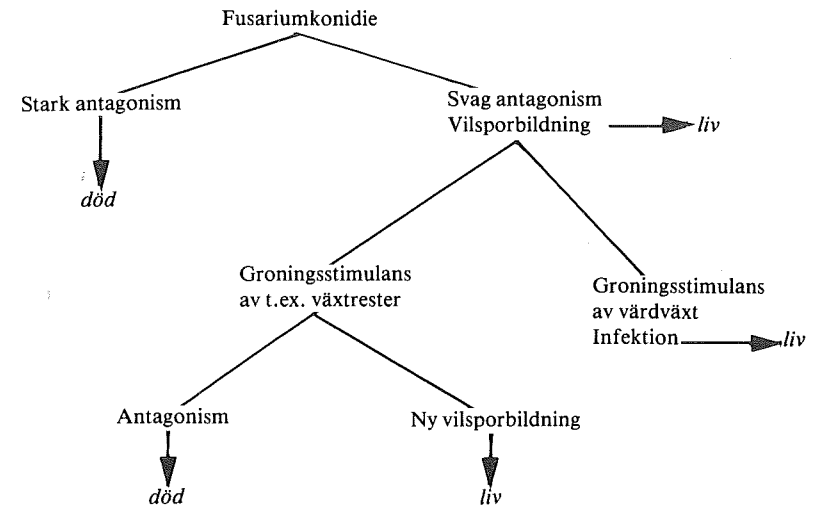


Fig. 3. (Efter Bruehl 1969), förklaring i texten.

visade i en välkänd undersökning hur potatisskorv, som annars var vanligt förekommande, saknades i vissa jordar. Skorvsvampen undertrycktes av mikroorganismer i marken. Ett annat välkänt exempel är rotdödar-svampens s.k. decline-effekt. Rotdödarangreppen minskar efter ett antal års odling av mottagliga grödor beroende på en antagonistisk markmikroflora (se t.ex. Gerlagh 1968).

Växtföljdsåtgärders positiva effekt beror inte bara på att värdväxten inte odlas, utan också på att antagonismen i rhizosfären gynnas (Baker & Cook 1974). Desså och andra exempel visar att det bör finnas potentiella möjligheter att utnyttja antagonism i kampen mot växtparasiter.

I praktiken finns det två vägar att gå. Antingen gynnar man redan närvarande antagonister eller så introducerar man nya. Den förra metoden utnyttjas allmänt i och med användning av växtföljd, grüngödsling och

nedplöjning av skörderester, medan det visat sig betydligt svårare att nå resultat med den senare metoden, åtminstone under fältförhållanden. Rhizosfären är ett komplext och biologiskt ofta väl buffrat samhälle, och det är svårt att etablera en ny organism i det samhället. Något exempel på lyckad biologisk bekämpning med en introducerad antagonist av det slag som förekommer mot skadeinsekter är svårt att finna när det gäller rhizosfärparasiter. Det ska i så fall vara under kontrollerade betingelser där man kunnat börja med steriliserad jord som t.ex. i champinjonodlingar (Baker & Cook 1974). I litteraturen kan man finna både positiva och negativa tongångar när det gäller våra möjligheter att utnyttja antagonism mot markburna patogener. En sak alla är ense om är dock att vår kunskap om de förhållanden som råder i rhizosfären måste öka om vi ska nå framgångar inom detta område.

Litteratur

- Baker, K. F. & Cook, R. J., 1974: *Biological control of plant pathogens*. Freeman & Co., San Francisco. 433 pp.
- Bruehl, G. W., 1979: Factors affecting the persistence of fungi in soil. In Cook, R. J. (ed.), Nature of the influence of crop residues on fungus-induced root disease. *Wash. Agr. Exp. Sta. Bull.* 716.
- Gerlagh, M., 1968: Introduction of *Ophiobolus graminis* into new polders and its decline. *Neth. J. Plant Pathol.* 74 (Suppl. 2): 1—97.
- Katznelson, H., 1965: Nature and importance of the rhizosphere. In Baker & Snyder (eds.), Ecology of soil-borne plant pathogens. Prelude to biological control. Univ. Calif. Press, Los Angeles.

- Menzies, J. D., 1959: Occurrence and transfer of a biological factor in soil that suppresses potato scab. *Phytopathology* 49: 648—652.
- Rovira, A. D., 1969: Plant root exudates. *Bot. Review* 35: 35—57.
- Schroth, M. N. & Hildebrand, D. C., 1964: Influence of plant exudates on root-infecting fungi. *Ann. Rev. Phytopathol.* 2: 101—132.

(Manus inkom i mars 1980)

RUFELT, S., 1981. The rhizosphere, playground and battlefield for microorganisms. *Växtskyddsnotiser* 45 (2), 51—56.

The paper is a short review of the nature and importance of the rhizosphere with special reference to antagonism to soil-borne plant pathogens.

Hyperparasittisme hos soppar

Leif Sundheim, Statens plantevern, Botanisk avdeling, N 1432 Ås-NLH, Norge

Mykoparasittisme vil seie at ein sopp parasitterer (lever på og skaffar seg næring frå) ein annan levande sopp. Dette fenomenet er funne i alle hovedgrupper av soppar. Serleg utbreidd synes mykoparasittisme å vere blant jordbuande soppar. Taksonomisk kan vert og parasitt høyre til forskjellige grupper, eller dei kan vere meir nærstående. Det finst døme på soppar som parasitterer andre arter i same familie eller slekt.

Noen mykoparasittar er *hyperparasittar* fordi dei parasitterer soppar som sjølv lever som parasittar på planter eller andre organismar. Slike hyperparasittar har lenge vore studerte med tanke på bruk mot soppar som framkallar plantesjukdomar. Er dette eit interessant alternativ i plantevernet i dag?

Biotrofe mykoparasittar

Bitrofe (obligate) mykoparasittar kan berre leve på eller i andre soppar. Barnett og Binder (1973) delte dei biotrofe mykoparasittane i tre grupper:

A) Innvendige parasittar, til dømes visse arter innan Chytridiomycetes, som utviklar seg inne i hyfene av andre soppar utan å gjere serleg skade i tidlege utviklingsstadier.

B) Biotrofe mykoparasittar med haustoria. Dei fleste kjente mykoparasittar med haustoria høyrer til Mucorales og parasitterer andre arter innan same orden.

C) Biotrofe kontakt-mykoparasittar. Desse utviklar ikkje hyfer inne i verten, men skaffar seg næring gjennom hyfekontakt. Det er førebels funne relativt få av desse, men Barnett

og Binder postulerer at dei kan vere meir vanlege i naturen.

Dei første to gruppene er av liten interesse i plantepatologien, men i den siste gruppa er det noen interessante hyperparasittar.

Nekrotrofe mykoparasittar

Hjå noen nekrotrofe mykoparasittar er hyfer av andre soppar berre eit supplement til ein saprofyttisk levemåte. Andre har soppar som sitt viktigaste næringsgrunnlag. Dei nekrotrofe mykoparasittane er ei heterogen samling av soppar med representantar frå dei fleste hovedgrupper. Dei kan i regelen dyrkast på kulturmedia, og mange har god saprofyttisk overlevingsvevne.

Sjølvs om nekrotrofe parasittar ikkje er avhengige av verten for å vekse, blir veksten ofte stimulert av mottakelege soppar. Fleire nekrotrofe arter er hyperparasittar av stor interesse som biologiske rådgjerder mot plantepatogen. Nedanfor skal eg gje noen eksempel på studiar av hyperparasittar på plantepatogene soppar.

Hyperparasittar på sklerotiar

Det er hevda at hyperparasittar kan ha mest for seg som middel mot overlevingsstrukturar hos soppar. Sklerotiar av soppar er næringsgrunnlag for visse spesialiserte hyperparasittar. Dei fleste granskningar av hyperparasittar på sklerotiar er utførte i laboratoriet. I feltforsøk fann Turner og Tribe (1976) at opptil 65% av sklerotiane til kløverråtesoppen (*Sclerotinia trifoliorum*) vart øydelagte etter smitting med *Coniothyrium minitans*. Ahmed og Tribe (1977) viste at den same hyperparasitten var like god som calomel for

å beskytte frøplanter av lauk mot *Sclerotium cepivorum*.

Huang (1980) fann at *C. minitans* var den mest effektive av tre hyperparasittar på sklerotia av *Sclerotinia sclerotiorum*. I feltforsøk gjennom tre år vart *C. minitans* tilført samtidig med såing av solsikke, og det reduserte visnesjuke i solsikke og avlingstapa framkalla av *S. sclerotiorum*. Ascosporeinfeksjonen gjennom lufta vart ikkje redusert. Huang konkluderer frå det at hyperparasitten verkar på sklerotiar i jorda.

I dei nye hybride kveitesortane som er laga i USA har mjølauke (*Claviceps purpurea*) blitt eit aukande problem. Mower *et al.* (1975) fann at eit isolat av *Fusarium sambucinum* var ein effektiv parasitt på sklerotiane av *C. purpurea*. Inokulering på honningdoggstadiet hindre utvikling av sklerotiane. Hyperparasitten hadde og evne til å bryte ned dei giftige alkaloida i sklerotiane til inerte stoff.

Andre eksempel

Mange *Pythium*-arter er mykoparasittar, og noen av dei har eit stort vertregister. *Pythium oligandrum* er kjent både som plantepatogen og hyperparasitt på mellom anna rotdrearsoppen *Gäumannomyces graminis* og *Pythium*-arter. Vesely (1977) fann at *P. oligandrum* ikkje skader frøplanter av sukkerbete. I karforsøk med ikkje-steril jord reduserte *P. oligandrum* rotbrann framkalla av *P. ultimum* og *P. debaryanum*. Beising av sukkerbetefrø med *P. oligandrum* hadde ikkje fullt så god verknad som beising med thiram.

I Canada er *Verticillium*-stadiet av *Nectria inventa* vanleg på blad av raps. Tsuneda og kollegaer (1976) viste at i dyrkingsmedia er *N. inventa* ein effektiv parasitt på stor skulpesopp (*Alternaria brassicae*). I infeksjonsforsøk på raps vart *N. inventa* og *A. brassicae*

tilført samtidig, men hyperparasitten ga ingen signifikant reduksjon av angrepa av stor skulpesopp. Grunnen til dette var at *A. brassicae* starta infeksjon 12 t etter smitting, medan *N. inventa* trong mye lengre tid på infeksjon av skulpesoppen. På avklipte blad av raps hadde derimot hyperparasitten betre verknad. Forfatarne hevdar at dette kom av lekkasje av næringsstoff frå avklipte blad, og at det kan vere grunn til å prøve tilføring av næring ved smitting med sporesuspensjonar av hyperparasitten.

Hyperparasittar på rustsoppar

Eudarlucacaricis med pycnidiestadiet *Darlucafilium* er ein vanleg hyperparasitt på rustsoppar. Kranz (1973) har publisert ei liste over 226 rustsoppar som kan vere vertar for *D. filium*. *D. filium* kan infisere uredinia før sporane bryt gjennom epidermis. Under optimale vilkår på friland kan uredinia bli heilt dekkja av hyperparasitten og utviklinga av telia blir hemma.

D. filium er mest utbreidd i tropiske og subtropiske strøk. I Minnesota prøvde Swendrud og Calpouzos (1972) *D. filium* mot brunrust i kveite. Smitting med hyperparasitten samstundes med eller tre dagar etter smitting med brunrust, ga best infeksjon. Høg luftfuktigheit dei første to vekene etter smitting auka parasitteringa. Nyleg har Menggen (1979) i Vest-Tyskland funne at *Verticillium lecanii* er ein effektiv hyperparasitt på gulrust.

Ein hyperparasitt på mjøldogg

På mjøldogg på både ville og dyrka planter forekjem hyperparasitten *Ampelomyces quisqualis*. Dette er ein nekrotrof parasitt på ei gruppe av strengt biotrofe planteparasittar. Vidare er *A. quisqualis* langt mindre spesialisert enn sine mjøldoggvertar. Eigne smitteforsøk med isolat av

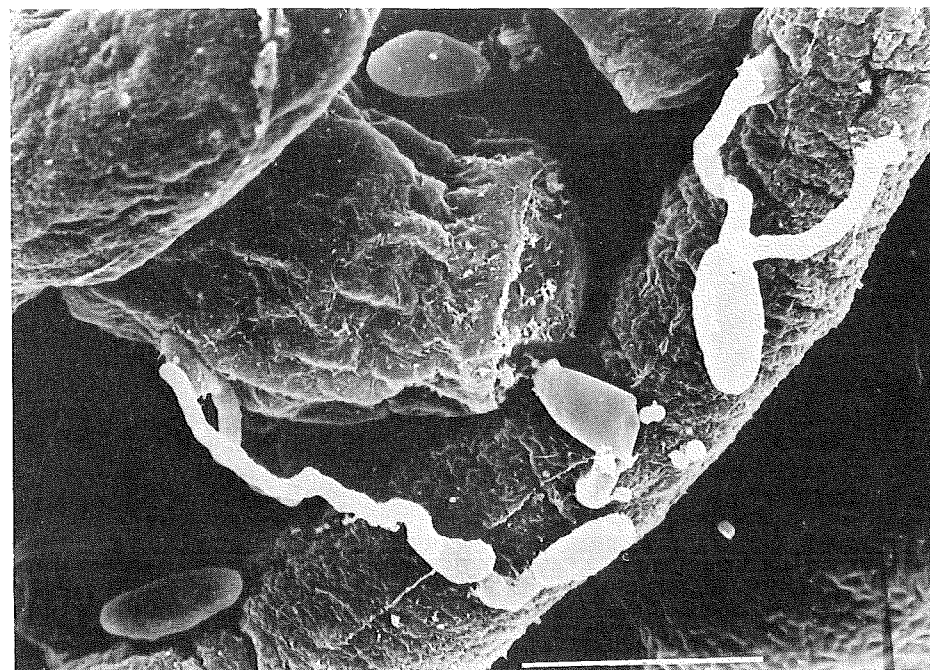


Fig. 1. Hyperparasitten *Ampelomyces quisqualis* på hyfer og konidiar av agurkmjøldogg (*Sphaerotheca fuliginea*) 24 timar etter inokulering. Kvit strek = 1 μ m.

hyperparasitten fra andre mjøldoggarter har gitt god infeksjon på agurkmjøldogg (*Sphaerotheca fuliginea*).

