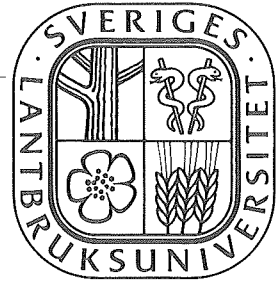
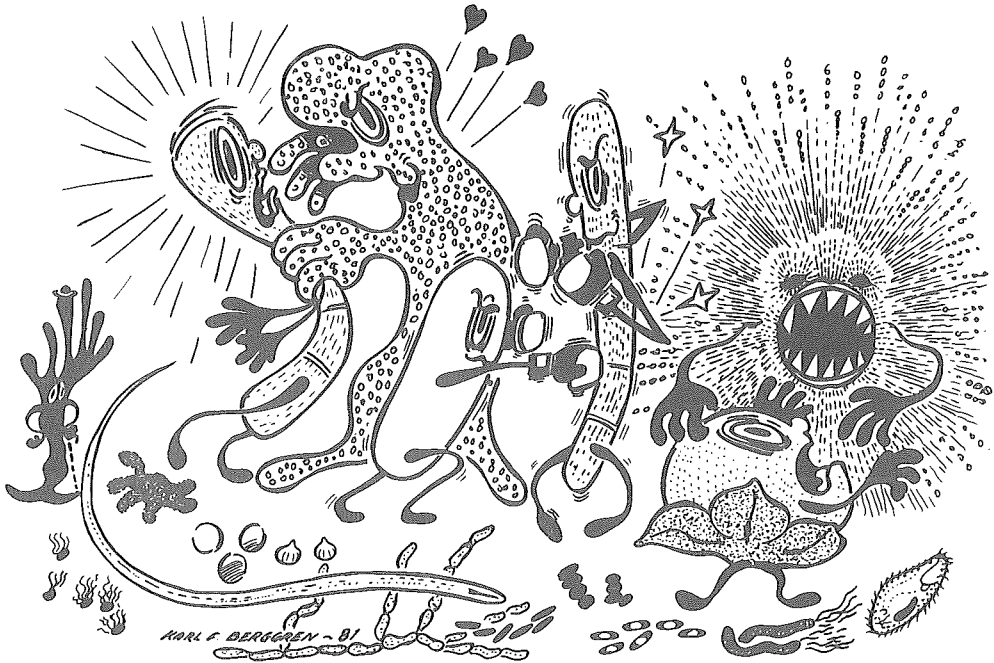


Växt- skydds- notiser



Nr 1—2, 1989 — Årg. 53



Teckning: Karl-Fredrik Berggren

Tema: Biologisk bekämpning av sjukdomar.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Leif Sundheim:

Når får vi biologisk bekjemping av plantepatogen? 3

Hanne Wolffhechel:

Fungal antagonists of *Pythium ultimum* isolated from a disease-suppressive *Sphagnum* peat 7

Eeva Tapio och Arja Pohto-Lahdenperä:

Interaktion mellan antagonister och patogena svampar 12

Inge M.B. Knudsen och J.P. Skou:

Biologisk bekæmpelse af agurkemeldug med *Tilletiopsis*-arter 19

Kirsten Thinggaard:

Biologisk bekæmpelse af rotpatogenerne *Phytophthora*, *Pythium* og *Phomopsis* i væksthuskulturer .. 25

Forts. nästa sida

<i>Guy Svedelius:</i> Försök avseende trichoderma-berikad kompost, Biobalans, mot gråmögel, <i>Botrytis cinerea</i> , på jordgubbar	30
<i>Guy Svedelius:</i> Försök med bekämpning av gråmögel, <i>Botrytis cinerea</i> , och svartprickröta, <i>Didymella bryoniae</i> , på växthusgurka genom behandling av odlingsbäddar med Binab T (<i>Trichoderma viride</i>) resp. Mycostop (<i>Streptomyces girseoviridis</i>)	38
Konferensrapporter	40
Växtskyddsrapporter	45
Examensarbeten	46
Nyinköpt litteratur till Institutionen för växt- och skogsskydd	48
Instruktion till författare	49

Når får vi biologisk bekjemping av plantepatogen?

Leif Sundheim, Statens plantevern, 1432 Ås-NLH, Norge

SUNDHEIM, L. 1989. Når får vi biologisk bekjemping av plantepatogen. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 3—6.

Biologisk bekjemping av plantepatogen har til nå hatt liten framgang. Antagonistar mot bladparsittar må tåle det ekstreme miljøet i fyllospæren. Ved biologisk bekjemping i rhizofæren må antagonistar overleve i eit tredimensjonalt miljø med enorm mikrobiell aktivitet. Genteknologiske metodar vil kunne effektivisere arbeidet med å finne fram til effektive antagonistar.

Introduksjon

Soppar og bakteriar som framkallar sjukdomar på kulturplantene våre har sine naturlege fiendar som blir kalla *antagonistar*. Dei kan vere *hyperparsittar* som parasittarar hyfar, sporar, sklerotiar og fruktlekamar hos plantepatogene soppar. Andre antagonistar *konkurrerer* effektivt om næring, oksygen og plass. Dei kan ved det redusere sjukdomsangrep på kulturplantene.

Kjemisk krigføring er heller ikkje ukjent blant mikroorganismane. *Antibiotika* er kjemiske stoff produserte av bakteriar eller soppar med verknad mot andre mikroorganismar. Antibiotika har fått ein sentral plass i human- og veterinærmedisin og det har ført til resistensproblem. Difor brukar vi ikkje antibiotika i plantevernet.

Biologisk bekjemping er å nytta levande organismar, det vil seie antagonistar, mot sjukdomsframkallande soppar og bakteriar (Waage & Greathead 1988). Vanlege plantekulturtiltak så som vekstskifte og betra jordstruktur ved grøfting kan redusere sjukdomsangrepa ved å auke den mikrobielle aktiviteten i jorda og med det skunda på nedbrytinga av sjukdomsorganismane.

Dagens situasjon

Om vi blar i lister og katalogar over godkjende plantevernmiddel i dei ulike nordiske land finn vi berre eitt biologisk middel mot plantepatogen. Det er godkjent mot sølvglans i frukt, eit ganske perifert problem. Omtrent fem andre preparat er gjennomprøvde og eit av dei blir produsert i industriell målestokk. Men innsatsen i forsknings- og utviklingsarbeidet i Norden er så liten at det er eit stykke fram til at biologisk bekjemping skal få nokon betydning for arbeidet med å redusere bruken av kjemiske plantevernmiddel.

Internasjonalt er det stigande interesse og sterk satsing på forskning og utvikling av biologisk bekjemping. Australia, Frankrike, Nederland, USA og fleire andre land satsar betydelege offentlege midlar. Det siste tiåret har fleire multinasjonale firma som produserer kjemiske plantevernmiddel engasjert seg i utvikling av biologiske middel. Det er såleis grunn til å håpe at vi får fleire biologiske plantevernmiddel mot plantepatogen i åra framover.

Entomologane har eit langt forsprang

Entomologane feirar nå 100-årsjubiléet for det første vellykka eksemplet på biologisk bekjemping. Kva kan grunnane vere til at vi som arbeider med plantesjukdomar ikkje har nådd like langt?

I dei to faga har utviklinga gått i ulike retningar. Ved århundreskiftet vart Mendel's genetiske lover gjenoppdaga og forskarane fann raskt mange eksemplar på at resistens mot virus, bakteriar og soppar vart nedarva som enkle faktorar. Sterk satsing på resistensforedling ga gode resultat i kveite, mais, ris, potet og mange andre viktige kulturar. Sjølv om det snart kom raser som barut ned resistensen, så ga resistensforedling svært god betaling for innsatsen.

Resistens mot kjemiske plantevernmiddel kom tidlegare i skadedyra. Medan det var mange meldingar om kjemikalieresistens i insektalt på femtitalet, var det først etter introduksjon av systemiske fungicid sist på sekstitalet at det vart alvorlege problem med fungicidresistens i plantepatogene soppar.

Dei fleste skadedyr har avgrensa geografisk utbreiing og entomologane har i fleire tilfelle oppnådd gode resultat i biologisk bekjemping ved introduksjonar av parasittar og predato-

rar fra andre geografiske områder. Dei fleste plantepatogene soppar og bakteriar er kosmopolittar. Difor er det mindre sjanse for å skaffe effektive antagonistar ved introduksjonar.

Samspelet mellom mikroorganismar er mindre dramatisk enn kampen mellom virvelause dyr. Predatorar og parasittar kan desimere populasjonar av sine byttedyr. Både bakteriar og soppar har ein enorm reproduksjonsevne. Difor vil antagonistar i beste fall berre verke inn på populasjonane av plantepatogene bakteriar og soppar.

Fyllosfæren er eit todimensjonalt miljø

Overflatene på stengel, blad, blomster og frukter har ein mikroflora. I tropisk regnskog kan det bli ein rik vegetasjon av epifyttar, planter som veks på planteoverflatene. Men og i temperert klima er overjordiske plantedeler dekte av saprofyttiske bakteriar, soppar og algar. Noen sjukdomsframkallande bakteriar og soppar kan vekse mellom ein saprotyttisk fase og ein parasittisk fase. *Fyllosfæren* er namnet på den todimensjonale mikrofloraen på overjordiske plantedeler.

Miljøfaktorane svingar raskt i eit plantebestand. Gjennom døgnet er det store svingingar i temperatur, solstråling og luftråme. Transpirasjonen fra blada aukar luftråmen nær overflata. Turbulensen i lufta verkar inn på kor raskt vassdampen blir ført vekk fra bladet. Dei fleste mikro-organismar må ha ein relativt luftpråme på 95% eller meir for å vekse. Bakteriar og mange saprofyttiske og parasittære soppar må ha fritt vatn for å vere aktive. Regn, vatning med spreiar, eller doggfall etter nedkjøling gjennom natta vil gje fritt vatn på overflatene.

Saprofyttane i fyllosfæren lever av nedfall av organiske stoff fra lufta og av organiske stoff som lekk ut gjennom epidermis. Tidleg i vekstsosongen er det lite nedfall og fyllosfærefloraen er fattig. Utover sommaren landar insekstektrement, pollen og støvpartiklar på blada og gir næringsgrunnlag for mikroorganismane i fyllosfæren.

Antagonistar i fyllosfæren

Fokkema et al. (1979) fann at pollen stimulerar gjærsoppar på rugblad. Vekst av antagonistiske gjærsoppar reduserte angrepa av bladflekkoppar i rug. Sprøyting med gjærsoppar reduserte angrepa av kveiteaksprikk (*Septoria nodorum*) i feltforsøk.

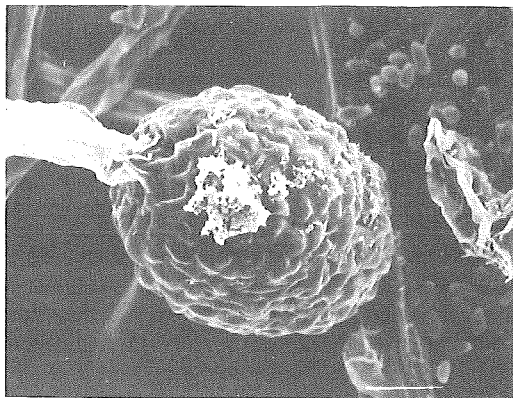


Fig. 1. Fem dagar etter smitting har hyperparasitten *Ampelomyces quisqualis* utvikla pyknidium med konidiar. Målestokken er 10 μ m. — Five days after infection the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* develops pyknidia with conidia. Bar = 10 μ m.

I den naturlege mikrofloraen på epleblad finst det soppar som er sterkt antagonistiske mot eplekurvsoppen (*Venturia inaequalis*). Heye & Andrews (1983) fann at visse saprofyttar verkar best på levande epleblad, medan andre hemma utviklinga av fruktlekamar i daude epleblad i vinterhalvåret.

Fyllosfæren er naturleg habitat for hyperparasittar så som *Eudarlucica caricis* på rust og *Ampelomyces quisqualis* som parasitterar mjøldogg. Sprøyting med *A. quisqualis* mot mjøldogg, på agurk utrydda ikkje agurkmjøldoggen, men parsittert mjøldogg hadde så liten skade-verknad på plantene at avlingsnivået var omlag det same som etter sprøyting med kjemiske mjøldoggmiddel (Sundheim 1982).

Rhizosfæren er tredimensjonal

Jorda omkring planterøtene er rik på mikroorganismar. Eit gram kulturjord kan innehalde 5—1000 millionar kim av bakteriar, opptil 10 millionar actinomycetar og opptil 1 million soppkim. *Rhizosfæren* eller rotsona er den delen av jorda som blir påverka av planterøtene og talet på mikroorganismar er større i rhizosfæren enn i resten av matjordlagret.

Ved eit visst tidspunkt er nesten alle mikroorganismar i jorda i kvile. Bakteriar finst som dormante celler eller endosporar. Soppar overlever som kvilesporar og andre sporar, kvileknollar og hyfer. Kvila kan vere eit resultat av vassmangel eller andre ugunstige mil-

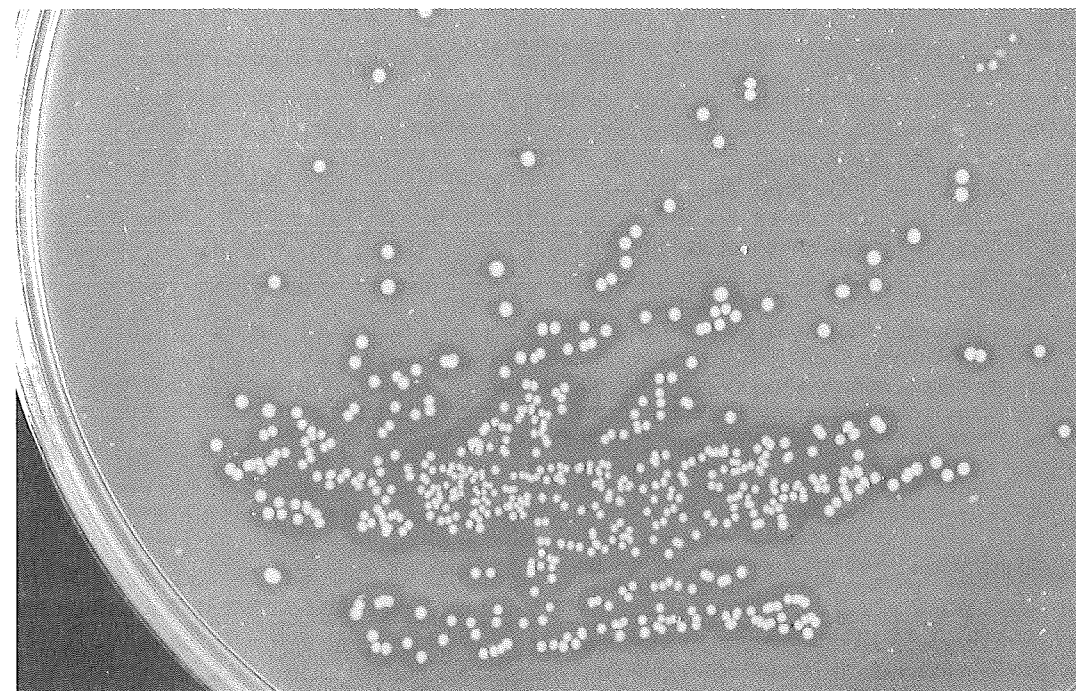


Fig. 2. Stamme av *Escherichia coli* med kitinasegen i plasmidet pLES51 bryt ned kitin i eit dyrkingsmedium. Klaringssona omkring koloniane kjem av at kitin er nedbroten. — Strain of *Escherichia coli* with chitinase gene in the plasmid pLES51, breaks down the chitin growth medium. The clear ring surrounding the colony shows where chitin has already been broken down.

jøfaktorar, men ofte er det næringsmangel som begrensar aktiviteten.

Vasspotensialet

Dei fleste jordmikroorganismar veks maksimalt ved omkring -1 bar. Gramnegative bakteriar veks ned til -10 bar, nokre grampositive kan vekse ned mot -25 bar, actinomycetar og soppar kan vekse i ennå tørrare jord.

Rotdrearsoppen *Gaumannomyces graminis* var. *tritici* stoppar veksten når jorda torkar inn til -40 bar, medan *Fusarium culmorum*, vanleg årsak til stråfusariose, kan vekse ned til -80 bar. I relativt fuktig jord møter dei to parsittsoppene sterk konkurranse fra saprofyttar, men i noko tørrare jord vil både rotdrearsoppen og *F. culmorum* ha ein relativ konkurransefordel (Cook 1970).

Vekst i % av veksten ved -1 bar (Cook 1970)

Vasspotensiale bar	-1	-5	-10	-20
Gramnegativ bakterie	100	75	50	0
<i>G. graminis</i>	100	90	75	50
<i>F. culmorum</i>	100	95	90	75

Ved biologisk bekjemping av desse to soppene er det viktig med god råmetilgang til rhizosfæren. Tromling har god verknad mot rotdrearsoppen, fordi det aukar vasstransporten i jorda. På lett jord som er utsett for tørkestress er skadane av rotdrearsoppen størst.

Vatning i knolldanningsperioda er eit effektivt middel mot flatskurv (*Streptomyces scabies*) i potet. Flatskurvorganismen er aerob. Vatning både reduserar oksygentilgangen og stimulerar antagonistiske bakteriar i jorda.

Bioteknologi og biologisk bekjemping

Metodar for molekylær-genetisk manipulering av mikroorganismar er under rask utvikling. På grunn av dei mange medisinske viktige artene er metodane for gen-manipulering kome lengst i bakteriar. Både prokaryote og eukaryote gen blir klona i tarmbakterien *Escherichia coli*. Isolering av bakterie-DNA fra kromosom eller plasmid, kloning, transformasjon og konjugasjons-overføring er rutine i genlaboratoriet.

Kitin er eit viktig stoff i celleveggen hjå soppar og i hudskjelettet til insekt, midd og

nematoder. Høgre planter og pattedyr manglar kitin. Enzym som bryt ned kitin blir kalla kitinaser og dei er difor av interesse i plante- vernet. Sundheim (1987) klona kitinasegen fra bakterien *Serratia marcescens* og overførte plasmid med kitinasegen til ein rotkolonise- ande *Pseudomonas*. Bakteriar med kitinase- aktivitet hemma soppvekst i kultur og re- dusererte angrep av *Fusarium oxysporum* på reddik (Sundheim et al. 1988). På plasmid er kitinasegenet lite stabilt i *Pseudomonas* og vi arbeidar nå med å klone genet inn i kromo- somalt DNA.

Kloning i industrielt viktige gjærsoppar er godt utvikla og det finst fleire gode klonings- vektorar. Transformasjon i filamentøse sop- par har lykkast både i genetisk vel studerte organsimar så som *Neurospora crassa* og i plantepatogene soppar mellom dei *Ustilago maydis* (Wang et al. 1987).

Vi vil i åra framover truleg få antagonistiske bakteriar og soppar som er forbetra ved hjelp av molekylærgenetiske metodar. Det vil stille oss overfor nye utfordringar i biologisk be- kjemping.

Litteratur

- Cook, R. J. & Papendick, R. I. 1970. Soil water potential as a factor in the ecology of *Fusarium roseum* f. sp. *ceralis* "Culmorum". Plant and Soil 32, 131—145.
- Fokkema, N. J., den Houter, J. G., Kosterman, Y. J. C. & Nelis, A.L. 1979. Manipulation of yeasts on field-grown wheat leaves and their antagonistic effect on *Cochliobolus sativus* and *Septoria nodorum* Trans. Br. mycol. Soc. 72, 19—29.
- Heye, C. C. & Andrews, J. A. 1983. Antagonism of *Athelia bombacina* and *Chaetomium globosum* to the apple scab pathogen, *Venturia inaequalis*. Phytopathology 73, 650—654.
- Sundheim, L. 1982. Control of cucumber powdery mildew by the hyperparasite *Ampleomyces quisqualis* and fungicides. Plant Pathology 31, 209—214.
- Sundheim, L. 1987. Cloning and conjugational transfer of chitinase encoding genes. J. Agr. Sci. Finland. 59, 209—215.

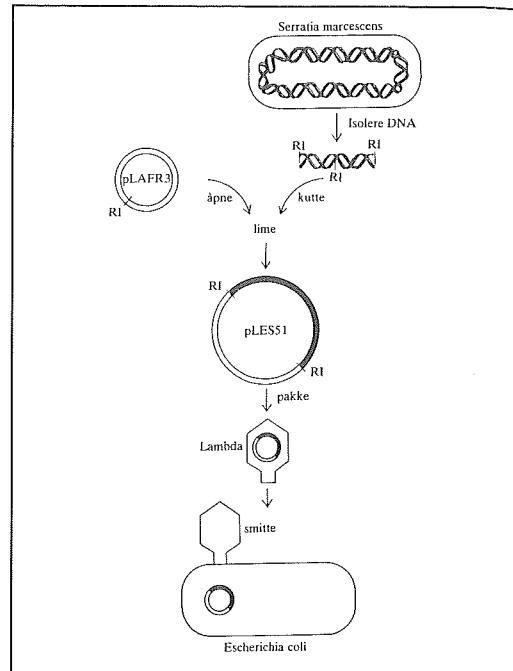


Fig. 3. Kromosomalt DNA fra bakterien *Serratia marcescens* er isolert og kutta med enzymet RI. Plasmidvektoren pLAFR3 er åpna med same enzymet og dei to er limde saman med enzymet ligase. Det nye plasmidet er pakka i bakteriofagen lambda som fører det inn i bakterien *Escherichia coli*. — *Chromosomal DNA from the bacterium Serratia marcescens is isolated and cut with the enzyme RI. The same enzyme is used to open the plasmid vector pLAFR3, and the two have then combined with the enzyme ligase. The new plasmid is then introduced to the bacteriophage lambda which subsequently inserts it into the bacterium Escherichia coli.*

- Sundheim, L., Poplawsky, A. R. & Ellingboe A. E. 1988. Molecular cloning of two chitinase genes from *Serratia marcescens* and their expression in *Pseudomonas*. Physiological and Molecular Plant Pathology. (in press)
- Wang, J., Holden, D.W. & Leong, S. A. 1988. Gene transfer system for the phytopathogenic fungus *Ustilago maydis*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85, 865—869.
- Waage, J. K. & Greathead, D.J. 1988. Biological control: challenges and opportunities. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 318, 111—128.

Summary, see page 18.

Fungal antagonists of *Pythium ultimum* isolated from a disease-suppressive *Sphagnum* peat

Hanne Wolffhechel, The Royal Veterinary and Agricultural University, Department of Plant Pathology, Thorvaldsensvej 40, 1871 Frederiksberg C, Copenhagen, Denmark

WOLFFHECHEL, H. 1989. Fungal antagonists of *Pythium ultimum* isolated from a disease-suppressive *Sphagnum* peat. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 7—11.

Several microorganisms isolated from *Pythium*-suppressive peat were tested for their ability to re-establish the suppressiveness following heat treatment of the peat. *Trichoderma harzianum*, *Chrysosporium* spp. and a mixture of *Penicillium* spp. and *Aspergillus* spp. were able to suppress *Pythium ultimum* attack of cucumber seedlings, whereas actinomycetes and other bacteria had no effect. *Gliocladium virens* inhibited plant growth in the heat treated peat, but both *G. virens* and *T. harzianum* were able to control *Pythium* in untreated, conductive peat.

Additional key words: Biological control, *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*.

Introduction

Several cases of *Pythium*-suppressive soils have been described which exhibit a wide range of mechanisms (Bouhot & Perrin, 1980; Kao & Ko, 1986; Lifshitz et al., 1984).

Suppressive effects on soil- and seed-borne diseases have also been found in *Sphagnum* peat where *Streptomyces* spp. were involved in the suppression (Tahvonen, 1982).

In an earlier study (Wolffhechel, 1988), a commercial *Sphagnum* peat was shown to be suppressive to damping-off and root rot of cucumbers caused by *Pythium ultimum*. The suppressiveness was greatly reduced by heat treatment at 60°C and by the addition of benomyl, whereas several applied antibiotics had no effect on the suppressiveness. This led to the conclusion that the suppressiveness of the peat lot was probably caused by antagonistic fungi.