A. quisqualis spirer raskt på hyfer og konidiekjeder av mjøldogg. Fig. 1 viser konidiar av hyperparasitten som har spirt og infisert agurkmjøldoggen *S. fuliginea* 24 timar etter smitting med ein konidiesuspensjon. Spirehyfene utviklar appressorium-liknande strukturar før infeksjonen av konidiar og hyfer på verten (fig. 2). I mjøldogg-hyfen og konidiekjedene veks hyperparasitten frå celle til celle. Vi har resultat som tyder på at hyperparasitten blir spreidd med mjøldoggkonidiar.

Det har vore gjort fleire forsøk på å bruke hyperparasitten som middel mot mjøldogg. I sprøyteforsøk mot mjøldogg på veksthusagurk fekk Jarvis og Slingsby (1977) god verknad av hyperparasitten kombinert med brusing av plantene. Phillip og Crüger (1979) prøvde hyperparasitten mot mjøldogg på frilandsagurk. Dei fekk best parasittering i periodar med høg luftfuktigheit. Det er meldingar frå Sovjet om god verknad av hyperparasitten mot eplemjøldogg, men resultatata frå litteraturen tyder helst på at hyperparasitten er mest aktuell i kontrollert klima.

Våre forsøk har mellom anna vist at hyperparasitten har betre verknad ved

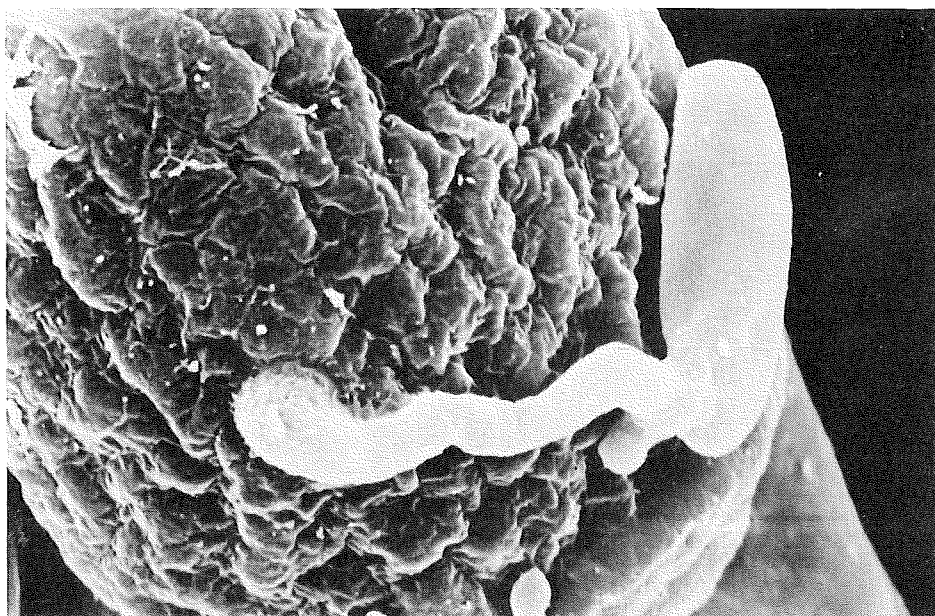


Fig. 2. Konidie av hyperparasitten *Ampelomyces quisqualis* har spirt og utvikla appresorium på konidie av agrurkjøldogg 24 timar etter inokulering. Kvit strek = 1 μ m.

21°C enn ved 18°C eller 24°C. Vassmetta luft er nødvendig for infeksjonen, men det er nok med 12 t metta atmosfære for å få god infeksjon. I eit sprøyteforsøk mot agurkmjøldogg på veksthusagurksorten 'Farbiola' ga hyperparasitten avlingsauke over usprøyta kontroll. Chinomethionat åleine eller kombinert med sprøyting med hyperparasitten ga størst avling (tabell 1).

Konklusjon

I litteraturen kan ein lese om fleire forsøk på å nytte hyperparasittar som plantevernmiddel. I noen tilfelle har det resultert i praktisk brukbare metodar. Andre hyperparasittar fortener meir inngående studiar.

Tabell 1. Angrep av agurkmjøldogg (*Sphaerotheca fuliginea*) og avling gjennom to år i eit sprøyteforsøk med chinomethionat og hyperparasitten *Ampelomyces quisqualis*. (Mjøldoggangrepet er gradert på ein skala fra 1—5 med 5 som maksimalt angrep.)

Forsøksledd	Mjøldogg	Kg avling/plante
Kontroll, usprøyta	5	3,5
Chinomethionat	1,3	4,1
Chinomethionat + hyperparasitt	2,0	4,1
Hyperparasitt	4,3	3,8

Litteratur

- Ahmed, A. H. M., and H. T. Tribe, 1977. *Pl. Path.* 26, 75—78.
 Barnett, H. L., and F. L. Binder, 1973. *Annu. Rev. Phytopathol.* 11, 273—292.
 Huang, H. C., 1980. *Canad. J. Plant. Path.* 2, 26—32.
 Jarvis, W. R., and K. Slingsby, 1977. *Pl. Dis. Repr.* 61, 728—730.
 Kranz, J., 1973. *Nova Hedwigia* XXIV, 169—180.
 Mendgen, K., 1979. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstw.* Berlin Dalem. Heft 191, 301—302.

- Mower, R. L. et al., 1975. *Phytopathology* 65, 5—10.
 Phillipp, W. D., and G. Crüger, 1979. *Z. PflKrankh. Pfl. Schutz* 86, 129—142.
 Swendrud, D. P., and L. Calpouzos, 1972. *Phytopathology* 62, 931—932.
 Tsuneda, A., W. P. Skoropad, J. P. Tewari, 1976. *Phytopathology* 66 (9), 1056—1064.
 Turner, G. J., and H. T. Tribe, 1976. *Trans. Br. mycol. Soc.* 66, 97—105.
 Veselý, D., 1977. *Phytopath. Z.* 90, 113—115.

(Manus inkom 27 oktober 1980)

SUNDHEIM, L., 1981. Hyperparasitism in fungi. — *Væxtskyddsnotiser* 45 (2), 57—61.

Some examples of hyperparasitism in biological control of plant pathogenic fungi are discussed. In a Norwegian trial with the powdery mildew *Sphaerotheca fuliginea* on greenhouse cucumber, the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* increased yield over the unsprayed control, but less than chinomethionat.

Intra-spesifikk antagonisme hos sopporganismer

Kåre Årsvoll, Statskonsulent i plantevern, N-1432 Ås-NLH

Antagonisme vert av dei fleste oppfatta som den hemjing aktiviteten hos ein organisme påfører ein annan organisme tilhøyrande ein annan art. Mindre kjent er det faktum at dette fenomenet også kan førekomme mellom individ innan same arten, vi kan kalle det »intra-spesifikk» eller »innan-art» antagonisme. Alt i 1923 omtalte den engelske forskaren Cayley (1923) dette fenomenet som »aversion», og seinare har bl.a. japanarane Nukina & Marumo (1976) påvist gjensidig hemjing av mycelvekst i kultur for ulike isolat innan same arten hos ei rekkje sopp.

Redusert aggressivitet hos intra-spesifikke isolatblandingar

Ved resistensprøving av plantemateriale har det vore tilrådd å blande saman isolat frå fleire lokalitetar for å få ei brei samansetjing av inokulum og dermed simulere naturlege tilhøve i størst mogleg grad. I egne granskingar vart dette forsøkt som ledd i arbeidet med å tilpasse sikre laboratoriemetodar for prøving av resistens mot overvintringssopp på gras.

Tabell 1. Prosent skade på *Phleum pratense* planter inokulerte med fire isolat, kvar for seg og i blanding, av *Typhula ishihariensis*, *T. incarnata*, *Fusarium nivale* og *Sclerotinia borealis*. (Etter Årsvoll 1976.)

Patogen	Isolat nr./blanding				
	1	2	3	4	1+2+3+4
<i>Typhula ishihariensis</i>	96,1	99,0	98,7	93,7	115,0
<i>Typhula incarnata</i>	96,2	70,6	94,9	88,3	46,0
<i>Fusarium nivale</i>	75,9	82,9	96,5	87,8	86,8
<i>Sclerotinia borealis</i>	89,6	81,9	78,4	89,3	87,1

Resultat frå infeksjonsforsøk i timotei (*Phleum pratense*) synte at aggressive isolat av *Typhula ishihariensis* var. *ishihariensis* frå ulike lokalitetar mista aggressiviteten når dei vart blanda (Årsvoll 1975). Vidare infeksjonsforsøk med isolat av denne varieteten og av var. *canadensis* synte tilsvarande resultat (Smith & Årsvoll 1975). Liknande reduksjon i aggressiviteten hos isolatblandingar av den kanadiske overvintringssoppen »low-temperature basidiomycete» (LTB), vart samstundes og uavhengig av oss påvist av Lebeau (1975) i infeksjonsforsøk med lusern (*Medicago sativa*). I vidare egne granskingar (Årsvoll 1976) vart antagonisme likeins påvist mellom isolat innan *T. incarnata*, men derimot ikkje innan *Fusarium nivale* og *Sclerotinia borealis* (tabell 1). Isolat av *T. ishihariensis* var. *ishihariensis* frå same engfelt, jamvel frå ruter på 1 m² storleik, synte seg imellom sterk grad av antagonisme, noko som tyder på ekstrem intra-spesifikk variasjon hos denne sopparten (tabell 2, fig. 1).

Dette fenomenet er også observert i grasmark naturleg infisert med hekse-

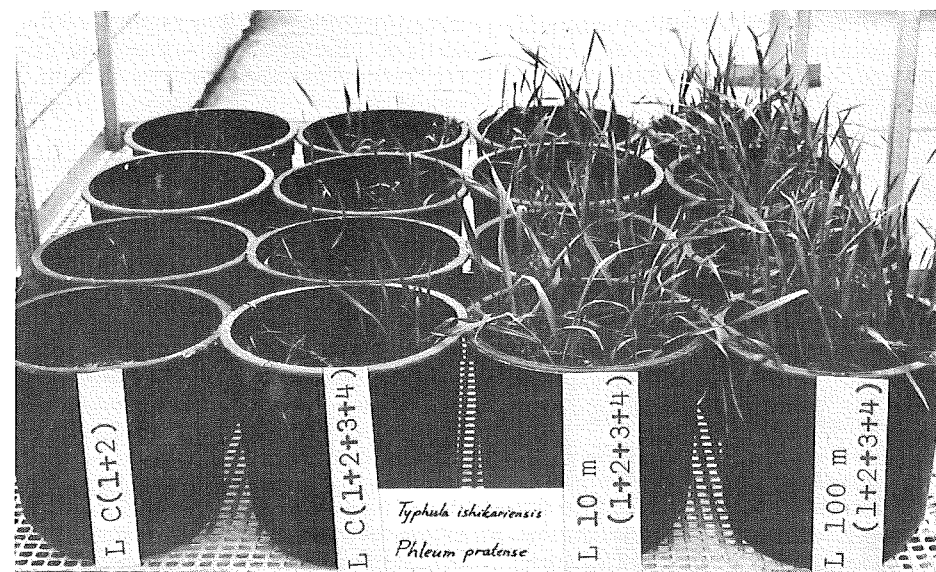


Fig. 1. Skade på *Phleum pratense* planter inokulerte med isolatblandingar frå eit engfelt på Løken. To isolat [L C (1+2)] og fire isolat [L C (1+2+3+4)] frå ei sentrumsrute på 1 m² storleik, fire isolat diagonalt ut 10 m [L 10 m (1+2+3+4)] og 100 m [L 100 m (1+2+3+4)] frå sentrumsruta.

Tabell 2. Prosent skade på *Phleum pratense* planter inokulerte med fire isolat, kvar for seg og i blanding, av *Typhula ishihariensis* frå ruter på 1 m² storleik. (Etter Årsvoll 1976.)

Lokalitet	Isolat nr./blanding					
	1	2	3	4	1+2	1+2+3+4
Bjerkåsen (900 m o.h.)	76,5	90,6	85,1	95,1	<5,0	<5,0
Berset (1.000 m o.h.)	97,4	95,7	89,1	98,5	19,3	<5,0
Løken (500 m o.h.)	97,2	99,1	86,3	87,7	99,3	66,5

ringsoppen *Marasmius oreades* og med LTB (Smith & Årsvoll 1975, Smith 1980).

Biokjemisk verknadsmekanisme bak intra-spesifikk antagonisme

Så langt ein kjenner til på synest verknadsmekanismen bak intra-spesifikk antagonisme å vere antibiose, utskiljing av metabolittar som hemjar veksten hos andre isolat eller stammer

av soppen, men som produsenten sjølv er tolerant for, på same måten som for vanleg antibiose mellom ulike artar. Nukina & Marumo (1976) har isolert og kjemisk karakterisert slike hemjingsstoff eller »aversion factors» hos *Cochliobolus setariae*. Dei granska to isolat som gjensidig hemja veksten hos kvarandre. Frå den eine soppkulturen isolerte dei eit labilt stoff som besto av to komponentar, a) prehelminthosporol, ein tidlegare kjend metabolitt frå

denne sopparten og frå *C. sativus*, og b) prehelminthosporal. Frå den andre kulturen isolerte dei ophiobolin A, som er ein kjend metabolitt frå fleire *Cochliobolus*- og *Drechslera*-artar. Ophiobolin A hindra veksten av det andre soppisolatet fullstendig ved ein konsentrasjon på 3 ppm, medan produsentisolatet sjølv voks like bra ved 500 ppm. På den andre sida hindra det labile to-komponentstoffet veksten hos motparten ved 25 ppm, medan produsenten sjølv tolte 100 ppm. Prehelminthosporal åleine synte seg å vere meir toksisk overfor eigen produsent enn det kombinerte stoffet, men denne komponenten vart aldri isolert frå eige kulturfiltrat. Dei japanske forskarane drog den slutninga at produsentisolatet omdanna prehelminthosporal med høg toksisitet til prehelminthosporal med låg toksisitet for å kunne oppretthalde sin eigen normale mycelvekst, ei evne det andre isolatet mangla.

Utnytting av intra-spesifikk antagonisme i biologisk bekjemping

Smith (1980) har med lovande resultat utnytta fenomenet med intra-spesifikk antagonisme for praktisk bekjemping av hekseringsoppen *Marasmius oreades* i plen i Canada. Ved å frese opp og smuldre og blade jorda godt i sterkt infiserte felt oppnådde han full kontroll med sjukdomen; gjennom multiple infeksjonar eliminerte soppen seg sjølv.

I ymse kulturar er det vist at plantene kan vernast mot sjukdomsåtak ved å inokulere dei med avirulente eller svakt aggressive stammer av vedkomande patogen, såkalla »cross-protection». Mekanismen bak dette fenomenet er ikkje fullstendig klårlagt. I mange høve kan forklaringa vere reell »indusert resistens» i vertplanta.

Men i somme høve kan kanskje intra-spesifikk antagonisme vere den verkeleg kontrollerande faktoren, på liknande måte som for vanleg antagonisme mellom artar.

Det er behov for meir grunnleggjande kunnskapar kring antagonisme generelt, og kring fenomenet intra-spesifikk antagonisme, for betre å forstå dei kompliserte biologiske samspela i naturen, noko som er avgjerande for vidare framgang i arbeidet med biologisk bekjemping.

Litteratur

- Cayley, D. M., 1923. The phenomenon of mutual aversion between monospore mycelia of the same fungus (*Diaporthe perniciosus* Marchal). With a discussion of sex-heterothallism in fungi. — *J. Genetics* 13: 353—370.
- Nukina, M. & S. Marumo, 1976. Aversion factors, antibiotics among different strains of a fungal species. Aversion factors of *Cochliobolus setariae*. — *Agr. Biol. Chem.* 40: 2121—2123.
- Smith, J. D., 1980. Is biological control of *Marasmius oreades* fairy rings possible? — *Plant disease* 64: 348—354.
- Smith, J. D. & K. Årsvoll, 1975. Competition between basidiomycetes attacking turf grasses. — *J. Sports Turf Res. Inst.* 51: 46—51.
- Årsvoll, K., 1975. Resistensbiologiske granskningar i gras. — *Nord. JordbrForsk.* 57: 516—521.
- Årsvoll, K., 1976. Mutual antagonism between isolates of *Typhula ishikariensis* and *Typhula incarnata*. — *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 55: (19). 6 s.

(Manus inkom 22 desember 1980)

ÅRSVOLL, K., 1981. Intra-specific antagonism in fungi. — *Væxtskyddsnotiser* 45 (2), 62—65.

Mutual inhibition of mycelial growth by growing colonies of different strains of the same fungus species has been reported for several kinds of fungi. This phenomenon has been designated as "aversion" or "barrage".

When used in infection studies inoculum containing a mixture of highly aggressive isolates of the snow mould fungi *Typhula ishikariensis* Imai, *T. incarnata* Lasch ex Fr., and the Canadian "low-temperature basidiomycete" ("LTB"), respectively, was almost ineffective or showed significantly reduced aggressiveness. No reduction in pathogenicity was found in isolate mixtures of *Fusarium nivale* Fr. (Ces.), nor of *Sclerotinia borealis* Bubák & Vleugel.

Mutual inhibition has also been observed in turf naturally infested with the fairy ring fungus *Marasmius oreades* (Bolt ex Fr.) Fr. and the LTB.

The biochemical mechanism of intra-specific antagonism in fungi is likely to be antibiosis, production of metabolites or staling substances that selectively causes inhibition of growth of opposite isolates or strains of the fungus, which the producer itself tolerates.

A fairy ring control technique based on utilization of mutual antagonism has been successfully demonstrated in Canada. More fundamental knowledge of antagonism generally and of the phenomenon of intra-specific antagonism is needed for a better understanding of the great complexity of biological interactions, in order to achieve successful progress in the work of biological control of plant pathogens.

Biologisk kontroll av *Botrytis cinerea* på jordbær og eple

Arne Trønsmo, Mikrobiologisk institutt, Norges Landbrukshøgskole, N-1432 Ås-NLH, Norge

Botrytis cinerea (gråskimmel, gråmøgel) er en alvorlig skadeorganisme på en rekke planter. Skadene kan i de fleste tilfeller reduseres med kjemiske plantevernmidler, men behandlingen kan i enkelte tilfeller slå feil. Spesielt dramatisk har det forekommet når *B. cinerea* har utviklet resistens mot systemiske fungicider. Finnes det alternative bekjempelsesmåter?

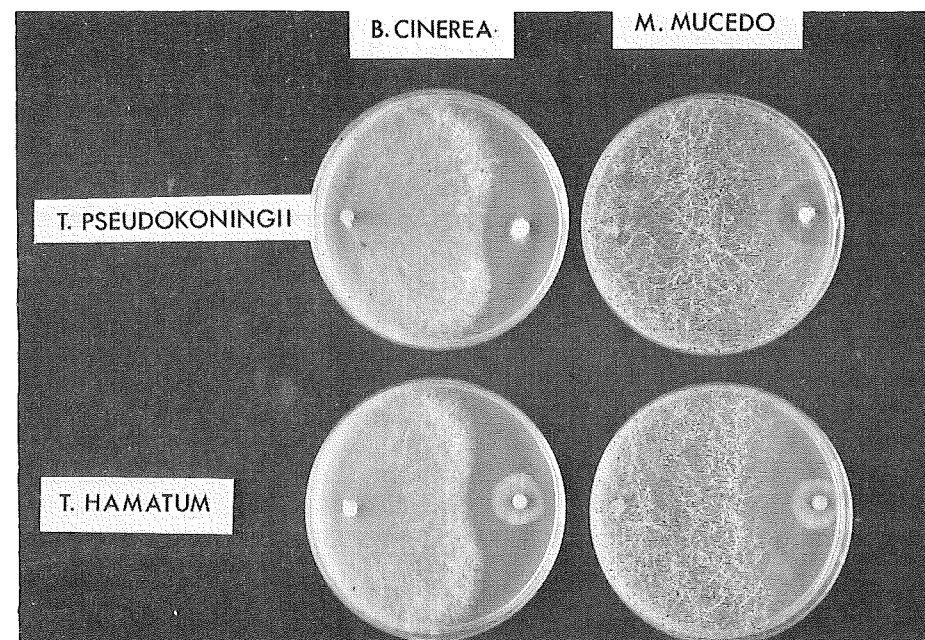
B. cinerea kan vanskelig direkte angripe en frisk plante, men den angriper lett svekkede planter eller døende plantedeler, for eksempel blomsterrester. Fra disse plantedelene er så soppen (svampen) i stand til å vokse over i friske plantedeler og føre til sykdom.

Vanligvis må det være høy fuktighet rundt plantene for at det skal bli gråskimmelangrep. Dette kommer av at *B. cinerea* infiserer plantene ved hjelp av sine konidiesporer. For at disse skal kunne spire må det være høy fuktighet. Jarvis (1962) nevner at det er nødvendig med minst 8 timer med fritt vann rundt konidiene for at de skal kunne etablere seg på planten. Angrep kan imidlertid også forekomme hvis platen ligger i kontakt med andre infiserte plantedeler, for eksempel hvis jordbær ligger i kontakt med fjorårsblad infisert av gråskimmelorganismen.

Konkurransen mellom *B. cinerea* og andre mikroorganismer på planteoverflatene

Når en konidiespore treffer en plan-

te vil den ikke være alene. På planteoverflatene vil det alltid være andre mikroorganismer, slik som saprofytiske bakterier og sopp. Kan dette ha noen betydning for om *B. cinerea* kan etablere seg? Mye tyder på at det har betydning. Blant annet er det vist at bakterier som finnes på bladoverflaten av bete kan hindre spiring av *B. cinerea*s konidiesporer selv om konidiene kan spire i rent vann. Grunnen er at før konidiene kan spire må de trekke til seg vann. Dette fører til at en del av reservenæringen i sporene lekker ut. På bladoverflaten er det lite tilgjengelig næring, og bakteriene tar meget raskt og effektivt opp den næringen som lekker ut. Det blir da for lite næring igjen til *B. cinerea* og den er derfor ikke i stand til å spire (Sztejnberg and Blakeman 1973). Andre mer aktive former for konkurranse kan også forekomme ved at sapprofytter skiller ut hemmende forbindelser (Figur 1) eller ved direkte parasittisme på patogenen (Figur 2). Mye tyder på at disse antagonistiske effektene fra andre mikroorganismer kan dempe sykdomsutbrudd i usprøytete plantefelt. Denne kontroll muligheten vil dessverre ofte bli redusert etter fungicid behandling, fordi fungicidene også dreper nyttige mikroorganismer. Et interessant spørsmål er derfor om den naturlige konkurransen mot skadelige mikroorganismer kan utnyttes i praktisk plantevern, enten som eneste bekjempelsesmetode eller som del av en integrert kontroll av sykdommer og skadedyr.



Figur 1. Utskillelse av vannløselige inhibitorer. *Trichoderma pseudokoningii* og *Trichoderma hamatum* er podet på høyre side av skålene, mens *Botrytis cinerea* og *Mucor mucedo* er podet på venstre side. Når soppene vokser mot hverandre ser vi at veksten til *B. cinerea* og *M. mucedo* hemmes når de nærmer seg *Trichoderma* koloniene.

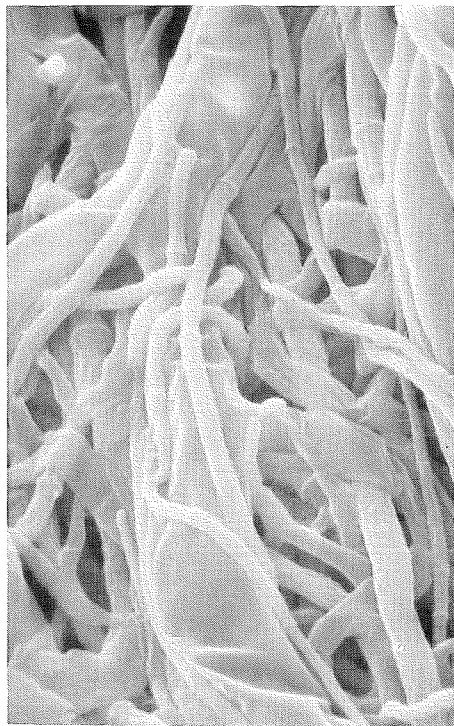
Utnyttelse av konkurranse mellom mikroorganismer

Hvordan kan vi best utnytte dette naturlige forsvar mot sykdomsangrep? Det er flere mulige veier å gå. Man kan for eksempel utnytte de organismene som naturlig er til stede på bladoverflaten. Dette kan gjøres ved å tilføre næring slik at de bedre blir i stand til å konkurrere, eller man kan tilføre større mengder av disse organismene. En annen metode er å tilføre andre organismer som ikke hører naturlig hjemme på planteoverflatene, men som er effektive i konkurransen mot patogene organismer (antagonister). Jeg har selv valgt å forsøke den siste metoden og har brukt isolater av sopp-slekten *Trichoderma*, som er kjent for å ha mange isolater med gode antagonistiske egenskaper.

Innledende feltforsøk på eple og jordbær

De første forsøkene ble startet i 1975 med et *Trichoderma* isolat (*T. pseudokoningii*) som ved en tilfældighet ble isolert fra et nedfallent eple. Dette isolatet viste gode antagonistiske egenskaper i laboratoriet ved at det skilte ut vannløslige (Figur 1) og flyktige inhibitorer og ved kraftige hyfeinteraksjoner mot *B. cinerea* (Figur 2) (Trønsmo and Raa 1977 b). *Trichoderma* isolatet var også i stand til å hindre råteutvikling i eple når den ble inokulert sammen med *B. cinerea* i utstansede hull i eple.

Ved biologisk kontroll av en sopp-sykdom er det nødvendig å hindre parasitten i å trenge inn i planten. Behandlingen må derfor utføres i infeksjonsperioden, helst bør antagonis-



Figur 2. *Trichoderma pseudokoningii* (tynne hyfer) tvinner seg rundt og trenger inn i *Botrytis cinerea* (tykke hyfer).

ten være etablert på planten før parasitten kommer. Kjennskap til når parasitten angriper planten er derfor nødvendig. For *B. cinerea* på epler er det vist at den infiserer planten i blomstringsperioden (Tronsmo and Raa 1977 c). Også for jordbær er hovedinfeksjonen i blomstringen (Powelson 1960, Jarvis 1962). Antagonisten ble derfor påført plantene under blomstringsperioden.

Antagonisten ble sprøytet på plantene som en konidiesuspensjon. Denne ble laget på følgende måte: *Trichoderma* isolatet ble dyrket 10 dager i lys på en film av 2% maltagar i flasker ved 20°C. Konidiesporene blir så ristet ut i vann, filtrert og fortynnet til 10⁷ sporer/ml. (En 150 ml flaske med agar på alle sidene gir ca. 1 liter sporesuspensjon med 10⁷ sporer/ml). I noen eksperimenter ble spredemidlet Tween 80 og/eller en næringssuspensjon tillsatt sporeløsningen. Nylaget sporeløsning ble så sprøytet på jordbærplantene eller epletrærne med håndsprøyte 3–4 ganger i blomstringsperioden. Kontrollplantene var usprøytet, eller de ble sprøytet med fungicid (Euparen).