The objective of the present study was to identify the organisms in the peat which suppress *Pythium*, and to find antagonists with a potential for biological control of *Pythium* damping-off and root rot.

Materials and methods

Peat lots

Two commercial lots of *Sphagnum* peat, limed and fertilized, were used in this study: A *Pythium*-suppressive peat which originated from Sweden, pH 6.3, and a conductive peat

which originated from Finland, pH 6.1. Both peat lots were only slightly decomposed.

Characterization of fungal flora of the suppressive peat

The number of colony-forming units (cfu) of the total fungal population was determined by dilution plating on PDA containing streptomycin-sulphate and chlortetracycline (30 ppm each). After a week of incubation the number of fungal colonies was counted and 50 colonies picked at random and identified.

Because *Trichoderma* spp. and *Gliocladium* spp. are well known as antagonists (Papavizas, 1985), their population density was determined separately by dilution plating on TSM-medium (Elad et al., 1981).

Isolation of organisms and inoculation of peat

Microorganisms were isolated from the *Pythium*-suppressive peat. Fungal colonies were transferred from the dilution plates onto PDA. Bacterial colonies were obtained by dilution plating on PDA containing cycloheximide (40 ppm), and isolated colonies were streaked onto PDA plates.

Ten days old cultures were used for inoculation of peat. Sterile, distilled water was poured onto the plates, and the spores/cells were freed from the plates by gently rubbing with a Drigalski spatula. The suspensions were

mixed into the peat. The strains of microorganisms used will be specified at the description of each experiment.

Assay for *Pythium* disease incidence

A soil naturally infested with *Pythium* spp. (mainly *P. ultimum*) was used as inoculum. The soil was air-dried, sieved through a 1 mm mesh screen and stored in an airtight container at room temperature.

Seeds of cucumber (*Cucumis sativus* cv. "Ideal Nova") were sown in vermiculite, watered with a weak nutrient solution and placed in a growth chamber at 25 °C. On the same day, inoculum was applied at 15 g soil per litre of peat with the addition of 3 g oatmeal per litre. The ingredients were mixed in a plastic bag by thorough shaking. After 4 days the peat mixture was filled into pots (330 ml each, filled by weight), and 5 cucumber seedlings were transplanted into each. The pots were then watered with the nutrient solution up to 70% of maximal water holding capacity, weighed, and placed in a growth chamber at 20 °C for 7 days. The pots were watered to the initial weight on alternate days.

Seven days after planting, each plant was removed carefully from the pot, rinsed in water, and the disease severity on roots and collar rated according to the following scale:

- 0 = healthy plant with white roots;
- 1 = light brown necroses in distinct spots;
- 2 = dark brown necroses in distinct spots;
- 3 = dark brown necrosis of the whole root system, or all around the stem;
- 4 = plant dead.

The top freshweight of the plants from each pot was also determined.

Effect of the microorganisms on *Pythium* disease

In an experiment using the suppressive peat, the suppressiveness was destroyed by treating the peat at 96 °C for an hour. A week after heat treatment, suspensions of microorganisms were applied at 40 ml per litre peat. Forty ml of sterile water were added to the peat in the control treatment. The following microorganisms were chosen for addition to the heat-treated peat. (Where a mixture of isolates was used the number of isolates is indicated in brackets):

- Actinomycetes (8)
- Bacteria other than actinomycetes (5)

- Chrysosporium* spp. (8)
- Penicillium* spp. and *Aspergillus* spp. (2 of each)
- Gliocladium virens* — isolate G2
- Trichoderma harzianum* — isolate T3

Trichoderma and *Gliocladium* sporulated readily, and conidia from 3 petri dishes were added to 1 litre of peat. As the growth and/or sporulation of the other organisms was poorer, a higher number of petri dishes — between 4 and 8 — per litre of peat was necessary for these species. The inoculated peat was incubated for one week, after which time the *Pythium* inoculation assay was carried out.

Two isolates of *T. harzianum*, T3 and T8, and two of *G. virens*, G1 and G2, were also tested in the conducive peat. The conidial suspensions were washed twice in sterile distilled water, centrifuged at 2 500 g for 20 minutes and resuspended. Conidia were counted in a haemocytometer, and then added to the peat at approximately 5×10^9 conidia in 40 ml of water per litre of peat. Immediately after mixing in the suspensions, *Pythium* and oatmeal were added to the peat, and the *Pythium* assay was carried out as described above.

Results

Characterization of fungal flora

The total number of fungi in the *Pythium*-suppressive peat was determined as 2×10^7 cfu per gram oven-dried peat i.e. approximately 2×10^9 cfu per litre. Of the 50 colonies isolated, 46 were identified as *Chrysosporium* spp., 2 as *Penicillium* spp., and 2 as *Aspergillus* spp.

The number of the isolates identified is too small to allow determination of the proportion of the different fungal genera in the peat, but the very high number of *Chrysosporium* spp. was a recurring observation on all dilution plates.

The number of *Trichoderma* and *Gliocladium* was determined as 3×10^5 cfu per gram oven-dried peat i.e. approximately 3×10^7 cfu per litre.

Ability of different microorganisms to re-establish the suppressiveness of peat

Heat treatment of the peat destroyed its suppressiveness, and hence enhanced the severity of attack by *Pythium* (figure 1). Actinomy-

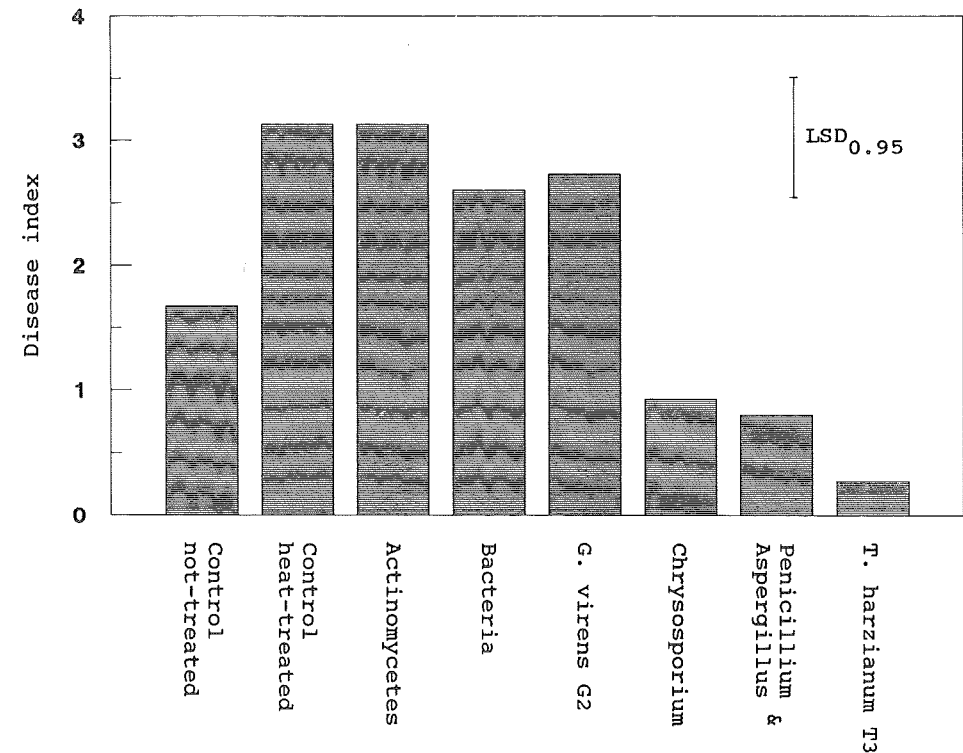


Figure 1. Ability of different microorganisms isolated from *Pythium* suppressive peat to re-establish the suppressiveness after heat treatment of the peat. All pots were infested with *Pythium*. Data are means of 3 replicates. — Mikroorganismers evne til at genoprette *Pythium*-hæmning. Mikroorganismene er isoleret fra hæmmende tørv og tilsat denne efter nedbrydning af hæmningen med varme. Alle potter er inokuleret med *Pythium*. Gennemsnitsværdier af 3 gentagelser.

ces and other bacteria were not able to re-establish suppressiveness, whereas *Chrysosporium* spp., the mixture of *Penicillium* spp. and *Aspergillus* spp., and *Trichoderma* T3 significantly reduced the disease to a level which seems to be even lower than in the untreated peat (fig. 1). The plants in the *Gliocladium* G2 treatment had a high disease index and looked very unhealthy, which seems to have been caused by some plant growth inhibiting effect of the *Gliocladium* itself, since the plants failed to establish immediately after planting. This was unlike the other treatments where the plants started to grow normally, and symptoms of *Pythium*-attack only were seen after 2—3 days.

Ability of *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* to control *Pythium* in a conducive peat

The two *Gliocladium virens* isolates G1 and G2, and one *Trichoderma harzianum* isolate

(T3) reduced the *Pythium* disease index significantly when applied as conidial suspensions to *Pythium*-conductive peat (table 1). Although the effect of *T. harzianum* T8 was not statistically significant, it did seem to reduce the attack by *Pythium* to some degree. The four antagonists did not show any significant effect on plant growth by themselves.

Discussion

Only fungi were able to re-establish the *Pythium*-suppressiveness of the heat-treated peat. This agrees well with the hypothesis put forward earlier (Wolffhechel, 1988) that the suppressiveness of the peat was caused by fungi. There was no evidence of streptomycetes having any disease suppressive effect, as was the case in Finnish peat (Tahvonen, 1982).

Of the 3 groups of fungi that were able to re-establish the *Pythium*-suppressiveness of the peat, *Trichoderma* spp. are the most well known antagonists and most widely used in

Table 1. Effect of *Gliocladium* and *Trichoderma* strains on the *Pythium* disease index of cucumbers, and on the freshweight of shoots. Experiments were conducted in conducive peat. — *Virkning af Gliocladium og Trichoderma stammer på Pythium-angreb i agurker og på planternes topfriskvægt. Forsøg i sygdomsfremmende tørv.*

Treatment	Disease index		Shoot freshweight (g)	
	not infested	<i>Pythium</i> infested	not infested	<i>Pythium</i> infested
Control	0 a	3.3 a	3.9 a	1.2 a
<i>G. virens</i> G1	0.1 a	0.8 b	3.7 a	3.4 b
<i>G. virens</i> G2	0.2 a	0.4 b	3.7 a	3.5 b
<i>T. harzianum</i> T3	0 a	1.1 b	4.1 a	3.5 b
<i>T. harzianum</i> T8	0 a	2.4 a	4.2 a	2.4 c

All data are means of 3 replicates. Numbers in each column followed by the same letter are not significantly different ($P=0.05$). — *De angivne tal er gennemsnit af 3 gentagelser. Der er ingen statistisk forskel imellem tal inden for hver sølje, der følges af samme bogstav ($P=0.05$).*

experiments with biological control of soil-borne diseases (Cook & Baker, 1983). *Penicillium* spp. have also been used for biological control of soil-borne diseases (Liu & Vaughan, 1965; Windels & Kommedahl, 1978), as have *Aspergillus* spp. (Locke et al., 1985). Two *Chrysosporium* species have been reported to inhibit mycelial growth of mushrooms (Sinden, 1971), and two isolates of *Chrysosporium* spp. showed "in vitro" antagonism towards *Phomopsis sclerotioides*, but no ability to control the disease on cucumbers (van der Hoeven et al., 1979).

There was no significant difference between the level of control obtained by the 3 groups of fungi suppressing *Pythium*, as they all reduced the disease to a very low level. This might be explained by the fact that the treatment at 96°C will have created a biological vacuum in the peat. Consequently, any fungus added to the peat will have had a good opportunity to colonize the substrate, regardless of its competitive saprophytic ability. Isolates of *G. virens* and *T. harzianum* were able to control *Pythium* even in untreated, conducive peat which makes it likely that they play an active role in the suppression of *Pythium* in the suppressive peat. The role of the other antagonistic fungi cannot be determined from these results, but they will be tested in further experiments. *Chrysosporium* spp. is especially interesting in this respect, as it seems to be the predominant fungal genus in the peat.