I 1975 hadde 32% av eplene på kontrolltrærne begerråte, og dette ble økt til 61% etter kunstig infeksjon med *B. cinerea*. *Trichoderma pseudokoningii* behandlingen reduserte den kunstige infeksjonen til 43% men den førte ikke til noen reduksjon av den naturlige infeksjonen (Tronsmo and Raa 1977 b). På jordbær derimot ble den naturlige infeksjonen redusert fra 11 til 7% av *T. pseudokoningii* behandlingen, mens dichlofluanid reduserte infeksjonen til 3% (Tronsmo 1976). Vi ser således at både *T. pseudokoningii* og dichlofluanid reduserte den naturlige infeksjonen på jordbær under feltbetingelser, men *Trichoderma* var ikke like effektiv som det kjemiske fungicidet. Vi lurte på om denne relativt dårlige effekten av den biologiske kontrollen kunne skyldes lav temperatur under blomstringsperioden, fordi minimum veksttemperatur på det *Trichoderma* isolatet vi brukte var 9°C, mens den gjennomsnittlige minimum og maksimumtemperatur i blomstringsperioden i 1975 var henholdsvis 7,7 og 13,2°C.

Nye kontrollforsøk på jordbær

Da isolatet vi brukte i 1975 ikke hadde egnet temperaturkrav for feltforsøk i Norge, begynte vi å undersøke *Trichoderma* isolater fra kultursamlingen for å finne slike isolater (Tronsmo & Dennis 1978). Av 54 isolater valgte vi ut de fem isolatene som var de beste antagonister ved lav temperatur i laboratoriet til utprøving under feltbetingelser.

TABELL 1. Effekten av biologisk og kjemisk kontroll på råte på jordbær (C.V. Cambridge Favorite) forårsaket av *Botrytis cinerea* og *Mucor mucedo*. Plantene ble sprøytet i blomstringsperioden (14., 28. mai og 11. juni 1976) med 0,1% Dichlofluanid eller *Trichoderma* (10⁷ konidier/ml) i 1% sucrose og 0,01% Tween 80. Det var 4 gjentak og 14 planter i hvert gjentak.

Behandling	Totalt antall bær	% råte		Totalt
		<i>B. cinerea</i>	<i>M. mucedo</i>	
Kontroll	1966	19	2	21
Dichlofluanid	2130	11	3	13
<i>T. pseudokoningii</i> 13	2054	15	3	18
<i>T. hamatum</i> 85	2304	12	2	14
<i>T. harzianum</i> 107	2424	11	2	12
<i>T. viride</i> 2611	1841	14	2	16
<i>T. viride</i> 1	2181	12	1	12
LSD 0,05		5,0	2,5	4,5

Tabell 1 viser resultatene fra dette forsøket. Total råte på kontrollplantene, hvorav 2% råte var forårsaket av *Mucor mucedo*, var 21%. To av isolatene *T. viride* 1 og *T. harzianum* 107 reduserte den naturlige råteinfeksjonen like effektivt som fungicidbehandlingen (Tronsmo & Dennis 1977).

I dette forsøket var *Trichoderma* sporene løst i 0,01% Tween 80 og 1% sukrose. For å teste om sukrose i sporeløsningen har noen effekt på kontrolleffektiviteten ble et lite eksperiment satt opp. Forsøket viste at den beste effekten ble oppnådd uten sukrose i sporeløsningen. Dette var litt uventet fordi i 1975 ble det bedre kontroll med sukrose i sporeløsningen enn uten. Nye eksperimenter har blitt satt opp for å teste effekten av ulike tilsetninger til sporeløsningen. Men vi har enda ikke vært i stand til å finne den optimale næringstilsetning, enten fordi sykdomsangrepet har vært for lavt til å se noen effekt av behandlingene, eller det har ikke vært noen signifikant effekt av behandlingen med ulik næringstilsetning. Vi kan derfor enda ikke si sikkert om næringstilsetningen har noen merkbar virkning på effekten av den biologiske kontrollen

på jordbær, eller om andre faktorer som for eksempel klima har større betydning.

Soppfloraen på jordbær

I tillegg til å registrere råte på jordbær i felt ble det også foretratt registrering av soppfloraen på blad, blomster og bær (Tabell 2). Soppfloraen ble bestemt ved platespredning. *Trichoderma* sprøytingen ble bare foretatt i blomstringsperioden, men til tross for det ble *Trichoderma* alltid funnet på *Trichoderma* behandlede planter selv om siste sprøyting ble foretatt nesten et år før. Dette viser at *Trichoderma* kan etablere seg på jordbærplantene og at den er i stand til å overleve på plantene gjennom vinteren. Mengden av *Trichoderma* var imidlertid størst på blomstene og det er antagelig der den viktigste biologiske kontrollen skjer, ved at *Trichoderma* hindrer *Botrytis* i å etablere seg på blomsterdelene. *Trichoderma* ble også funnet på bærene, men antallet var imidlertid mye mindre enn antallet saprofytiske organismer og utgjorde vanligvis mindre enn 1% av antall sopper på bæroverflaten. Om tilstedeværelsen av *Trichoderma* på bærover-

TABELL 2. Effekt av Dichlofluamid (D) og *Trichoderma harzianum* 107 på sopp isolert ifra jordbær-blad, blomster og bær (c.v Senga sengana) på Kirkejordet, Ås-1979. Plantene ble sprøytet med Dichlofluamid den 7/6, 14/6, 22/6, og med *T. harzianum* den 8/5, 22/5, 7/6, 13/6, 19/6, 25/6 og 29/6 -79.

	(log 10 organismer/g plantemateriale)																				
	BLAD		BLOMST		BÆR		BÆR		BÆR		BLAD										
	26.04.79		19.06.79		11.07.79		20.07.79		24.07.79		31.07.79		24.08.79								
	K	D	T.h	K	D	T.h	K	D	T.h	K	D	T.h	K	D	T.h						
<i>Botrytis cinerea</i>	4,7	4,9	4,6	3,8	—	3,0	3,6	2,7	3,2	3,3	2,5	3,3	3,5	3,5	3,7	4,4	3,6	3,7	3,6	3,7	3,7
<i>Phycomyceter</i>	3,0	3,3	2,7	3,4	—	3,0	—	1,3	—	2,7	2,2	1,2	2,7	2,9	2,2	3,7	3,6	2,6	2,9	3,2	3,3
<i>Penicillium</i> sp	2,9	4,1	2,6	5,1	3,3	—	1,3	—	1,3	3,8	3,2	3,2	3,1	—	1,8	3,1	2,7	—	4,3	2,6	3,1
<i>Cladosporium</i> sp	6,6	6,5	6,2	4,4	4,3	3,8	5,2	3,2	3,9	5,1	4,5	4,9	4,8	4,4	4,9	5,2	4,6	5,3	5,7	5,1	5,9
<i>Aureobasidium pullulans</i>	5,3	3,3	4,6	4,6	2,8	—	1,6	1,1	1,8	3,5	1,7	3,3	2,5	3,3	3,3	4,4	2,6	4,1	4,6	2,8	3,5
<i>Alternaria</i> sp	3,7	3,7	4,4	2,8	—	—	1,3	—	1,8	1,6	—	—	1,3	1,1	2,0	2,7	—	—	—	—	—
Gjær	7,1	7,0	6,6	5,8	3,5	3,0	4,6	3,4	3,5	5,5	5,1	5,0	5,3	5,5	4,9	5,9	6,4	5,9	6,9	6,7	6,5
<i>Trichoderma</i> sp	—	—	2,7	4,0	4,2	5,3	2,3	3,2	3,4	2,0	1,7	3,4	1,8	—	2,5	1,6	1,4	2,4	3,4	2,8	3,1
Totalt antall	7,2	7,0	6,8	6,0	5,0	5,3	5,3	3,6	4,2	5,6	5,2	5,3	5,4	5,5	5,2	6,1	6,4	6,1	7,0	6,7	6,6

flaten under fruktmodningen har noen effekt på den biologiske kontrollen er ikke kjent, men dette vil bli nærmere undersøkt.

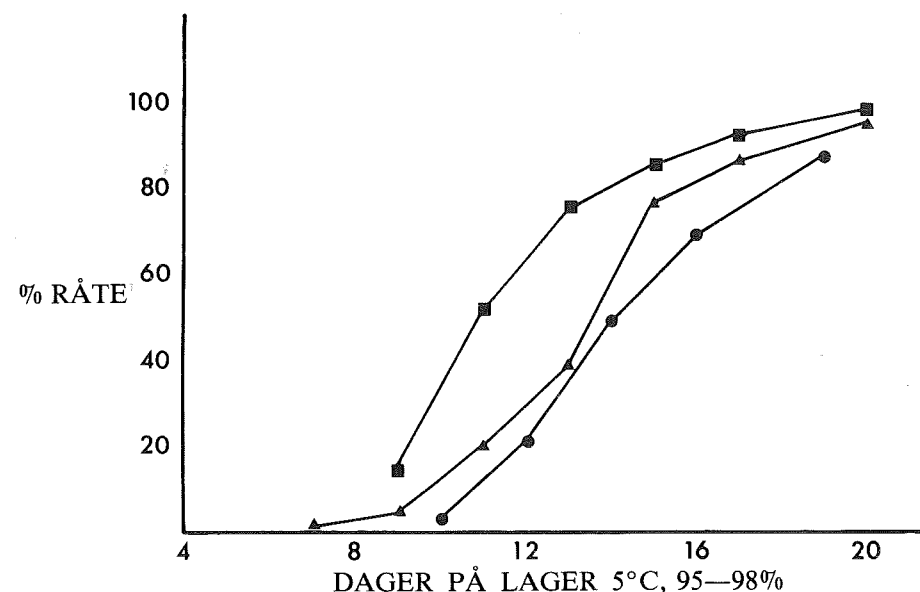
Lagring av jordbær

Lagringsegenskapene til jordbærene ble undersøkt ved at bærene ble lagt enkeltvis i fuktig kammer ved 5°C. Disse forsøkene har gitt varierende resultat i ulike sesonger med hensyn til effekten av de ulike behandlinger i felt. I 1976 hvor *Trichoderma* behandlingen ga god effekt i feltforsøkene, startet de ubehandlede bærene å råtne tidligere enn de dichlofluamidbehandlede (Figur 3) men de *T. viride* i behandlede bærene hadde enda bedre lagringsegenskaper. I andre år når *Trichoderma* behandlingen ikke reduserte råten i felt, ble det ingen effekt på den totale råteutviklingen på lageret, men behandlingen påvirket hvilken organisme som førte til råten. En generell tendens hvert år er at lagringsegenskapene er best tidlig i sesongen, utover i sesongen begynner bærene å råtne stadig tidligere. Dette henger sammen med en økning i råte forårsaket av *Mucor mucedo*. For eksempel i 1979 hadde

20% av kontrollbærene råte forårsaket av *Mucor mucedo* ved første høsting, mens ved siste høsting hadde hele 78% av bærene *Mucor mucedo* råte.

Nye kontrollforsøk på epler

Jeg nevnte tidligere at vi i 1975 prøvde å redusere begerråte på epler ved hjelp av *T. pseudokoningii*, men at vi ikke fikk noen reduksjon i den naturlige infeksjonen. I 1978 prøvde vi igjen med et annet *Trichoderma* isolat, *T. harzianum*, men på grunn av værforholdene ble det ingen begerråte, så effekten av behandlingen kunne ikke ses. I 1979 derimot ble det angrep, og tabell 3 viser resultater av epler med bergerråte på trærne og blant nedfallet etter ulike behandlinger. Tabellen viser at alle behandlingene bortsett fra dichlofluamid alene reduserte angrepet. Grunnen til at dichlofluamid ikke virket i denne og andre hager i 1979 er ikke kjent, for tidligere har det vært regnet som standard middelet mot begerråte i Norge. Dichlofluamid med benomyl gir god kontroll. Benomyl alene ble ikke brukt i dette eksperimentet fordi tidligere forsøk har vist at det alene ikke lenger er effektivt mot begerråte på grunn av at *B. cinerea* har



Figur 3. Utvikling av råteorganismer (*B. cinerea* og *M. mucedo*) på lagret jordbær. Bærene ble høstet 7. juli 1976.

TABELL 3. Effekten av biologisk og kjemisk kontroll på begerråte på epler (c.v. Raud Gravenstein) 22 dager før og ved høsting. Trærne ble sprøytet i blomstringsperioden enten 5. juni med fungicider (behandling B—C) eller 7., 10. og 12. juni 1979 med *T. harzianum* 107 (10^7 konidier/ml). Det var fem gjentak med et tre i hvert gjentak.

Behandling	Total avling i kg	Råte frekvens	
		06.09.79	28.09.79
A Kontroll	113	1,8	10,7
B 0,075% Dichlofluamid	114	2,5	10,2
C 0,038% Dichlofluamid + 0,015% Benomyl	117	0,9	4,1
D <i>T. harzianum</i> 107 i 0,1% malt	112	0,9	6,3
E <i>T. harzianum</i> 107 i 0,1% malt og 0,01% Tween 80	123	1,1	7,7
LSD 0,05		1,2	3,3

utviklet resistens mot benomyl (Gjærum 1978). I tillegg til dichlofluamid med benomyl ga *T. harzianum* i 0,1% malt signifikant reduksjon i begerråteangrepet. Dette viser at det er mulig å kontrollere begerråte på eple med biologisk kontroll. Så vidt vi vet er dette første gang biologisk kontroll av naturlig infeksjon på frukt er blitt vist under feltbetingelser.