Gliocladium virens, isolate G2, had a plant-growth inhibiting effect in the heat-treated peat, which led to severe *Pythium* attack, whereas it gave good control of *Pythium* in untreated, conducive peat. It has been reported earlier that *Trichoderma* spp., which are closely related to *Gliocladium* spp., can inhibit plant growth, when applied at too high population levels (Baker, 1988). Whereas none of the *Trichoderma* strains tested in these experiments inhibited plant growth, the heat treatment of the peat obviously gave the G2 strain of *G. virens* such a good opportunity to proliferate that it reached a population level inhibitory to plant growth.

In conclusion, several fungal antagonists of *Pythium* have been isolated from the suppressive peat, but the role of these individual antagonists in the suppressiveness needs to be determined. The isolates *G. virens* G2 and *T. harzianum* T3 look promising as possible agents for the biological control of *Pythium*, as they seem to be effective even in substrates other than their native one. The remaining antagonists still need to be tested in this respect.

Acknowledgement

Part of this work was financed by the Danish Veterinary and Agricultural Research Council.

References

- Baker, R. 1988. *Trichoderma* spp. as plant growth stimulants. CRC Critical Reviews in Biotechnology 7: 97—106.
- Bouhot, D. and Perrin, R. 1980. Mise en évidence de résistances biologiques aux *Pythium* en sol forestier. Eur. J. For. Path. 10: 77—89.
- Cook, R.J. and Baker, K.F. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 539 pp.
- Elad, Y., Chet, I. and Henis, Y. 1981. A selective medium for improving quantitative isolation of *Trichoderma* spp. from soil. Phytoparasitica 9: 59—67.
- Hoeven, E. van der, Mitali, J.M. and Gindrat, D. 1979. Evaluation de microorganismes antagonistes de *Phomopsis sclerotioides* au laboratoire. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 89: 145—153.
- Kao, C.W. and Ko, W.H. 1986. Suppression of *Pythium splendens* in a Hawaiian soil by calcium and microorganisms. Phytopathology 76: 215—220.
- Lifshitz, R., Sneh, B. and Baker, R. 1984. Soil suppressiveness to a plant pathogenic *Pythium* species. Phytopathology 74: 1054—1061.
- Liu, Shu-yen and Vaughan, E.K. 1965. Control of *Pythium* infection in table beet seedlings by antagonistic microorganisms. Phytopathology 55: 986—989.
- Locke, J.C., Marois, J.J. and Papavizas, G.C. 1985. Biological control of *Fusarium* wilt of greenhouse-grown chrysanthemums. Plant Disease 69: 167—169.
- Papavizas, G.C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytopathol. 23: 23—54.
- Sinden, J.W. 1971. Ecological control of pathogens and weedmolds in mushroom culture. Ann. Rev. Phytopathol. 9: 411—432.
- Tahvonen, R. 1982. The suppressiveness of Finnish light coloured *Sphagnum* peat. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 54: 345—356.
- Windels, C.E. and Kommedahl, T. 1978. Factors affecting *Penicillium oxalicum* as a seed protectant against seedling blight of pea. Phytopathology 68: 1656—1661.
- Wolffhechel, H. 1988. The suppressiveness of *Sphagnum* peat to *Pythium* spp. Acta Hort. 221: 217—222.

WOLFFHECHEL, H. 1989. Svampeantagonister over for *Pythium ultimum* isoleret fra sygdomshæmmende sphagnum. *Væxtskyddsnotiser* 53: 1—2, 7—11.

Pythium-hæmningen i et sphagnumparti blev nedbrudt ved varmebehandling. Forskellige mikroorganismer, der var isoleret fra det hæmmende sphagnum, blev tilsat og testet for deres evne til at inducere hæmning af *P. ultimum* angreb på agurkkimplanter. *Trichoderma harzianum*, *Chrysosporium* spp. og en blandning af *Penicillium* spp. og *Aspergillus* spp. bekæmpede *Pythium* effektivt, medens aktinomyceter og andre bakterier ikke havde nogen effekt. *Gliocladium virens* forårsagede en plantevæksthæmning i varmbehandlet sphagnum, hvilket førte til forhøjet *Pythium*-angreb. Derimod nedsatte både *G. virens* og *T. harzianum* *Pythium*-angrebet i ubehandlet, sygdomsfremmende sphagnum.

Interaktion mellan antagonister och patogena svampar

Eeva Tapio och Arja Pohto-Lahdenperä, Institutionen för växtpatologi, Helsingfors Universitet, SF- 00710 Helsingfors, Finland

TAPIO, E. & POHTO-LAHDENPERÄ, A. 1989. Interaktion mellan antagonister och patogena svampar *Växtskyddsnotiser* 53: 1–2, 12–18.

Många av antagonister producerande antibiotika har också förmågan att producera enzymer, som upplöser patogensvampars cellväggkomponenter. Detta möjliggör antagonisten att tränga in i värdhyfen och växa på den som en hyperparasit.

Antagonism har varit känd och undersökt i årtionden. Inverkan av antagonisten är oftast komplicerad. Bland de mest undersökta antagonister är *Trichoderma*- och *Gliocladium*-svamparna. I början fästes uppmärksamheten närmast på deras förmåga att producera både flyktiga och inte flyktiga antibiotika såsom gliotoksin, viridin, gliovirin, trichodermin och antifungala alkylpyroner, som hämmar växten av patogener (t ex Dennis & Webster 1971, Claydon et al. 1987). Streptomycin, en produkt av *Streptomyces*-strålsvampen, är även använd som medicin.

I de senaste årtionden har man i undersökningar av hyperparasitism kunnat klarlägga att många mykoparasiter, på levande svampar växande mikroorganismer, producerar olika enzymer. Dessa upplöser värdhyfens cellväggkomponenter, vilket tydligt kan ses i scanning elektron mikroskop (SEM). Som sådana enzymer bör i första hand nämnas β -1,3-glucanas och chitinas, som analyserats bl.a. i näringssubstrat av *T. harzianum* (Elad et al. 1983). Därtill kan det i antagonism vara frågan om konkurrens om plats och näring.

På Institutionen för växtpatologi vid Helsingfors universitet har hyperparasitism undersökts med SEM. Antingen levande groende frön eller autoklaverade frön inokulerades med både patogena svampar och ett par dagar därefter med antagonister. Som patogener undersöktes: *Alternaria brassicicola*, *Botrytis*

cinerea, *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* och *Fusarium oxysporum* och som antagonister: *Streptomyces griseoviridis*, *Gliocladium roseum* och *Trichoderma* sp. I detta sammanhang presenteras blott en del av studierna. Den först inokulerade patogensporen hann ofta gro och infektionshyfen även penetrera växtcellen innan hyperparasiten växte på den (fig. 1). Om båda mikroorganismerna inokulerades samtidigt, besatte strålsvampen helt växtytan och hindrade totalt samväxten. *S. griseoviridis*-hyfen slingrar sig tätt omkring bomullsmögelhyfen (fig. 2). På gråmögelsvampen växer strålsvampen närmast längs hyfen (fig. 3) upplösande dess cellvägg (fig. 4). *R. solani*-hyferna är inte starkt rubbade av *S. griseoviridis* (fig. 5). I stället slingrar *G. roseum* sig tätt omkring den (bild 6) även bildande appressorier och förmodligen trängande in i den (fig. 7). *G. roseum* (fig. 8) och *Trichoderma* sp. (fig. 9) bildar på interaktionsområdet hyfsnurror, som enligt Elad et al. (1987) är typiskt för parasiterande *Trichoderma*-svampar. Lektinbildning är en av mekanismerna mellan mikroorganismer. Mellan den parasiterande *Trichoderma*-hyfen och patogenen *A. brassicicola* ses fibrer, som torde vara lektinfibrer (fig. 10). Sådana har observerats i interaktion mellan *Trichoderma hamatum* och *Sclerotium rolfii* (Barak et al. 1985).

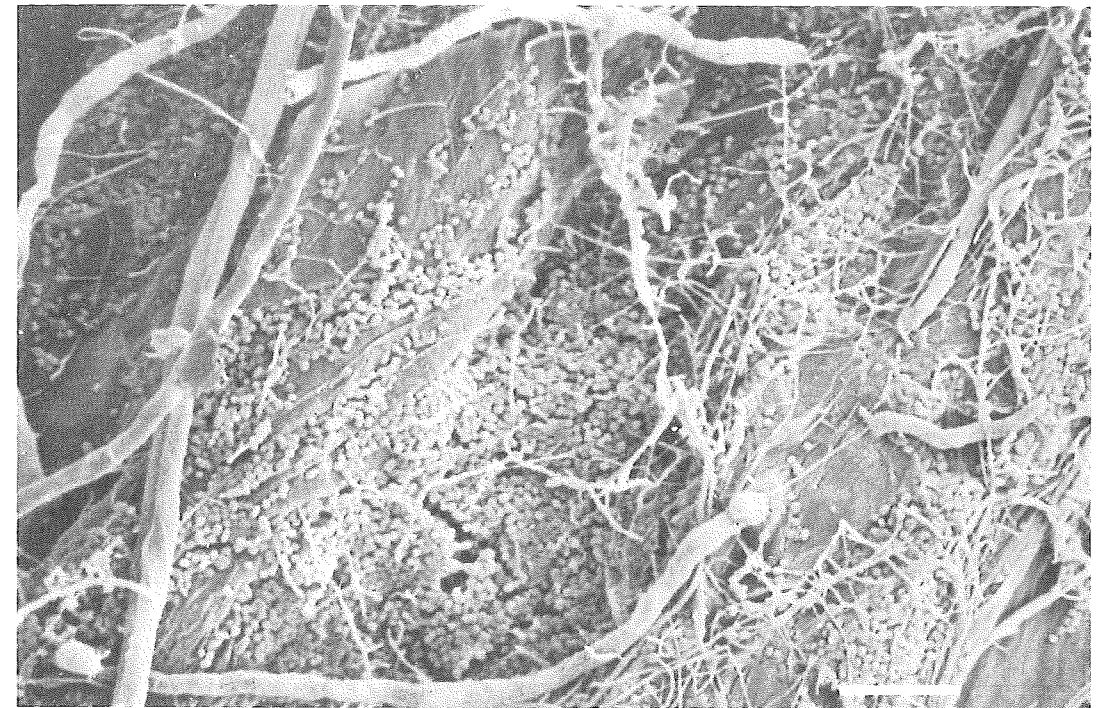


Fig. 1. *Streptomyces griseoviridis* bildar rikligt med sporer på ytan av rypsrotten, var *Pythium* svamphyfen ses tränga in i växtcellen. — *S. griseoviridis* forms abundantly spores on the root of turnip rape, where *Pythium hypha* is penetrating the plant cell.

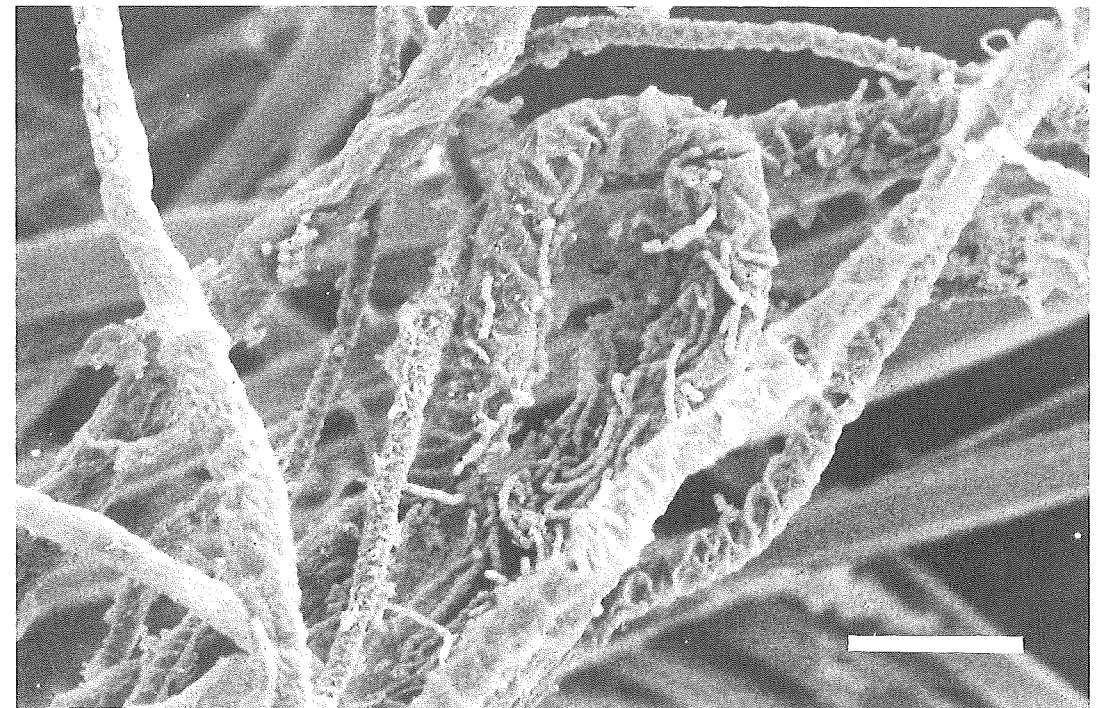


Fig. 2. *S. griseoviridis* parasiterande *Sclerotinia sclerotiorum* svamphyfer. Under dem ses styva växthår. — *S. griseoviridis* parasitizing *S. sclerotiorum* hypha.