Disse forsøkene har vist at det er mulig å benytte biologisk kontroll mot råte forårsaket av *Botrytis cinerea* på jordbær og eple. Mye gjenstår imidlertid før metoden kan få praktisk anvendelse. Effekten av kontrollen er ikke like god fra år til år og det må nøye undersøkes om også denne behandlingsmåten kan føre til uheldige sideeffekter, for eksempel ved at *Trichoderma* produserer forbindelser som kan være skadelig for brukerne av behandlingsmiddelet eller konsumenten.

Forsøkene har imidlertid vist at det skulle være mulig å redusere forbruket av kjemiske plantevernmidler ved å ta i bruk biologisk kontroll av soppsykdommer, og fremtiden vil vise når disse metodene får praktisk anvendelse.

TRONSMO, A., 1981. Biological Control of *Botrytis cinerea* on Strawberries and Apple. *Væxtskyddsnotiser* 45 (2), 66—72.

Biological control in field experiments of dry eye rot on apple and grey mould on strawberries caused by *Botrytis cinerea* has been obtained by spraying the flowers with a conidial suspension of the antagonistic fungus *Trichoderma* spp.

The experiments have shown that biological control agents can be used to reduce fungal diseases on fruit and berries. However, the method is not yet available because satisfactory control is not obtained every year, and it has to be proved that this method does not have unexpected side effects. Further investigations therefore have to be done before this kind of biological control can be used commercially against *Botrytis cinerea*.

Litteratur

- Gjærum, H. B. (1978): Benomyl- og thiophanattolerant gråskimmel isolert fra begerråte i eple. *Gartneryrket*, Oslo, 68, 477—478.
- Jarvis, W. R. (1962): The infection of strawberry and raspberry fruits by *Botrytis cinerea* Fr. *Annals of applied Biology*, 50, 569—575.
- Powelson, R. L. (1960): Initiation of strawberry fruit rot caused by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*, 50, 491—494.
- Sztejnberg, A. and J. P. Blakeman (1973): Studies on leaching of *Botrytis cinerea* conidia and dye absorption by bacteria in relation to competition for nutrients on leaves. *Journal of General Microbiology*, 78, 15—22.
- Tronsmo, A. and C. Dennis (1977): The use of *Trichoderma* species to control strawberry fruit rots. *Netherland Journal of Plant Pathology* 83, Suppl. 1, 449—455.
- Tronsmo, A. and C. Dennis (1978): Effect of temperature on antagonistic properties of *Trichoderma* species. *Transactions of the British Mycological Society* 71, 469—474.
- Tronsmo, A. and J. Raa (1977a): Life cycle of the dry eye rot pathogen *Botrytis cinerea* Pers on apple. *Phytopathologische Zeitschrift* 89, 203—207.
- Tronsmo, A. and J. Raa (1977b): Antagonistic action of *Trichoderma pseudokoningii* against the apple pathogen *Botrytis cinerea*. *Phytopathologische Zeitschrift* 89, 216—220.

(Manus inkom i mars 1980)

Mykorrhiza ger skydd mot rotpatogener

Pia Barklund, Avd. for skoglig mykologi og patologi, SLU, Box 7026, 750 07 Uppsala

BARKLUND, P., 1981. Mykorrhiza ger skydd mot rotpatogener. *Væxtskyddsnotiser* 45 (2), 73—79.

Generelt har växter mykorrhiza under naturliga förhållanden. Mykorrhiza innebär, förutom en förbättrad näringsupptagning som medför en ökad vitalitet i växten, ett normalt fungerande system för biologisk kontroll, som kan störas av miljöfaktorer. Mekanismerna för den biologiska kontrollen har ännu endast undersökts i få fall men dessa visar på en mångfald av resistensreaktioner både specifika och ospecifika i blandning. Ökad kunskap om dessa mekanismer ger inte bara beredskap mot miljöskador utan också möjligheter till specifik biologisk kontroll.

Under naturliga förhållanden lever nästan alla landlevande växter mutualistiskt (= till gemensam nytta) associerade med mykorrhizabildande svampar. Det innebär att kortrötternas cortex är infekterade med svamp. Denna svamprot kallas mykorrhiza. Det är frågan om morfologiskt distinkta organ, som är karakteriserade av både svamp och värdväxt. Det finns två huvudtyper av mykorrhiza, ektotrof och endotrof.

Ektomykorrhizan utmärks av att svamphyferna växer mellan cellerna i cortex och bildar dessutom en mantel runt kortroten, så att roten blir förtjockad jämfört med oinfekterade rötter (se fig. 1). Ektomykorrhiza förekommer huvudsakligen hos barrträd. Bland Gymnospermerna är alla arter inom familjen *Pinaceae* ektomykorrhizabildande. Även vissa lövträd bildar denna typ av mykorrhiza, ex. björk, asp, bok och ek. Även tropiska växter kan ha ektomykorrhiza (Nylund 1980).

Den vanligaste mykorrhiza-typen är emellertid VA-mykorrhiza, som är en typ av endomykorrhiza. VA-mykorrhiza utmärks av att svamphyferna växer in i cellerna, att mantelbildning saknas och att infekterade rötter inte nämnvärt skiljer sig från oinfekterade till utseendet. I stort sett alla angio-

spermer och även många Gymnospermer är VA-mykorrhizabildande.

Svampsymbionten förbättrar näringsupptagningen i värdväxten av såväl oorganiska som organiska ämnen och förbättrar därigenom också växtens vigör. Svampen erhåller från värdväxten nödvändiga kolhydrater och andra organiska metaboliter. Det är således ett verkligt mutualistiskt förhållande mellan svampen och värdväxten. För ytterligare beskrivning av ektomykorrhiza se Marks och Kozlowski (1973) och för endomykorrhiza se Sanders *et al.* (1975).

Mykorrhizans möjligheter att påverka rotsjukdomar

Zak (1964) menade att ektomykorrhiza förutom sin direkt fysiologiska inverkan på växten också skulle kunna vara av betydelse för att skydda osubersliserade kortrötter mot angrepp av patogener. Detta kunde ske på flera sätt: a) genom att utgöra en fysisk barriär mot infektioner, b) genom att använda överskottet av kolhydrater i rötterna och på så sätt minska tillgången på näring stimulerande för patogener, c) genom att bilda antibiotiska substanser som hämmar patogenen och d) genom att tillsammans med roten upprätthålla en skyddande rhizosfärflora.

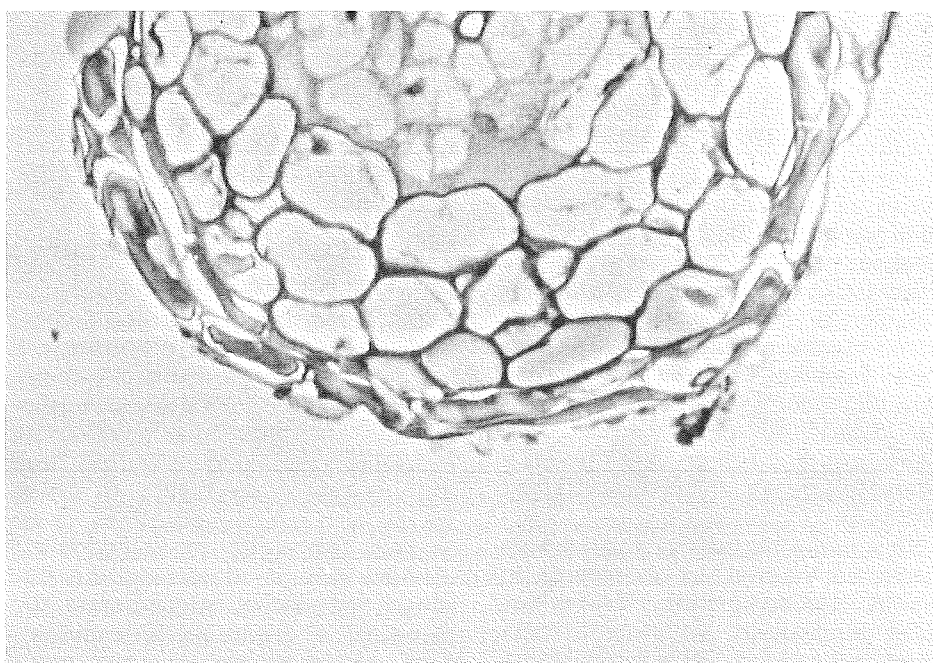
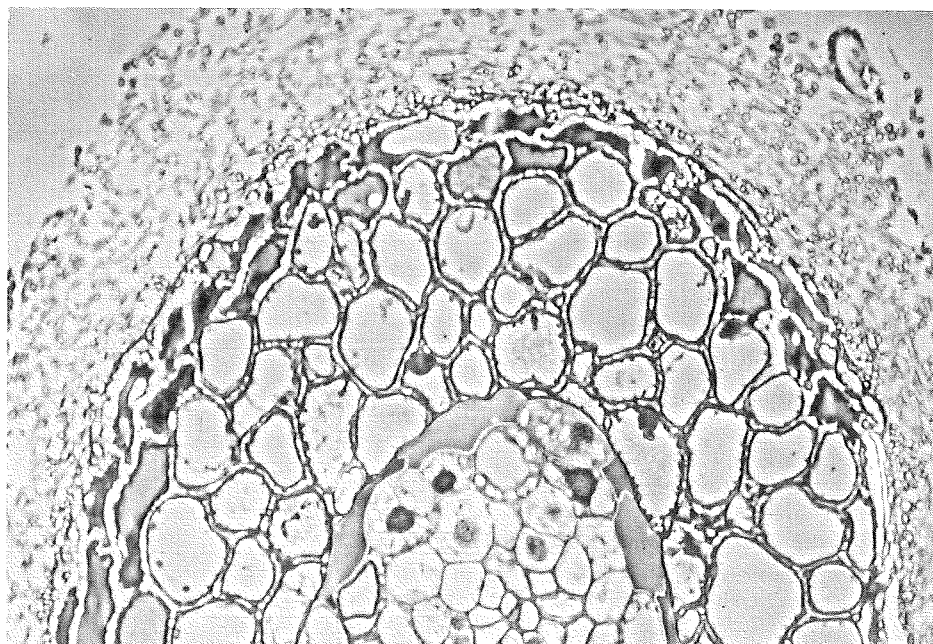


Fig. 1. Övre delen av bilden visar kortrot av gran med mykorrhiza. Svampen växer mellan cellerna i cortex ända in till endodermis. Runt roten bildar svampen en mantel. Undre delen av bilden visar kortrot av gran utan mykorrhiza. Mykorrhizan vitaliserar cortex. (Foto Jan-Erik Nylund)

Det är också möjligt att inhibitorer som producerats i symbiotiskt infekterade cortexceller kan förhindra spridningen av patogener i sådana rötter (Marx 1972). En del arbeten som verifierar dessa antaganden har publicerats.

Vilken roll VA-mykorrhiza skulle kunna ha som skydd mot patogener var okänt eller negligerat ända till 1968 då Gerdemann skrev att VA-mykorrhizan kanske inte har någon märkbar effekt på mottagligheten av sjukdomar i växterna, men utan att ha undersökt det kan man inte anta, att det är sant. Ändå studerade Bernard redan 1911 endomykorrhiza i orkidérötter. Han kom fram till att ett fungistatiskt ämne bildades av orkidén som svar på svampinfektionen av *Rhizoctonia*-arter. Denna substans, senare identifierad och kallad orchinol, vidmakthåller svampsymbionten i ett balanserat stadium.

Ektomykorrhiza påverkar rhizosfären

Rhizosfären har beskrivits som växtens allra yttersta försvar mot angrepp av rotpatogener. Under kontrollerade betingelser visade Katznelson *et al.* (1962) att rötter med mykorrhiza hade en annan rhizosfärflora än rötter utan mykorrhiza. Naturlig mykorrhiza fick utvecklas på plantor av en björkart som odlades i skogsjord i växthus. Man tillförde således inte något särskilt inokulum, utan litade till vad skogsjorden innehöll. När mykorrhizabildningen pågått en tid, kunde man plocka ut rötter med och utan mykorrhiza och jämföra rhizosfärfloran hos dessa. Runt rötter utan mykorrhiza utgjordes mikrofloran till 40% av *Pythium*- och *Fusarium*-arter, släkten som innehåller kända rotpatogener. Rötterna var emellertid helt friska. Rötter med utvecklad mykor-

rhiza saknade helt *Pythium*- och *Fusarium*-arter i rhizosfärfloran.

Även bakteriefloran påverkades av mykorrhiza. Rötter med mykorrhiza hade i ett försök mycket kraftigare bakterietillväxt i rhizosfären än mykorrhizafria hade (Foster och Marks 1967).

Det har också visat sig att en mykorrhizasvamp kan ge en skyddseffekt utan att mykorrhiza utbildats. Groddplantor av *Pseudotsuga menziesii* planterades i osteril jord, som infekterades med *Fusarium oxysporum* (Stack och Sinclair 1974). Mellan plantornas rötter och *Fusarium*-sporererna placerades endera av de mykorrhizabildande svamparna *Laccaria laccata* eller *Inocybe lacera*. Innan mykorrhiza hunnit utbildas kunde en effekt avläsas som bättre överlevnad och kraftigare plantor, där mykorrhizasvampen funnits med. Författarna anser att antibiotisk aktivitet inte är trolig, eftersom svamparna i renkultur inte bildar antibiotiska substanser. Någon mantel, som kan vara en mekanisk barriär, fanns inte. Deras gissning är att rhizosfärfloran stimulerad av *Laccaria laccata* antingen påverkar patogenen genom antagonism eller genom näringskonkurrens.

Ektomykorrhiza producerar antibiotiska substanser

En del mykorrhizasvampar bildar antibiotiska substanser, men de här svamparna är annars kända för att i allmänhet sakna antibiotisk aktivitet. *Cenococcum graniforme* bildar en antibiotisk substans i renkultur och i mykorrhiza med *Pinus strobus*, *P. resinosa* och *Picea abies* (Krywolap *et al.* 1964; Grand och Ward 1969). Den antibiotiska substansen återfanns inte bara i rötter med mykorrhiza utan också i tallplantornas barr, varför man antog att det hade skett en transport.