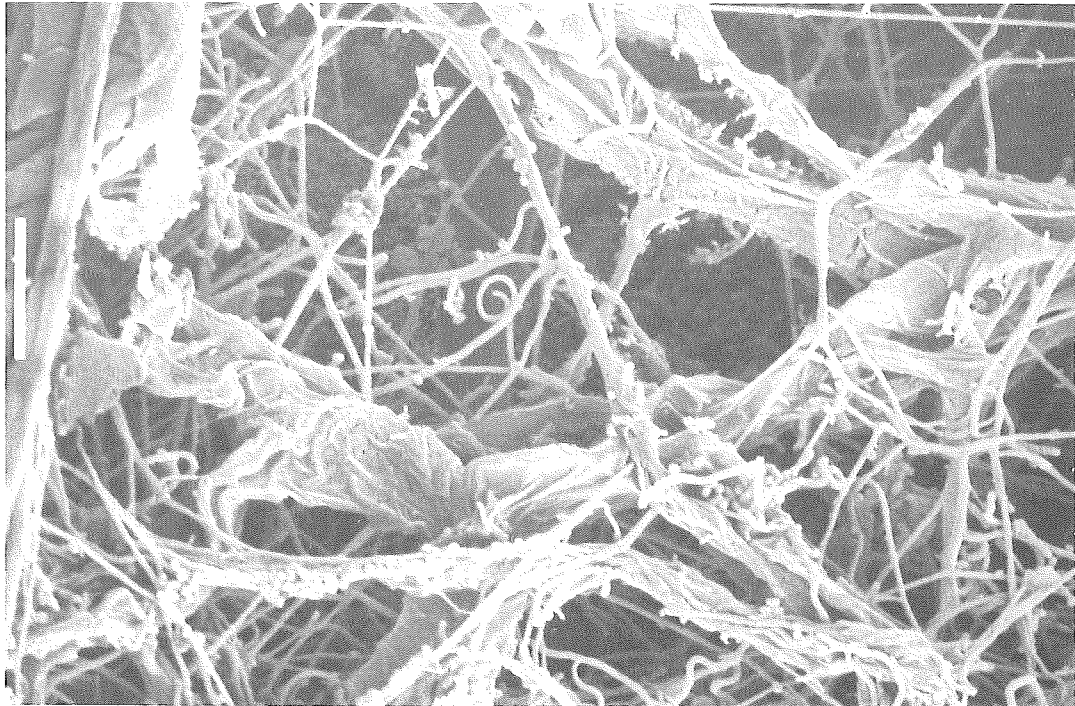


Fig. 3. Rikligt med *S. griseoviridis*-strålsvamphyfer växande på *Botrytis cinerea*-myceliet. *S. griseoviridis* growing abundantly on *B. cinerea* mycelium.

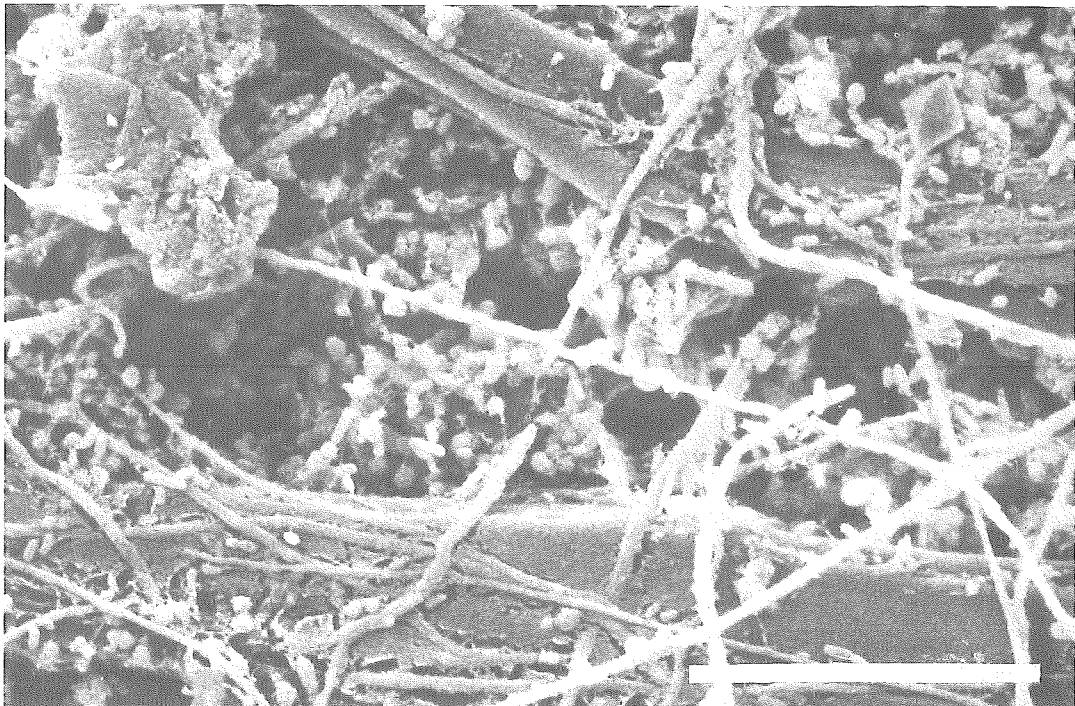


Fig. 4. En närbild av strålsvamphyfer upplösande cellväggen av *B. cinerea*-hyfen. — Close-up actinomycete hypha dissolving cell wall of *B. cinerea*-hypha.

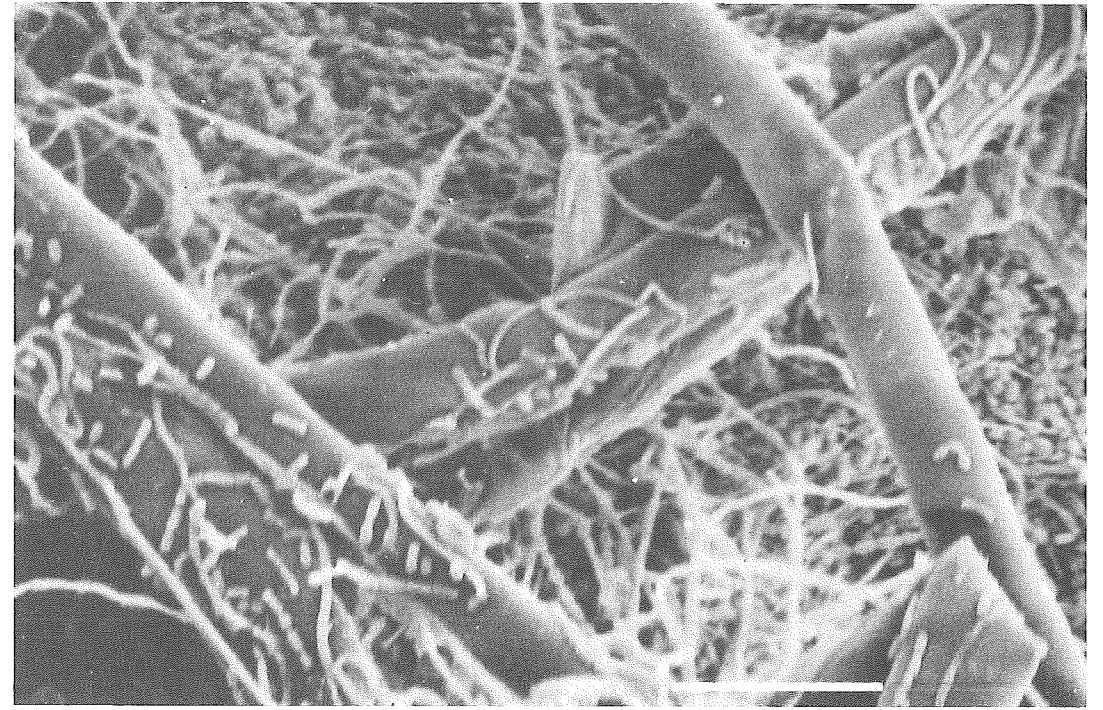


Fig. 5. *S. griseoviridis* växande på *Rhizoctonia solani*-hyfer, som är endast svagt rubbade. — *S. griseoviridis* growing on *R. solani*-hypha, which is only slight affected.



Fig. 6. De tunna *Gliocladium roseum*-hyferna växer på myceliet av *R. solani*-svampen slingrande omkring den. — Thin *G. roseum* hypha coiling in mycelium of *R. solani*-fungus.

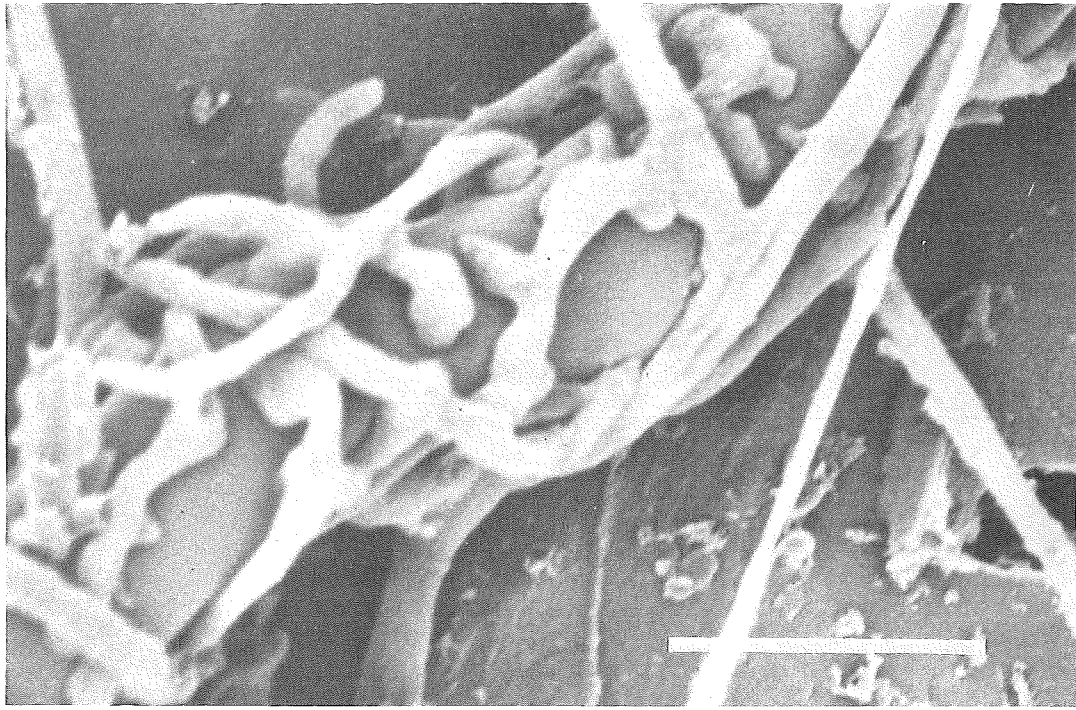


Fig. 7. *G. roseum* bildar appressorier och tränger in i *R. solani*. — *G. roseum* forming appressoria and penetrating *R. solani*.

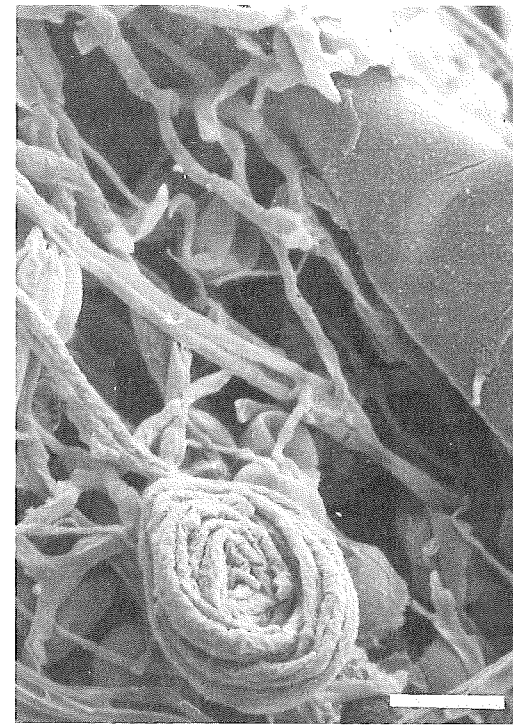


Fig. 9. Hyfsnurra bildande *Trichoderma* på *R. solani*. — Hypha coils forming *Trichoderma* on *R. solani*.

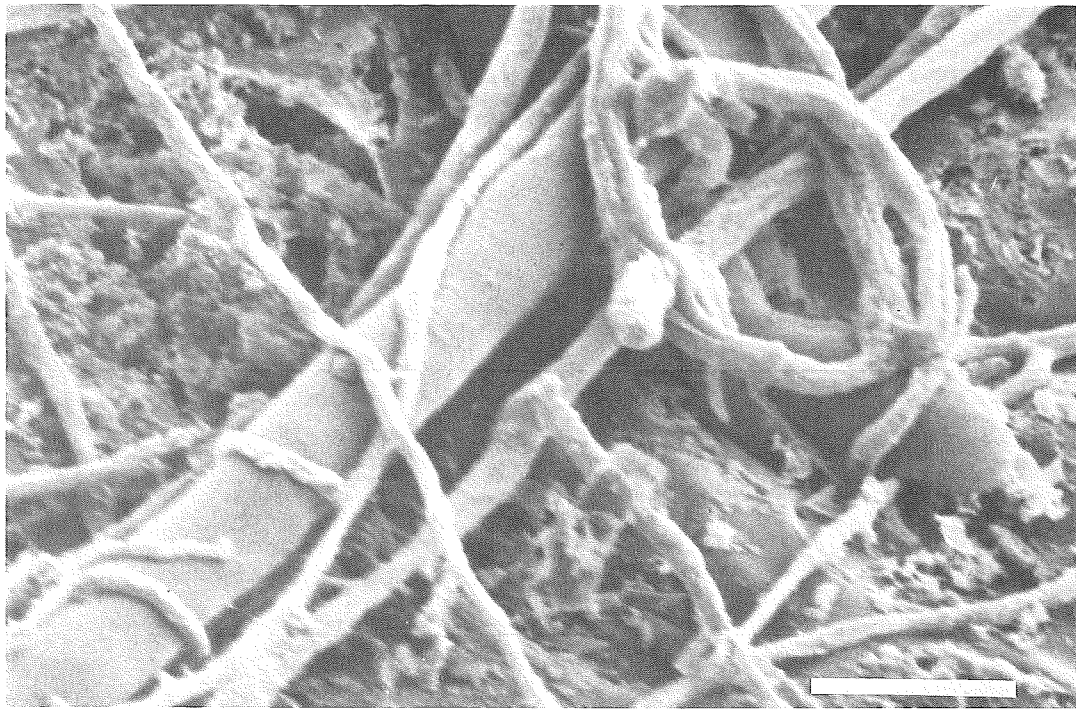


Fig. 8. *G. roseum* parasiterade på *R. solani* bildade en hyfsnurra. — *G. roseum* parasitizing *R. solani* forming hypha coils.

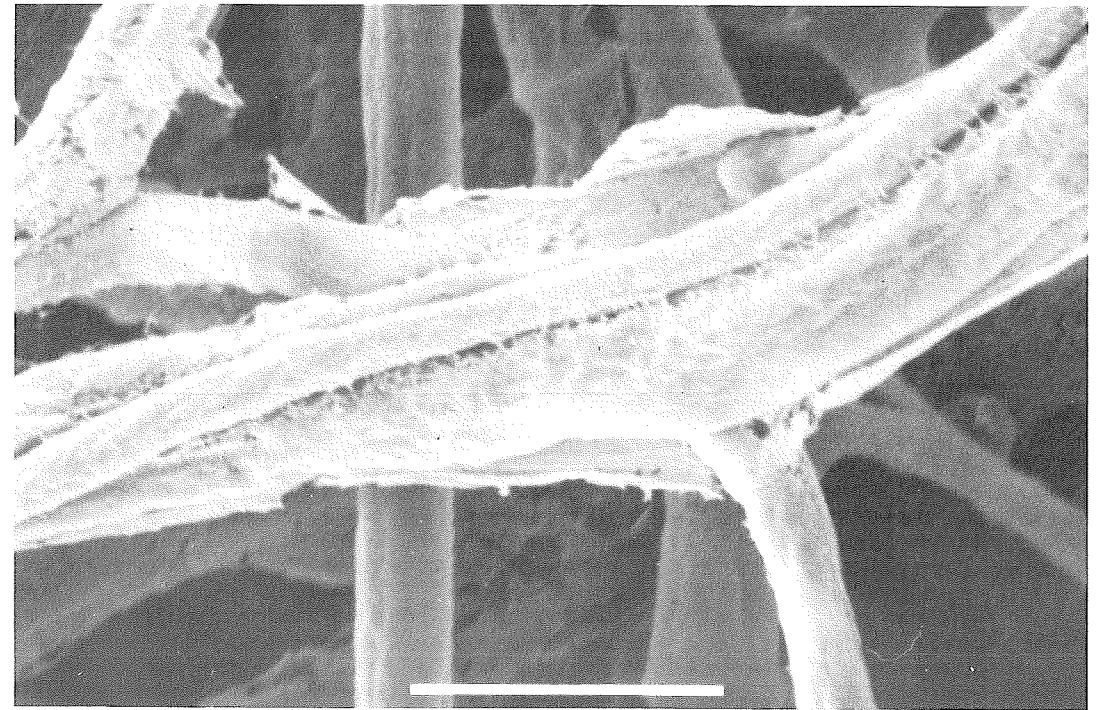


Fig. 10. *Trichoderma* sp.-hyfen har med hjälp av lektin fibrer häftat vid *Alternaria brassicicola*-hyfen upp-lösande dess cellvägg. — *Trichoderma* sp. hypha binding with lectin fibres on *A. brassicicola* hypha lysing the cell wall.

Litteratur

- Barak, R., Elad, Y., Mirelman, D. & Chet, I. 1985. Lectins: A possible basis for specific recognition in the interaction of *Trichoderma* and *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 75, 458—462.
- Claydon, N., Allan, M., Hanson, J.R. & Avent, A.G. 1987. Antifungal alkyl pyrones of *Trichoderma harzianum*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 88, 503—513.
- Dennis, C. & Webster, J. 1971. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. Production of non-volatile antibiotics. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 57, 25—39.
- Elad, Y., Chet, I., Boyle, P. & Henis, Y. 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* on Scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. *Phytopathology*, 73, 85—88.
- Elad, Y., Sadovsky, Z. & Chet, I. 1987. SEM-observations of early stages of interaction of *Trichoderma harzianum* and *Rhizoctonia solani*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 88, 259—263.

TAPIO, E. & POHTO-LAHDENPERÄ, A. 1989. Interaction between antagonists and pathogenic fungi. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 12—18.

Many of the antagonists producing antibiotic substances have the ability to produce enzymes, which cause the lysis of cell wall components of the pathogenic fungi. This helps the antagonist to penetrate the host hypha and grow on it as a hyperparasite.

Continued from page 6.

SUNDHEIM, L. 1989. When will we have biological control of plant diseases? *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 3—6.

Biological control of plant pathogens has had little success to date. Antagonists against leaf parasites must exist in extreme environments in the phyllosphere. Biological control agents in the rhizosphere have to survive in three-dimensional environments in which the microbial activity is enormous. Gene-technological methods will enable us to work more effectively to find effective antagonists.

Biologisk bekæmpelse af agurkemeldug med *Tilletiopsis*-arter

Inge M.B. Knudsen og J.P. Skou, Landbrugsafdelingen, Forskningscenter Risø, DK-4000 Roskilde

KNUDSEN, I.M.B. & SKOU, J.P. 1989. Biologisk bekæmpelse af agurkemeldug med *Tilletiopsis*-arter. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 19—24.

Biologisk bekæmpelse af meldug (*Sphaerotheca fuliginea* og *Erysiphe cichoracearum*) på agurk (*Cucumis sativus*) kan være et vigtigt alternativ til fungicidanvendelse.

Der gives en oversigt over de igangværende undersøgelser af virkningen af antagonisten *Tilletiopsis albescens* på agurkemeldug. Der er opnået 78—100% reduktion af antal meldugkolonier efter sprøjtning 2 gange med *Tilletiopsis*, samtidig med at der er konstateret en drastisk reduktion i antallet af meldugkonidier i de kolonier, der kommer på de *Tilletiopsis*-sprøjtede blade.

Ved lys- og scanning-elektronmikroskopi og ved "spore fall" metoden er der påvist kraftigere vækst af *T. albescens* på melduggens hyfer, konidiebærere og konidier end på agurkebladene, hvilket tyder på hyperparasitisme.

Endelig peges der på behovet for flere undersøgelser til belysning af samspillet mellem patogen og antagonist, samt undersøgelser af økologisk og udviklingsmæssig karakter.

Nøgleord: *Tilletiopsis minor*, *T. albescens*, *Sphaerotheca fuliginea*, *Erysiphe cichoracearum*, biologisk bekæmpelse.

Indledning

Den kemiske bekæmpelse af agurkemeldug (*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr.) Poll. og *Erysiphe cichoracearum* DC) har visse vanskeligheder. Svampene har især udviklet resistens over for benzimidazoler og dime-thirimol, men der er nu også konstateret resistens mod de meget anvendte fungicider, der hæmmer ergosterolbiosyntesen. Det sker i væksthuse, hvor konstant dyrkning af agurker kræver op til 10 sprøjtninger årligt (Sche-pers, 1983). Desuden kan høst af agurker 2 gange om ugen være vanskelig, fordi der for mange fungiciders vedkommende er en behandlingsfrist på 4 dage før anvendelse.

Det er derfor vigtigt at finde andre bekæmpelsesmetoder, der kan erstatte eller supplere den kemiske bekæmpelse af meldug (og andre svampesydomme), og her kommer den biologiske bekæmpelse ind som en mulighed ligesom ved skadedyrskæmpelsen. Desuden kommer man et sprøjtet produkt nærmere, hvilket er et ønske hos både forbrugere og væksthushavere.

Antagonister

En række antagonistiske svampe har været prøvet over for meldug. Hijwegen & Buchenauer (1984) har således undersøgt virkningen af 7 og Hijwegen (1988) af 17 forskellige. Især har hyperparasitten *Ampelomyces quisqualis*

Ces.: Schlecht. været genstand for undersøgelser. Høj luftfugtighed i etableringsfasen har vist sig at være en absolut nødvendighed for dens anvendelse til bekæmpelse (Sundheim, 1978; Phillip *et al.*, 1984). Dette støttes af, at der ved tilsætning af en 1% paraffinemulsion kan opnås bekæmpelse ved 80% RH (Phillip *et al.*, 1986).

Det er ret nyt, at også *Tilletiopsis*-arter hæmmer angreb af agurkemeldug. Hoch & Provvidenti (1979) fandt både en præventiv og en kurativ virkning ved anvendelse af *Tilletiopsis* på afklippede agurkeblade, og deres undersøgelser i scanning-elektronmikroskop viste, at en *Tilletiopsis*-art voksede såvel på meldughyfer som på konidiebærere og konidier. Hartman *et al.* (1984) undersøgte 8 *Tilletiopsis*-isolater og 1 isolat af *A. quisqualis* for virkning på meldugangreb på agurkeplanter i plastposer. Alle isolater af *Tilletiopsis* gav 90—97% bekæmpelse, hvorimod der ikke blev opnået signifikant bekæmpelse med *A. quisqualis*.