Tabell 1. Infektion av *Phytophthora cinnamomi* i rötter av sterilt odlade tallplantor (*Pinus echinata*) med och utan mykorrhiza. (Marx och Davey 1969a)

Mikorrhiza-svamp	Kortrötter med mykorrhiza % infektion	Kortrötter utan mykorrhiza % infektion	Långrötter utan mykorrhiza % infektion
<i>Laccaria</i>	0	100	100
<i>Leucopaxillus</i>	0	25	100
<i>Pisolithus</i>	19	100	100
<i>Suillus</i>	0	77	100
Mykorrhizafri kontroll	—	100	100

Marx och Davey (1969a) har påvisat att *Leucopaxillus cerealis* var. *piceina* i renkultur och mykorrhiza med *Pinus echinata* eller *P. taeda* bildar antibiotiska substanser, som de också lyckats bestämma, nämligen diatretyn nitril och diatretyn 3. *Leucopaxillus* användes av Marx och Davey (1969a) tillsammans med ytterligare tre mykorrhizasvampar, *Laccaria laccata*, *Pisolithus tinctorius* och *Suillus luteus*, då de undersökte, om mykorrhiza kunde påverka resistensen mot patogenen *Phytophthora cinnamomi* som angriper tallrötter. Sterilt odlade tallplantor av *Pinus echinata* och *P. taeda* användes i försöket. Mykorrhizasyntesen och den därpå följande infektionen med *Phytophthora cinnamomi* utfördes under sterila betingelser. Resultaten av försöket är sammanfattade i Tabell 1. När mykorrhizasvampen tillfördes rötterna bildades mykorrhiza på kortrötterna. Kolonisationen går stegvis, därför finns i tabellen kortrötter med och utan mykorrhiza. De tre typerna kortrötter med eller utan mykorrhiza och långrötter utan mykorrhiza förekom i samma rotsystem. Infektionen med *Phytophthora cinnamomi* utfördes punktvis i rotsystem, på de tre olika rottyperna och utan att infektionen hade möjlighet att sprida

sig mellan infektionspunkterna. Rötter med mykorrhiza var resistenta mot infektion av *Phytophthora cinnamomi*. (Rötter med *Pisolithus*-mykorrhiza inte till 100% beroende på att mykorrhizan inte var färdigutvecklad.) Kortrötter utan mykorrhiza blev kraftigt infekterade av *Phytophthora cinnamomi* då mykorrhizan bildats av *Laccaria laccata* eller *Pisolithus tinctorius*. De två svamparna som i tidigare tester visat sig sakna antibiotisk aktivitet. Skyddseffekten av *Laccaria* och *Pisolithus* var helt bunden till kortrötterna med mykorrhiza och skulle kunna vara ett rent mekaniskt skydd. När mykorrhizabildaren var *Leucopaxillus*, som bildar definierade antibiotiska substanser, var skyddet inte bundet till kortrötter med mykorrhiza, utan en distanseffekt märktes också i de mykorrhizafria kortrötterna, någon sådan effekt kunde inte upptäckas i långrotspetsarna. Även *Suillus* visade sig ha en viss distanseffekt. Den svampen hade tidigare visat sig vara antagonistisk mot flera patogener, däribland *Phytophthora cinnamomi*. Marx och Davey (1969b) eröll också resistens mot *Phytophthora cinnamomi*, då de infekterade tallplantor med naturlig mykorrhizabildning.

Ektomykorrhiza stimulerar värdrötterna till produktion av fungistatiska ämnen

Rötter med mykorrhiza har visat sig ha en förhöjd halt av terpenier. Krupa och Fries (1971) extraherade flyktiga fungistatiska ämnen från rötter av *Pinus silvestris* med och utan mykorrhiza av *Boletus variegatus*. Rötterna med svampsymbiont producerade och ackumulerade flyktiga monoterpener och sesquiterpener i koncentrationer 2—3 gånger högre än vad de fann i rötter utan mykorrhiza. Det var en allmänt förhöjd halt av terpenier, något som skulle kunna vara ett icke-specifikt svar av värden på mykorrhizasvampens infektion. Författarna antog att dessa substanser, när de är närvarande i tillräckliga koncentrationer, kan begränsa tillväxten av mykorrhizasvampen i värden, så att ett balanserat förhållande uppstår. Samtidigt hämmas rotpatogener.

I de symbiontiska systemen *Pinus echinata* — *Pisolithus tinctorius* och *P. echinata* — *Cenococcum graniforme* registrerade Krupa *et al.* (1973) en 40 gånger högre halt av 3-carene resp. 30 gånger högre halt av β -phellandrene, vilket tyder på ett delvis specifikt svar på infektionen.

VA-mykorrhiza kan påverka växtsjukdomar positivt eller negativt

Arter ur familjen Endogonaceae ingår i VA-mykorrhiza. Den här mykorrhizatypen kan påverka utvecklingen av patogener i hela värdplantan.

Glomus mossae, symbiont i tobak ökade resistensen mot *Thielaviopsis basicola* (Baltruschat och Schönbeck 1975). Bildningen av chlamydosporer av *T. basicola* var starkt hämmad i rötter med VA-mykorrhiza. Dessa rötter innehöll en onormalt hög halt av arginin och citrullin. Den höga argi-

ninhalten visade sig orsaka inaktivering av chlamydosporbildningen. Att argininhalten var förhöjd berodde huvudsakligen på att ornitin-cykeln var störd (Dehne *et al.* 1978). Dehne och Schönbeck (1979a,b) kunde rapportera en högre resistens mot infektion av *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici* i tomatplantor med VA-mykorrhiza. De ansåg att den högre resistensen berodde på att VA-mykorrhizan påverkat fenolmetabolismen och därigenom ökat lignifieringen i tomatplantorna. Ändringen i cellväggsstrukturen antogs vara en viktig resistensfaktor.

Inverkan av VA-mykorrhiza på nematoder har studerats på flera håll. Sikora och Schönbeck (1975) visade att infektionen av två arter av *Meloidogyne* på tobak, havre, tomat- och morotsplantor motverkades med VA-mykorrhiza.

Sjukdomar orsakade av *Helminthosporium sativum* och *Erysiphe graminis* på korn, av *Colletotrichum lindemuthianum* och *Uromyces phaseoli* på bönor och av *Botrytis cinerea* på sallad förvärrades i plantor med VA-mykorrhiza vid jämförelse med plantor som var mykorrhizafria (Schönbeck och Dehne 1979).

Schönbeck och Schinzer (1972) fick en ökad TMV-infektion i tobak som var försedd med VA-mykorrhiza. Daft och Okusayana (1973) rapporterade samma resultat av virusinfektioner på tomat, petunia och jordgubbar med VA-mykorrhiza. Mykorrhizan kan inverka så att viruset förökas i växten men att symptomen ändå inte ökar.

De sistnämnda författarna sammanfattade inverkan av VA-mykorrhiza och drog slutsatser av egna och andras försök. Sjukdomar orsakade av rotpatogener svampar såväl som nematoder lindras av VA-mykorrhiza, medan sjukdomar i ovanjordiska delar av plantan både när det gäller virus och

svamp tycks förvärras om roten har en VA-mycorrhizainfektion.

Praktisk användning

I skogsbruk inokuleras under vissa förhållanden barrträdplantor regelmässigt med ektomykorrhiza före utplanteringen. Det gäller vid beskogning av trädlösa områden som stäpper eller områden som förstörts genom industriell aktivitet (t.ex. strip-mining)

Litteratur

- Baltruschat, H., Schönbeck, F., 1975. Untersuchungen über den Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf den Befall von Tabak mit *Thielaviopsis basicola*. — *Phytopath. Z.* 84: 172—188.
- Bernard, N., 1911. Sur la fonction fungicide des bulbes d'ophrydées. — *Ann. Sci. Nat. Bot.* 14: 223—234.
- Daft, M. J., Okusayana, B. O., 1973. Effect of endogone mycorrhiza on plant growth. V. Influence of infection on the multiplication of viruses in tomato, petunia and strawberry. — *New Phytol.* 72: 975—983.
- Dehne, H.-W., Schönbeck, F., 1979a. Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf Pflanzenkrankheiten. I. Ausbreitung von *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* in Tomaten. — *Phytopath. Z.* 95: 105—110.
- Dehne, H.-W., Schönbeck, F., 1979b. Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf Pflanzenkrankheiten. II. Phenolstoffwechsel und Lignifizierung. — *Phytopath. Z.* 95: 210—216.
- Dehne, H.-W., Schönbeck, F., Baltruschat, H., 1978. Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mykorrhiza auf Pflanzenkrankheiten. 3. Chitinase-Aktivität und Ornithinzyklus. — *Z. PflKrankh. PflSchutz* 85(11): 666—678.
- Foster, R. C., Marks, G. C., 1967. Observations on the mycorrhizas of forest trees. II. The rhizosphere of *Pinus radiata* D. Don. — *Aust. J. Biol. Sci.* 20: 915—926.
- Grand, L. F., Ward, W. W., 1969. An Antibiotic detected in Conifer foliage and its relation to *Cenococcum graniforme* mycorrhizae. — *Forest Science* 15(3): 286—288.

och vid förnyelse av skog i klimatiskt svårförnygrade områden.

Vid plantering av barrträd i områden där barrträd saknats tidigare har det, efter ett stort antal försök med olika slag av gödning, visat sig att jord innehållande ektomykorrhizasvamp för trädets lämplig art är nödvändig, för att trädet ska kunna utvecklas i den nya miljön.

- Katznelson, H., Rovatt, J. W. & Peterson, E. A., 1962. The rhizosphere effect of mycorrhizal and non-mycorrhizal roots of yellow birch seedlings. — *Can. J. Bot.* 40(3): 377—382.
- Krupa, S., Andersson, J., Marx, D. H., 1973. Studies on ectomycorrhizae of pine. IV Volatile organic compounds in mycorrhizal and non-mycorrhizal root systems of *Pinus echinata* Mill. — *Eur. J. For. Path.* 3: 194—200.
- Krupa, S., Fries, N., 1971. Studies on ectomycorrhizae of pine. I. Production of volatile organic compounds. — *Can. J. Bot.* 49: 1425—1431.
- Krywolap, G. N., Grand, L. F., Casida, L. E. Jr., 1964. The natural occurrence of an antibiotic in the mycorrhizal fungus *Cenococcum graniforme*. — *Can. J. Microbiol.* 10: 323—328.
- Marks, G. C., Kozłowski, T. T. (eds), 1973. *Ectomycorrhizae*. Academic Press.
- Marx, D. H., 1972. Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. — *Ann. Rev. Phytopathol.* 10: 429—454.
- Marx, D. H., Davey, C. B., 1969a. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. III. Resistance of aseptically formed mycorrhizae to infection by *Phytophthora infestans*. — *Phytopathology* 59: 549—558.
- Marx, D. H., Davey, C. B., 1969b. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. IV. Resistance of naturally occurring mycorrhizae to infections by *Phytophthora cinnamomi*. — *Phytopathology* 59: 559—565.

Nylund, J. E., 1980. Mykorrhiza — underjordiskt samarbete. — *Fauna och Flora* 75(3): 147—152.

Sanders, F. E., Mosse, B., Tinker, P. B. (eds), 1975. *Endomycorrhizas*. Proc. Symp. Univ. Leeds, 1974. Academic Press.

Schönbeck, F., Dehne, H.-W., 1979. Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mykorrhiza auf Pflanzenkrankheiten. 4. Pilzliche Sprossparasiten, *Olpidium brassicae*, TMV. — *Z. PflKrankh. PflSchutz* 86(2): 103—112.

Schönbeck, F., Schinzer, U., 1972. Untersuchungen über den Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf die TMV-Läsionbildung in *Nicotiana tabacum* L. var. *Xanthinc*. — *Phytopath. Z.* 73: 78—80.

Sikora, R. A. och Schönbeck, F., 1975. Effect of vesiculararbuscular mycorrhiza (*Endogone mosseae*) on the populations dynamics of the root-host nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. hapla*. — Proc. VIII Int. Congr. Plant Prot. Sect. V, 158—166, Moscow.

Stack, R. W. och Sinclair, W. A., 1975. Protection of Douglas fir seedlings against *Fusarium* root rot by a mycorrhizal fungus in the absence of mycorrhiza formation. — *Phytopath.* 65: 468—472.

Zak, B., 1964. Role of mycorrhizae in root disease. — *Ann. Rev. Phytopathol.* 2: 377—392.

(Manus inkom 11 mars 1981)

BARKLUND, P., 1981. Mycorrhiza protects against root pathogens. — *Växtskyddsnotiser* 45(2), 73—79

The majority of plants growing under natural conditions have mycorrhiza. It is well-known that the fungal symbiont improves uptake of nutrients by the host plant, resulting in increased vitality of the plant. The mycorrhizal relationship is truly mutualistic, as the fungus receives essential carbohydrates and other organic metabolites from the host.

The role of mycorrhiza as deterrent to pathogens has been neglected. But today we know that mycorrhiza forms a natural system for biological control of root pathogens in many cases. The mechanisms for that biological control are only known in few cases but these show a multiplicity of resistance factors of different value to different pathogens.

Artificial mycorrhiza may in the future constitute an important possibility of biological control of root pathogens.

Biologisk bekæmpelse af ukrudt med særligt henblik på bekæmpelse af agertidsel, *Cirsium arvense*

Vibeke Leth, Institut for Sporeplanter, Københavns Universitet. — Plantepatologisk Afdeling, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København

Biologisk bekæmpelse af specifikke ukrudtsarter kan have potentiel betydning, hvor merudbyttet ikke opvejer omkostningerne ved herbicidanvendelse, hvor herbicider ikke viser tilfredsstillende selektivitet, og hvor der ved ensidig dyrkning og derved herbicidanvendelse er selekteret for herbicidresistente typer af ukrudtsarten.