Hijwegen (1986) undersøgte virkningen af *Tilletiopsis minor* Nyland på agurkemeldug under erhvervs-mæssige dyrkningsbetingelser i væksthuse, det vil sige ved en dag/nat temperatur på 23°C/17°C, og en relativ fugtighed på 75%/90%, under 16 timers kunstlys. Under disse forhold var der ca. 90% nedgang i dannelsen af meldugkonidier.

I Danmark har interessen for antagonisten resulteret i en hovedopgave på Landbohøjskolen i København gennemført af Jørgen Søgaard Hansen med biologisk bekæmpelse af meldug på agurk ved hjælp af *T. minor* (Hansen, 1988). Desuden er der med 3 års finansiel støtte fra Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd i 1987 indledt et forskningsprojekt vedrørende biologisk bekæmpelse af meldug på agurk, byg og begonie med *Tilletiopsis albescens* Gokhale ved Landbrugsafdelingen på Risø. Idéen til projektet opstod i 1982—83 efter, at det havde vist sig, at *Tilletiopsis* generede meldugforsøgene på afdelingen og senere, da der i 1984 fandtes *Tilletiopsis* i et stort antal stamkulturer af meldug i kølediske (Skou, upublicerede data). Indledende forsøg på afklippede bygblade inficeret med bygmeldug på agarskåle viste, at *T. albescens* kunne bekæmpe melduggen (Skou, 1986).

Der vil i det følgende blive givet en oversigt over erfaringerne fra forskningsprojektet med den biologiske bekæmpelse af agurkemeldug.

Tilletiopsis-arterne og deres forekomst

Tilletiopsis-slægten, der er beskrevet af Derx (1948), tilhører spejlgærordenen *Sporobolomycetales* under basidiomyceterne. De er karakteriseret ved at have ukønnede sporer (ballistosporer), hvilket let vises ved hjælp af en "spore fall teknik" (Derx, 1930). Fæstes bladstykker til en petriskåls låg, vil ballistosporerne kastes ned på agaren og danne et spejlbillede af væksten på bladet. Placeringen af *Tilletiopsis* inden for *Sporobolomycetales* har været diskuteret, idet nyere fylogenetiske undersøgelser har vist nogen overensstemmelse med brandsvampene *Ustilaginales* (Boekhout, 1987)

Tilletiopsis-arterne er adskilt på morfologi (Nyland, 1950; Tubaki, 1952), eller på både morfologi og fysiologi (Gokhale, 1972) og på enzym-mønster (Yamazaki *et al.*, 1985), fordi pleomorfi inden for de enkelte arter gør identifikation vanskelig på grundlag af morfologi alene. Boekhout (1987) deler arterne i følgende 4 klare grupper på grundlag af morfologi, fysiologi og G + C% i DNA, 1) *T. minor* Nyland var. *minor* & *T. fulvescens* Gokhale, 2) *T. washingtonensis* Nyland, *T. cremea* Tubaki & *T. lilacina* Tubaki, 3) *T. minor* Nyland var. *flava* Tubaki og 4) *T. albescens* Gokhale.

Tilletiopsis-arterne forekommer almindeligt på bladoverfladen hos planter i de tempererede klimabælter (Last & Deighton, 1965). Hyppigheden af *Tilletiopsis* er større på blade med angreb af meldug (Last, 1970) eller rust (Pady, 1974) end på blade uden angreb. *Tilletiopsis*-arterne forekommer hyppigst i juli og august (Last, 1955a) og hyppigere på gødet hvede end på ugødet (Last, 1955b).

Lejlighedsvis indsamlinger fra mark, have og skov tyder på, at *Tilletiopsis*-arterne forekommer almindeligt på planter med rust eller meldug. Ved hjælp af "spore fall" isoleredes *Tilletiopsis* fra agertidse (Circium arvense (L.) Scop.) med angreb af tidselrust (*Puccinia punctiformis* (Str.) Röhl.) (Skou 13.6.1988), fra skorzonerrod (*Scorzonera hispanica* L.) med angreb af kurvblomstmeldug (*E. cichoracearum* DC) (Skou 19.8.1988) og fra eg (*Quercus robur* L.) med angreb af egemeldug (*Microsphaera alphitoides* Griffon & Maubl.) (Knudsen 25.9.1988).

Valg af isolat

I det igangværende projekt er 23 isolater blevet undersøgt for virkning på bygmeldug og for optimale krav til næring, pH og temperatur, med henblik på valg af det isolat, der bedst bekæmpede melduggen samtidig med, at det voksede godt på enkle substrater og i øvrigt udviste en bred vækstamplitude.

De undersøgte isolater stammer fra kulturer af meldug i køledisk, fra usprøjtede bygmarker og fra typekulturer af *T. minor*, *T. washingtonensis* og *T. albescens* rekvireret fra CBS i Holland. Arternes og isolaternes evne til meldugbekæmpelse blev undersøgt på afklippede blade fra 10 dage gamle bygplanter. Bladstykkerne blev lagt i plastæsker med vandagar tilsat benzamidazol og inokuleret med meldug og *Tilletiopsis* på samme dag.

Undersøgelserne viste fra 87—98% reduktion af antal meldugkolonier, for isolater fra køledisk, 92—100% for isolater fra bygmarker og 43—78% reduktion for typekulturerne, hvoraf *T. albescens* havde størst virkning. Der var ikke signifikant forskel mellem de 2 første grupper, hvorimod typekulturerne havde signifikant mindre virkning.

Krav til pH blev undersøgt i intervallet 3—8, temperaturen i intervallet fra 5—35 °C og væksten blev undersøgt på en række almindelige substrater.

Alle arter og isolater voksede godt på kartoffeldekstroseagar, og de fleste voksede godt på maltekstraktagar med gærekstrakt og havremelagar, hvorimod Czapek-Dox og majs-melagar viste sig selektivt, idet nogle voksede godt, andre dårligt. Kravene til pH og temperatur er ret brede, idet de fleste isolater vokser ved pH 4—8 med optimum ved pH 6—7 og ved 10—28 °C med optimum ved 20—25 °C.

Den bedste kombination af de ønskede egenskaber blev fundet hos isolat nummer 1112. Dette isolat er anvendt til de fleste af de gennemførte forsøg med bekæmpelse af meldug.

Til hjælp for en endelig identifikation af *Tilletiopsis*-isolaterne gennemføres for tiden fysiologiske undersøgelser, hvorfor det blot skal anføres, at de fleste står nær *T. albescens*.

Bekæmpelse af agurkemeldug i vækstammer

Det søges klarlagt om *Tilletiopsis*-svampene har præventiv eller kurativ virkning på udviklingen af agurkemeldug. Her skal de igangværende undersøgelser refereres.

Forsøgene er udført i vækstkamre med reguleret luftfugtighed (80—100%), temperatur (20 °C) og lysintensitet (100—150 $\mu\text{E sek}^{-1} \text{m}^{-2}$). Der anvendtes agurker med 3—4 løvblade. Planterne inokuleredes med meldug (*E. cichoracearum*) med ca. 2 konidier pr. mm^2 ved hjælp af kvantitativ inokulator (Knudsen *et al.*, 1987).

Tilletiopsis-kulturen homogeniseredes og suspenderedes i fysiologisk saltopløsning med 10^7 inokulumentheder pr. ml. Agurkeblade blev sprøjtet til afdrykning. Følgende tidspunkter for sprøjtning med *Tilletiopsis* i forhold til inokulering med meldug er undersøgt: A: 5 dage før, B: 3 dage før, C: samme dag, D: 3 dage efter, E: 7 dage efter, F: 10 dage efter; og forsøg med 2 behandlinger: G: 3 dage før og samme dag, H: samme dag og 3 dage efter; og I: 3 dage efter og 7 dage efter inokuleringen med meldug.

Opgørelsen foregik ved tælling af meldugkolonier på agurkernes 2., 3. og 4. blad, 12 dage efter inokulering med meldug. Bekæmpelsen beregnedes i forhold til en kontrol, der blev overbruset med vand 3 dage efter inokulering med meldug. Ved forsøgets afslutning opmålte bladens areal med areameter, og antal meldugkolonier pr. cm^2 bladareal beregnedes.

Der blev ikke opnået signifikant bekæmpelse ved sprøjtning med *Tilletiopsis* 5 dage før inokuleringen med meldug (A) og heller ikke sprøjtning 7 (E) (40—45% virkning) eller 10 dage efter (F) (0—30% virkning) inokulering med meldug. Sprøjtning med *Tilletiopsis* 3 dage før melduginokulering (B) gav 46—90% bekæmpelse, samme dag (C) gav 40—80%, 3 dage efter (D) gav 60—100%. Gentagen sprøjtning 3 dage før og samme dag som melduginokulering (G) gav 78—96%, samme dag som melduginokulering (G) gav 78—96%, samme dag og 3 dage efter (H) gav 98—99%, 3 dage og 7 dage efter (I) gav 92—100% bekæmpelse.

Produktionen af meldugkonidier

Hijwegen (1986 og 1988) opgjorde sine resultater af bekæmpelsen ved at bestemme forholdet mellem normale og kollaberede meldugkonidiebærere. Hansen (1988) bestemte dækningsgrad med meldug efter en 0—10 skala og talte produktionen af meldugkonidier ved mikroskopi.

I vore forsøg er virkningen af bekæmpelsen målt ved antal kolonier og ved undersøgelse af konidieproduktionen i meldugkolonierne. Otte dage gamle enkelt-kolonier på afklippede bladstykker på vandagar tilsat benzamidazol blev inkuberet i yderligere 8 dage. Herefter høstes sporene med en cyclonsporefælde, opsamledes i Isoton II og taltes med Coulter Counter. Derved kunne der foretages en sammenligning mellem antal konidier produceret i *Tilletiopsis*-behandlede og ubehandlede meldugkolonier.

Der er påvist op til 90% reduktion i konidieproduktion i de behandlede bladens kolonier. Reduktionen kan også iagttages på koloniernes udseende (Fig. 1).

Metoden har den ulempe, at den afspejler en sen fase af meldugkoloniens udvikling, hvorfor der kan være tale om en overvejende nekrotrof effekt.

Væksten af Tilletiopsis på bladene

Væksten af *Tilletiopsis* på bladprøver med agurkemeldug undersøgtes ved lysmikroskopi af parlodionstrips (cellulose nitrat) i cotton blue/lactophenol (Skou, 1984) og ved scanning-elektronmikroskopi, som er foretaget i samarbejde med Jørgen Søgaard Hansen. Den viser, at *Tilletiopsis* vokser på meldug, idet der

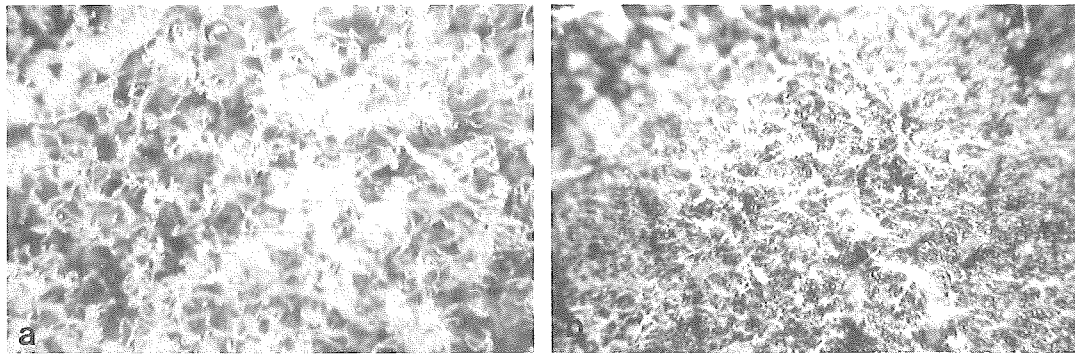


Fig. 1. 14 dage gamle agurkemeldugkolonier. (*E. cichoracearum*). 24 x.
 a. Ubehandlet blad. Konidier ses i kæder.
 b. *Tilletiopsis*-behandlet blad. Konidioforer er kollaberede, og konidiekæder kan ikke ses. — 14 days old colony of cucumber powdery mildew. (*E. cichoracearum*). 24 x.
 a. Untreated leaf. Conidia occur in chains.
 b. *Tilletiopsis*-treated leaf. Conidiophores are collapsed, and no conidia chains are visible.

få dage efter sprøjtning ses vækst af *Tilletiopsis* langs meldughyferne. Væksten bliver tættere og særlig tydelig efter ca. en uge, og der ses især høj koncentration af *Tilletiopsis* omkring konidiebærere og konidier (Fig. 2).