I princippet kan man tænke sig, at enhver organisme, der er medvirkende til at nedsætte ukrudtets vitalitet eller formeringsevne, kan anvendes, når blot nyttige planter ikke angribes, eller uønskede effekter opstår.

Patogene svampe har vist sig at have større potentiel i ukrudtsbekæmpelsen end før antaget. Det følgende omhandler derfor nogle generelle betragtninger over deres anvendelsemuligheder samt en model over bekæmpelse af agertidslen med rustsvampen *Puccinia punctiformis*.

Svampe som bekæmpelsesmiddel

I de sidste 10 år er der sket en stærk udvikling indenfor biologisk bekæmpelse af ukrudt med svampe. Vellykkede eksempler findes inden for de to hovedgrene: 1) Klassisk biologisk kontrol, hvor patogener introduceres mod indslæbte ukrudtsarter, der i sin tid er undsluppet deres naturlige fjender (Cullen *et al.* 1973, Hasan 1974, Oehrens & Gonzalez 1974). 1) Inundativ biologisk kontrol, hvor endemiske patogeners effekt øges, ved at

forøge deres smittetryk (Daniel *et al.* 1973). Et bekæmpelsesprogram for de to metoder har stort set samme forløb:

1. Indsamling og artsbestemmelse af svampe

Mod indslæbte ukrudtsarter søges svampene som regel i ukrudtsartens oprindelsesland, eller i områder hvor planten ikke har status som ukrudt. Under alle omstændigheder gælder det om at indsamle patogenerne på steder, der økologisk svarer til området, hvor bekæmpelsen er planlagt at skulle foregå.

2. Specificitets- og virulensstest

De vigtigste krav man må stille til de patogene svampe, der skal benyttes til ukrudtsbekæmpelse, er, at de ikke angriber økonomisk vigtige planter eller vilde planter, der ikke forekommer som ukrudt. Indtil for få år siden afprøvede man ukrudtpatogeneres specificitet på en lang række kulturplanter. Ved udvælgelsen af testplanterne tog man ikke hensyn til kulturplanternes slægtskab med de pågældende ukrudtsarter. Desuden fandt man åbenbart ingen grund til at teste svampene på vilde planter.

Med det formål at forenkle og standardisere udvælgelseskriterierne, og samtidig opnå større sikkerhed for patogenernes specificitet, foreslog Wapshere (1974) anvendelsen af den såkaldte centrifugal fylogenetiske metode. Denne metode bygger på, at man udvælger det patogen, der er mest

ødelæggende på den ukrudtsart, man ønsker at bekæmpe. Derefter afprøves særlige risikogrupper af andre plantearter og varieteter i henhold til aftagende slægtskab med ukrudtsarten. På denne måde indkredses ukrudtspatogenets værtplantereregister. Hvis en af testplanterne angribes, kasseres patogenet til fordel for et andet.

Hasan (1972) anvendte denne metode, før rustsvampen *Puccinia chondrillina* blev indført til Australien mod den kurvblomstrede ukrudtsart, *Chondrilla juncea*. De 85 afprøvede plantearter blev taget fra risikogrupperne: 1) Alle dyrkede planter nært beslægtede med ukrudtsarten, 2) nogle ikke beslægtede kulturplanter og 3) kurveblomstrede ukrudtsarter og vilde planter, der angribes af andre *Puccinia*-arter, hvis biologi ikke er fuldstændig kendt.

Virulens — patogenets evne til at fremkalde sygdom hos værten — er oftest afhængig af tilpasningen mellem vært og patogen. Blandt de svampe, der er bedst tilpasset en vild planteart, kan man forvente at finde de mest specifikke patogener (Wapshere 1979). Lokalt har ukrudtspopulationer og deres parasitter ofte tilpasset sig hinanden således, at planterne ikke synes at skades væsentligt (Parlevliet 1979). Hvis den enkelte ukrudtsart imidlertid udviser stor genotypevariation, vil mulighederne for at isolere forskellige fysiologiske racer af svampen øges (Wapshere 1979). Mellem disse kan man da udvælge de mest virulente racer over for netop de genotyper af ukrudtsarten, man ønsker at bekæmpe.

3. Spredning af det bedst egnede patogen

I områder, hvor den klassiske metode er blevet anvendt, var de pågældende ukrudtsarters udbredelsesområder så store, at det viste sig fordelagtigt

at udsætte smittede planter flere steder indenfor områderne. Derved opnåedes en hurtigere naturlig spredning af de introducerede svampe (Cullen *et al.* 1973, Oehrens & Gonzalez 1977).

For at kunne anvende endemiske svampe på den inundative måde må de kunne masseproduceres. Et godt eksempel herpå er opformeringen og den årlige udspreddning af den fakultative saprofyt *Colletotrichum gleosporioides* f.sp. *aeschynomene* mod *Nothofagus jointvetch*, *Aeschynomene virginica* i Arkansas rismarker. Svampen dyrkes på et flydende næringsmedium, der holdes i konstant bevægelse under vækst og sporulering. Sporerne sis fra og opbevares frysetørret indtil brug. En næsten total kontrol (99%) opnås ved udbringning af 95 liter sporesuspension pr ha i en koncentration på 2—6 mill. sporer pr milliliter (Daniel *et al.* 1973). Vanskeligere vil det være at finde metoder til opformering af obligate parasitter. Hidtil har kun få kunnet dyrkes på kunstigt medium eller kallusvæv (Safeulla 1976, Scott & Maclean 1969).

4. Vurdering af effektivitet

Ved endemiske sygdomme kan man forvente større genetisk stabilitet hos vært-patogen end i epidemiske sygdomme. Sygdomsudviklingen i naturlige populationer kan derfor antages at være under større påvirkning af biotiske og abiotiske faktorer end af værtens resistens (Wapshere 1979). Derfor er det nødvendigt med langvarige markforsøg, før patogenets effektivitet kan vurderes. Hvis et patogen — brugt på den klassiske måde — viser sig at være under stærkt pres af egne fjender, eller hvis de klimatiske rammer er for snævre til, at infektioner kan finde sted, kan disse hindringer måske overvindes ved retti-

dig påføring af passende mængde smitstof (inundativ metode).

Bekæmpelse af agertidsel

Agertidslen, *Cirsium arvense* har i de fleste tilfælde kunnet bekæmpes med konventionelle metoder, men de senere års ensidige og intensive dyrkningsmetoder har forårsaget en forskydning mod mere herbicidresistente populationer (Fogelfors 1979). Det er derfor aktuelt på ny at undersøge mulighederne for at anvende rustsvampen, *Puccinia punctiformis* mod tidslen. Nyt og måske afgørende kendskab til svampens og agertidslens biologi er kommet til, siden Ferdinandsen (1923) og Cockayne (1915) undersøgte mulighederne for at udnytte svampen i praksis.

Agertidslens økologi

Agertidslen er en af de almindeligste og mest udbyttereducerende ukrudtsarter i de nordlige og sydlige tempererede områder (Hodgson 1968, Shashkov & Kolmakov 1978). Den forekommer i de fleste afgrødetyper, men har størst betydning på næringsrige og lerede jorde, hvor den især på grund af den sene konkurrence fra afgrøden er fint tilpasset vårsædmarker. Planten er diökisk, og mange forhold i den kønnede formeringscyklus bevirker, at frøspredningen næppe har betydning på dyrkede jorde, hvor formeringen overvejende er vegetativ (Amor & Harris 1974, Bakker 1960, Derscheid & Schultz 1960, Moore 1975). Et veludviklet individ af agertidslen kan allerede i sin første vækstsæson bestå af lodrette blomstrende skud, vandrette grenede formeringsrødder samt ernæringsrødder. Om foråret vokser de overjordiske skud frem af knopper på de vandrette overvintrende formeringsrødder, der også fungerer som depot for oplagsnæring. Undersøgelser har vist, at i 2 år gamle kloner

befandt 84% af den totale rodmasses tørvægt sig i pløjelaget (38 cm) og resten i ned til 54 cm dybde (Hodgson 1968). Når jorden bearbejdes, sker det derfor let, at jordstængler og formeringsrødder rives itu og spredes over marken. Hvis fugtighedsforholdene er tilstrækkelige, kan selv små stykker heraf danne udgangspunkt for nye tidselkloner. De dybereliggende formeringsrødder, der ikke berøres ved pløjningen, vil på grund af deres relativt højere kolhydratindhold (Hodgson 1968) have energi nok til at sende løvskud op til jordoverfladen fra stor dybde, hvorved klonen gendannes.

Rustsvampens livscyklus

Femten svampearter angives at parasitere agertidslen (Anonym 1950, Moore 1975, Leth upubl.). Den mest iøjnefaldende, og måske derfor anset som den mest almindeligt forekommende, er den autøciske rustsvamp *Puccinia punctiformis*. Af de fire stadier (0, I, II, III), der er beskrevet for slægten *Puccinia*, kendes der hos denne rustsvamp kun (0) spermogonie-, (II) uredospore- og (III) teliosporestadiet. Svampen overvintrer i form af teleutosporer, hvis spredningsmæssige betydning er uklar (Bailiss & Wilson 1967, Buller 1950, Menzies 1953), og som mycelium i agertidslens rodsystem med formeringsknopper. Om foråret vokser de inficerede knopper op som systemisk inficerede skud, hvoraf nogle kun udvikler uredosporer andre kun spermogonier, der efter befrugtning med modsat parringstype senere kan give anledning til dannelse af uredosporer. Både uredosporerne og basidiesporer, der kun dannes sporadisk af de overvintrede teleutosporer, spredes om foråret til sunde skud, hvor de danner afgrænsede infektioner med henholdsvis uredosori og spermogonier på blade og stængler. Mycelium

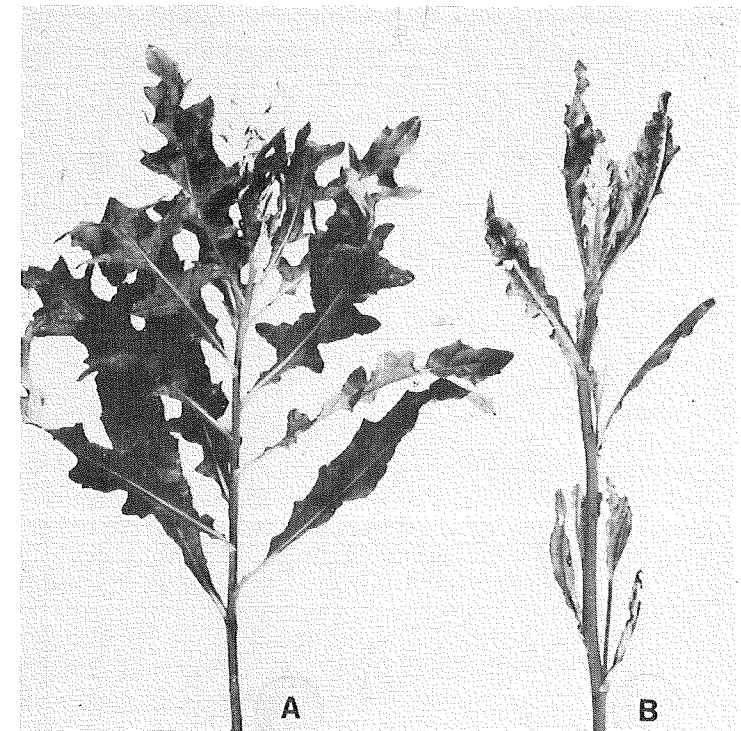


Fig. 1. Sndt (A) og systemisk (B) inficeret skud af agertidslen, *Cirsium arvense*. Foto: V. Smedegaard-Petersen.

herfra vokser lejlighedsvis ned gennem stænglen og ud i rodsystemet (Bailiss & Wilson 1967, Buller 1950, Menzies 1953), hvor det måske er aktivt i milde vinterperioder.

Sygdommens effekt på skud og population

Buller (1950) gør rede for nogle af Kursanov's (1922) og Czichinsky's (1929) undersøgelser vedrørende morfologiske (fig. 1), anatomiske og fysiologiske forandringer i systemisk inficerede skud sammenlignet med sunde. De fleste af disse forandringer nedsetter ikke blot det enkelte syge skuds vitalitet og dermed konkurrenceevne. Ferdinandsen's (1923) observationer i to rustinficerede tidselpopulationer (fig. 2 og 3) viste, at angrebsprocenten

(systemisk inficerede skud) steg stærkt, hvor tidselvegetationen forblev uforstyrret. På begge lokaliteter var angrebsprocenten i anden vækstsæson for høj til, at de sunde skud på det sammenhængende rodsystem kunne kompensere for det energitab, som de syge skud påførte hele populationen.

I begyndelsen af sjette vækstsæson (fig. 2) var de resterende uinficerede skud for svage til at kunne konkurrere med de andre plantearter på stedet, og tidselpopulationen visnede bort. Ved forsøgets (fig. 2) begyndelse var ca 4% af tidselbestanden i de tilstødende angrebet, hvilket forblev uændret i de seks år optællingerne fandt sted. Da denne angrebsprocent i øvrigt er i overensstemmelse med Rostrup's (1873) mangeårige iagttagelser, kan den betragtes som den infektions-

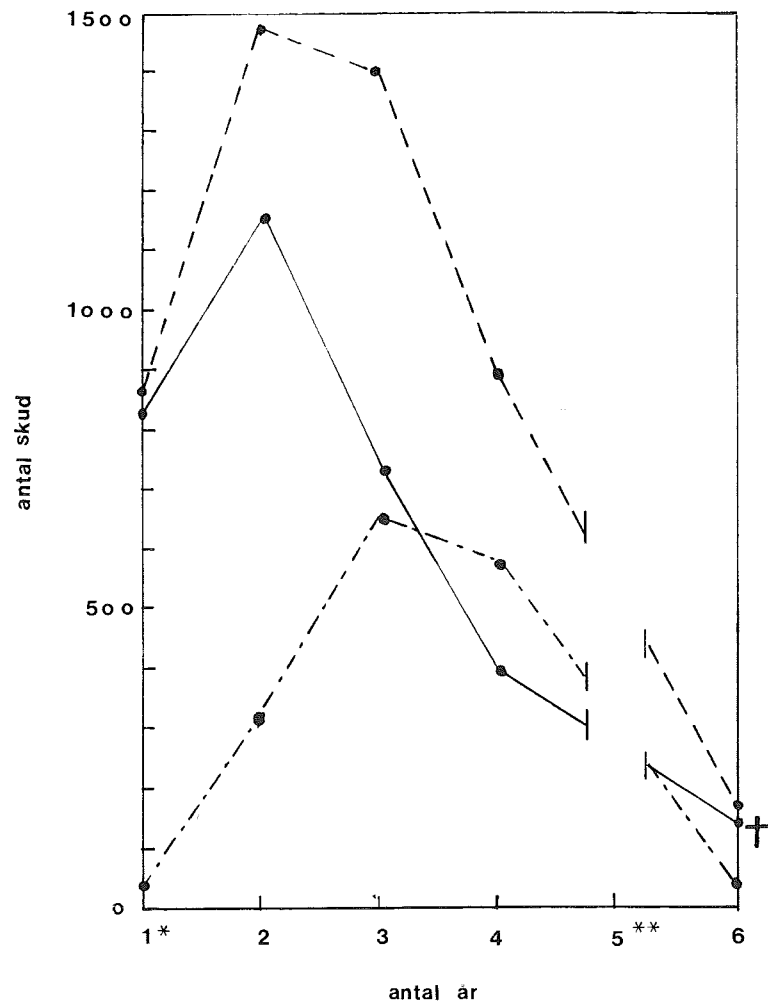


Fig. 2. Ændringer i en agertidselpopulations størrelse (antal skud på areal af ukendt størrelse). Botanisk Have, København 1916—1919. *Smittet ved at vande en teleutospore-suspension ud over forsøgsarealet kort før tidselskuddenes fremvækst. •—•—• sunde skud; •- - - -• syst. infic. skud; •- · - · -• sunde + syst. infic. skud. Efter Ferdinandsen 1923.

procent, der naturligt forekommer i tidselpopulationer på traditionelt kultiveret agerland, hvor herbicider ikke anvendes. De relativt lave angrebsprocenter i tidselvegetationer på dyrkede marker skyldes hovedsageligt, at kulturplanterne danner naturlige barrierer for smitstoffets vindspredning, samt at rødderne overskæres og løs-

rives ved jordbearbejdningen. Ved overskæringen forhindrer man svampens i at brede sig ud igennem rodsystemet til de nye rodsrud. Løse rødder, der er helt gennemvævet af svampens mycelium, går til grunde, fordi de ikke kan danne nye ernæringsrødder (Bailiss & Wilson 1967).

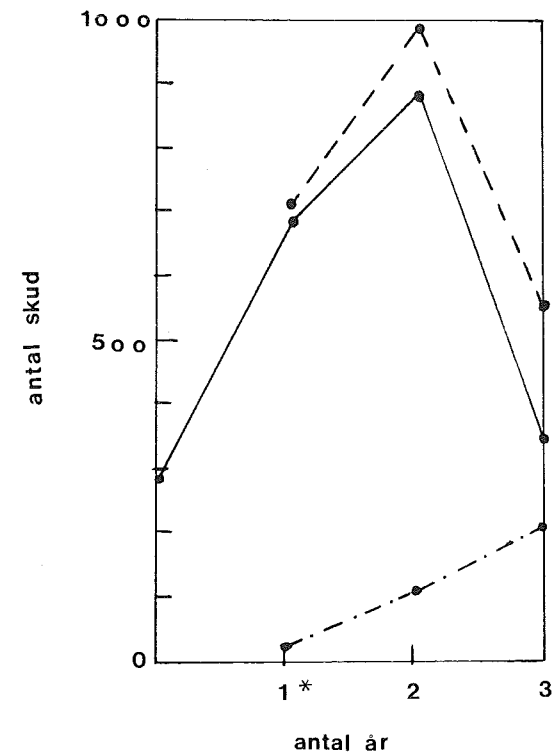


Fig. 3. Ændringer i en agertidselpopulations størrelse (antal skud) på 64 m² agerland, der forblev uforstyrret fra foråret 1915, hvor angrebsprocenten var den samme som på tilstødende bygmarker (*). ** ingen optælling; † populationen dør. •—•—• sunde skud; •- - - -• syst. infic. skud; •- · - · -• sunde + syst. infic. skud. Efter Ferdinandsen 1923.

Diskussion

Hvilke biologiske foranstaltninger kan man foretage for at øge tidselrustens effekt på bestanden af agertidsler i marken?

Der synes at være mulighed for at opnå en langsom bekæmpelseeffekt ved minimal jordbearbejdning eller efterårsåning, idet rustsvampen i begge tilfælde vil få bedre mulighed for at spredes gennem rodsystemet. Sidst på sommeren og i milde efterårsperioder vil svampens tilstedeværelse i rodsystemet bevirke, at planten stimuleres til fornyet dannelse af kun systemisk inficerede, oftest knippestillede, skud (fig. 4, Leth unpubl.). Når kulden

standser skuddenes fremvækst, vil de, der ikke nåede op over jordoverfladen, antageligvis overvintre i den øverste del af jordskorpen og derfor være de først fremvoksende skud i klonen det følgende forår. Den inficerede klon tvinges derved til at bruge af rodsystemets oplagsnæring inden vinteren, og inden de sunde skud om sommeren når at medvirke til en reetablering af rodsystemets genvækstevne.

En hurtigere bekæmpelseeffekt kan man forvente at opnå ved rettidigt at udsprede store mængder af svampens uredosporer (inundativ metode). Et stort antal lokale infektioner giver

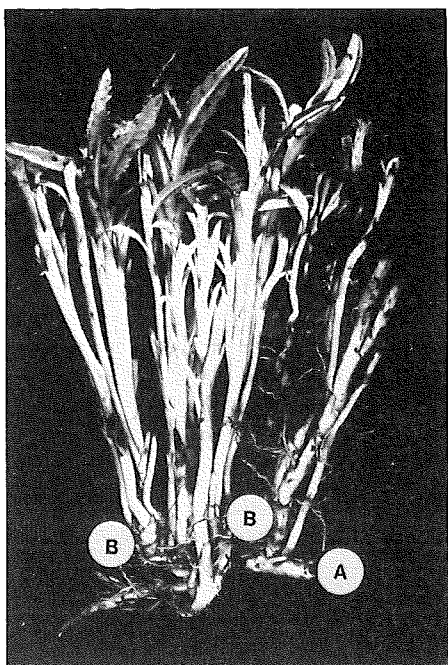


Fig. 4. Systemisk inficerede skud på vandret formeringsrod (A) og rodstocke (B). Svampens tilstedeværelse i rodsystemet stimulerer planten til ekstra skuddannelse. Foto: V. Leth.

hurtigt klorotiske blade, og antageligvis øges respirationen, kort før epidermis brister over uredospore-pustlerne. Sker dette når rodsystemet er i tørstofminimum — ca medio juni (Bakker 1960, Hodgson 1968) — vil roden yderligere udtæres, eller ophobningen af reservenæring udskydes. I samme periode er tidselskuddenes alder ideel for svampes vækst ned mod roden med etablering af systemisk infektion som følge (Buller 1950).

Ved at beskadige tidselplantens overjordiske dele (klorotiske blade) kan det tænkes, at såvel de sunde som systemisk inficerede formeringsknopper stimuleres til vækst, hvorved den resterende næring opbruges. Dette vil svække planten så meget, at rodsystemet næppe indeholder næring nok til

overvintring og fremvækst det følgende forår.

Litteratur

- Amor, R. L., Harris, R. V., 1974. Distribution and seed production of *Cirsium arvense* (L.) Scop. in Victoria, Australia. — *Weed Res.*, 14: 317—323.
- Anonym, 1950. Index of plant diseases in the United States. — *USDA Plant Disease Repr.*, I: 173—174.
- Bakker, D., 1960. A comparative lifehistory study of *Cirsium arvense* (L.) Scop. and *Tussilago farfara* L., The most troublesome weeds in the newly reclaimed polders of the former Zuiderzee. J. L. Harper (ed.) — *The biology of weeds*, Blackwell, Oxford.
- Bailiss, K. W., Wilson, I. M., 1967. Growth hormones and the creeping thistle rust. — *Ann. of Bot.*, N.S., XXXVII, 121: 195—211.
- Buller, A. H. R., 1950. *Researches on fungi*. 7: 344—568. Toronto University Press.
- Cockayne, A. H., 1915. California thistle rust. — *The Journal of Agriculture*, XI: 300—302.
- Cullen, J. M., Cable, P. F., Catt, M., 1973. Epidemic spread of rust imported for biological control. — *Nature*, 244: 462—464.
- Daniel, J. T., Templeton, G. E., Smith, R. J. Jr, Fox, W. T., 1973. Biological control of northern jointvetch in rice with an endemic fungal disease. — *Weed Sci.*, 21: 303—307.
- Derscheid, L. A., Schultz, R. E., 1960. Achene development of Canada thistle and perennial sow thistle. — *Weeds*, 8: 55—62.
- Ferdinandsen, C., 1923. Biologiske undersøgelser over tidselrust (*Puccinia suaveolens* (Pers.) Rostr.). Beretning om Nordiske Jordbrugsforskernes Kongres i Göteborg juni 1923. — *Nordisk Jordbrugsforskning* 5.—8. hefte.
- Fogelfors, H., 1979. Changes in the flora of farmland — Arable land — with special regard of chemical weed control. — *Swedish University of Agricultural Science*, report 5.
- Hasan, S., 1972. Specificity and host specialization of *Puccinia chondrillina*. — *Ann. Appl. Biol.*, 72: 257—263.

- Hasan, S., 1974. First introduction of a rust fungus in Australia for the biological control of skeleton weed. — *Phytopathology*, 64: 253—254.
- Hodgson, J. M., 1968. The nature, ecology and control of Canada thistle. — *Technical Bull.* no. 1386, U.S. Dept. of Agric.
- Menzies, B. P., 1953. Studies on the systemic fungus, *Puccinia suaveolens*. — *Ann. of Bot.*, N.S., XVII, 68: 551—568.
- Moore, R. J., 1975. The biology of Canadian weeds, 13. *Cirsium arvense* (L.) Scop. — *Can. J. Plant Sci.*, 55: 1033—1048.
- Oehrens, E., Gonzalez, S., 1974. Introduccion de *Phragmidium violaceum* (Schultz) Winter como factor de control biológico de zarzamora (*Rubus constrictus* Lef. et M. y *R. ulmifolius* Schott.). — *Agro Sur*, 2: 30—33.
- Oehrens, E., Ganzalez, S., 1977. Dispersión, ciclo biológico y daños causado por *Phragmidium violaceum* (Schultz) Winter en zarzamora (*Rubus constrictus* Lef. et M. y *R. ulmifolius* Schott.) en las zonas Centro-sur y sur de Chile. — *Agro Sur.*, 5: 73—85.

- Parlevliet, J. E., 1979. The co-evolution of host-parasite systems. — *Symb. Bot. Upsal.* XXII, 4: 39—45.
- Rostrup, E., 1973. Om et eiendommeligt generationsforhold hos *Puccinia suaveolens* (Pers.). — *Forh. skand. naturf. 11. møde i København*. 338—350 (1974).
- Safeeulla, K. M., 1976. *Biology and control of the downy mildews of pearl millet, sorghum and finger millet*. Mysore University, India.
- Scott, K. J., Maclean, D. J., 1969. Culturing of rust fungi. — *Ann. Rev. of Phytopath.*, 7: 123—146.
- Shashkov, V. P., Kolmakov, P. P., 1978. *Khimiya v. Selskom Khozyaistve*, 16 (11): 56—57. (*Weed Abstracts* sept. 1979).
- Wapshere, A. J., 1974. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. — *Ann. appl. Biol.* 77 (2): 201—211.
- Wapshere, A. J., 1979. Recent progress in the biological control of weeds. — *Eppo Bull.*, 9 (1): 95—105.

(Manus inkom 7 januari 1981)

LETH, V., 1981. Biological control of weeds with special reference to *Cirsium arvense* — *Væxtskyddsnotiser* 45 (2), 80—87.

Biological control of weeds by means of pathogenic fungi has shown a greater potential than first believed. The possibility of controlling thistle, *Cirsium arvense* with thistle rust, *Puccinia punctiformis* was investigated already in 1923 by Ferdinandsen who showed, that infected thistle populations on fields left untreated were reduced in number of shoots or totally eradicated. The fungus may be used in an inundative way i.e. by means of artificial inoculations, which gives quicker results under normal cultivation practice.

Utgivarekorsband

Sveriges lantbruksuniversitet
Konsulentavd./växtskydd
Box 7044
750 07 Uppsala

I nästa nummer:

Skala för utvecklingsstadier hos ärter

Några bekämpningsförsök med triadimefon mot kronrost
(*Puccinia coronata*) på havre

Blitecaster — datorbaserad bladmögelfvarnare i potatis
m.m. m.m.

VÄXTSKYDDSNOTISER

Utgivna av Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd

Ansvarig utgivare: *Göran Kroeker*

Redaktör: *Annika Djurle*

Redaktionens adress: Sv. lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd,
Box 7044, 750 07 UPPSALA. Tel. 018/10 20 00

Prenumerationsavgift för 1981: 30 kronor
Postgiro 78 81 41-0 Sv. lantbruksuniversitet, Uppsala

ISSN 0042-2169

Reklam & Katalogtryck Uppsala 1981