Hyppigheden af *Tilletiopsis*-svampens forekomst henover en bladoverflade kan bedømmes, dels ved direkte mikroskopering, dels ud fra væksten af de frigjorte ballistosporer afsat på agar ved "spore fall" metoden. Denne metode giver en enkel mulighed for at belyse væksten af *Tilletiopsis* i og uden for meldugkolonierne. Således har undersøgelserne af sporefaldet vist, at sporuleringen af *Tilletiopsis* ca. 20 dage efter inokuleringen med meldug næsten udelukkende er knyttet til meldugkolonierne (Fig. 3).

Diskussion

Der er opnået gode resultater med isolater af *T. albescens*. I overensstemmelse hermed fandt Hijwegen (1988) fornylig den største virkning med *T. albescens*.

De hidtidige resultater tyder på, at man opnår den bedste virkning på agurkemeldug ved gentagelse af sprøjtningen. Da det har vist sig, at der er virkning ved tilførsel af *Tilletiopsis* både før og efter inokulering med meldug, må det konkluderes, at denne virkning er både præventiv og kurativ.

Resultaterne bekræftes af Hansen (1988), der med afklippede blade i skåle ikke opnåede væsentlig forskel mellem behandlingerne med *T. minor* 2 dage før meldug og 5 dage efter. I forsøg i væksthud under skiftende klimaforhold (60—80% RH og 20—25 °C) opnåede

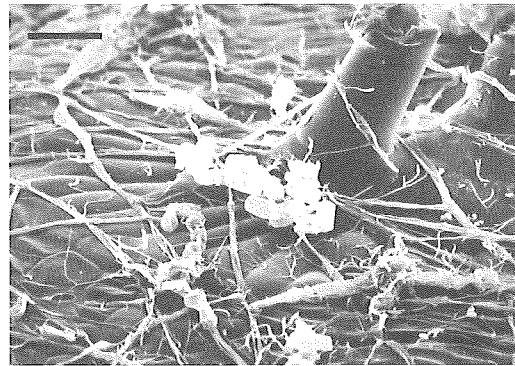


Fig. 2. Scanning-elektronmikroskopi af agurkeblad med 13 dage gammel meldug (*E. cichoracearum*) og 6 dage gammel *Tilletiopsis*. Skala = 50 µm. — Scanning electron microscopy of cucumber leaf covered with 13 days old powdery mildew (*E. cichoracearum*) and 6 days old *Tilletiopsis*. Bar = 50 µm.



Fig. 3. *Tilletiopsis* sporefall og vækst på agar afspejlende 2 meldugkolonier (*E. cichoracearum*). Ca. 5 x. — *Tilletiopsis* spore fall and the subsequent growth on agar as a mirror image of 2 colonies of powdery mildew (*E. cichoracearum*). Ca. 5 x.

han den bedste bekæmpelse ved inokulering med *Tilletiopsis* 2 dage før melduginokuleringen. Hijwegen (1986) opnåede også maksimal bekæmpelse ved at gentage inokuleringen eller ved at sprøjte med vand efter 3 dage. Han opnåede derimod kun 20% bekæmpelse ved behandling dagen før inokuleringen med meldug og bedst bekæmpelse ved inokulering 7—10 dage efter melduginokulering. Hijwegen (1986) og Hansen (1988) har i deres forsøg haft højere smittetryk og anvendt andre metoder ved optælling, hvilket kan have medvirket til de fundne forskelle.

Luftfugtighed (RH) og temperatur synes at have indvirkning på væksten af *Tilletiopsis* og dermed på vekselvirkningen mellem *Tilletiopsis* og meldug. Dette kan måske yderligere forklare forskelle i resultater vedrørende det optimale tidspunkt for behandling med *Tilletiopsis* i forhold til melduginokulering. Hijwegen (1986) opnåede kun ubetydelig bekæmpelse under 70% RH og ingen bekæm-

pelse, når temperaturen oversteg 30 °C. Vore iagttagelser under skiftende klimaforhold, 30—90% RH og 15—35 °C, viste ingen bekæmpelse.

Isolering af *Tilletiopsis* fra agurkeblade med meldug ved "spore fall" metoden stemmer overens med isoleringerne fra naturen af rust- og melduginficerede blade og bekræfter, at *Tilletiopsis*-svampene vokser godt på meldug.

Den tiltagende vækst af *Tilletiopsis* med alderen af meldugkolonierne viser, at væksten er knyttet til melduggen enten hyperparasitisk eller saprofytisk. Sammenholdes iagttagelserne med resultaterne af biologisk bekæmpelse i vækstkommer synes det dog bekræftet, at der er tale om hyperparasitisme.

De hidtidige resultater med biologisk bekæmpelse af agurkemeldug gør det sandsynligt, at metoden kan blive anvendelig i praksis, der er dog stadig mange uløste spørgsmål tilbage både af biologisk og udviklingsmæssig karakter, før man når så vidt.

Litteratur

- Boekhout, T. 1987. Taxonomy of anamorphs of smut fungi. In Hoog, G.S. de, Smith, M.Th. & Weijman, A.C.M. (eds): The expanding realm of yeast-like fungi, pp. 137—149. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam.
- Derx, H.G. 1930. Étude sur les Sporobolomycètes. *Annls. Mycol.* 28: 1—23.
- Derx, H.G. 1948. *Iteronilia*, nouveau genre de Sporobolomycètes à mycelium bouclé. *Bull. Bot. Gard. Buitenzorg, Ser. 3*, 17: 465—472.
- Gokhale, A.A. 1972. Studies on the genus *Tilletiopsis*. *Nova Hedwigia* 23: 795—809.
- Hansen, J.S. 1988. Biologisk bekæmpelse af agurkemeldug med *Tilletiopsis minor*. Hovedopgave ved Plantepatologisk Institut, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 121 p.
- Hartmann, H., Riggs, W.A. & Hall, J.W. 1984. Screening for biological control agents of powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on cucumbers. *Phytopathology* 74: 864.
- Hijwegen, T. 1986. Biological control of cucumber powdery mildew by *Tilletiopsis minor*. *Neth. J. Pl. Path.* 92: 93—95.
- Hijwegen, T. 1988. Effect of seventeen fungicolous fungi on sporulation of cucumber powdery mildew. *Neth. J. Pl. Path.* 94: 185—190.
- Hijwegen, T. & Buchenauer, H. 1984. Isolation and identification of hyperparasitic fungi associated with *Erysiphaceae*. *Neth. J. Pl. Path.* 90: 79—84.
- Hoch, H.C. & Povvidenti, R. 1979. Mycoparasitic relationships: Cytology of the *Sphaerotheca fuliginea* — *Tilletiopsis* sp. interaction. *Phytopathology* 69: 359—362.
- Knudsen, J.C.N., Dalsgård, H.-H. & Jørgensen, J. Helms. 1987. Partial resistance to barley powdery mildew. — In: *Barley Genetics* 5: 645—650.
- Last, F.T. 1955a. Seasonal incidence of *Sporobolomyces* in cereal leaves. *Trans. Br. mycol. Soc.* 38: 221—239.
- Last, F.T. 1955b. The spore content of air within and above mildew-infected cereal crops. *Trans. Br. mycol. Soc.* 38: 453—464.
- Last, F.T. 1970. Factors associated with the distribution of some phylloplane microbes. *Neth. J. Pl. Path.* 76: 140—143.
- Last, F.T. & Deighton, F.C. 1965. The non-parasitic microflora on the surfaces of living leaves. *Trans. Br. mycol. Soc.* 48: 83—99.
- Nyland, G. 1950. The genus *Tilletiopsis*. *Mycologia* 42: 487—496.
- Pady, S.M. 1974. *Sporobolomycetaceae* in Kansas. *Mycologia* 66: 332—338.
- Phillipp, W.D., Grauer, U. & Grossman, F. 1984. Ergänzende Untersuchungen zur biologischen und integrierten Bekämpfung von Gurkenmehltau unter Glass durch *Ampelomyces quisqualis*. *Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz.* 91: 438—443.
- Phillipp, W.D. & Hellstern, A. 1986. Biologische Mehltaubekämpfung mit *Ampelomyces quisqualis* bei reduzierter Luftfeuchtigkeit. *Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz.* 93: 384—391.
- Schepers, H.T.A.M. 1983. Decreased sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* to fungicides which inhibit ergosterol biosynthesis. *Neth. J. Pl. Path.* 89: 185—187.

- Skou, J.P. 1984. Passing, preparation caused plasmop-
tysis in germinating powdery mildew conidia. *Trans.
Br. mycol. Soc.* 83: 517—518.
- Skou, J.P. 1986. *Tilletiopsis albescens*. Hyperparasite or
antagonist on barley powdery mildew. *Nord. Jord-
brugsforsk.* 68: 331—332.
- Sundheim, L. 1978. Preinokulation, infection and sporu-
lation of *Ampelomyces quisqualis*, hyperparasite of the
powdery mildew. In: Third Int. Congress Plant Path.
- München, abstr. of papers. Paul Parey, Berl. und
Hamburg, 200 p.
- Tubaki, K. 1952. Studies in the *Sporobolomycetaceae* in
Japan. I: On *Tilletiopsis*. *Mycol. J. Nagaoa Inst.,
Tokyo* 1: 26—31.
- Yamazaki, M., Goto, S. & Komagata, K. 1985. Taxono-
mical studies of the genus *Tilletiopsis* on physiological
properties and electrophoretic comparison of enzymes.
Trans. mycol. Soc., Japan 26: 13—22.

KNUDSEN, I.M.B. & SKOU, J.P. 1989. Biological control of cucumber powdery mildew by
Tilletiopsis species. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 19—24.

Biological control of cucumber powdery mildew *Sphaerotheca fuliginea* and *Erysiphe cichoracearum*
is regarded an important alternative to the use of fungicides.

The paper gives a review of the current investigations of the effect of the antagonist *Tilletiopsis
albescens* on powdery mildew (*E. cichoracearum*). Reduction in number of colonies (78—100%)
and conidia of powdery mildew has been counted on repeatedly *Tilletiopsis*-treated leaves.

Light- and scanning electron microscopy and the spore fall method have shown higher concen-
trations of *T. albescens* on powdery mildew hyphae, conidiophores, and conidia compared with
the surrounding leaf area suggesting hyperparasitism.

A number of investigations is still needed to clarify the interaction between the pathogen and
the antagonist as well as investigations on ecological amplitudes and product development.

Key words: *Tilletiopsis minor*, *T. albescens*, *Sphaerotheca fuliginea*, *Erysiphe cichoracearum*,
biological control.

Biologisk bekæmpelse af rodpatogenerne *Phytophthora*, *Pythium* og *Phomopsis* i væksthuskulturer

Kirsten Thinggaard, Institut for Plantepatologi, Planteværnscentret, Lottenborgvej 2,
DK-2800 Lyngby

THINGGAARD, K. 1989. Biologisk bekæmpelse af rodpatogenerne *Phytophthora*, *Pythium* og
Phomopsis i væksthuskulturer. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 25—29.

Biologisk bekæmpelse af rodpatogenerne *Pythium splendens*, *Phytophthora parasitica* og *Pho-
mopsis sclerotoides* ved hjælp af antagonister blev foretaget i Danmark i perioden 1984—88. For-
segene omfattede biologisk bekæmpelse af *Pythium splendens* i agurk med *Pythium oligandrum*,
Phytophthora parasitica i Saintpaulia med *Streptomyces* sp. (Mycostop) og *Phomopsis sclerotoides*
i agurk med *Trichoderma harzianum*.

Indledning

Udviklingen inden for væksthudyrkning går
meget hurtigt og nye forbedrede dyrknings-
systemer med effektiv klimastyring og store
dyrkningsenheder er taget i brug. Dette har
betydet en markant stigning i produktionen.

Men denne udvikling har ikke gjort det mul-
ligt at undgå angreb af plantepatogener, selv
om de hygiejniske forhold er gode, og såvel
voksemedier og plantemateriale er frie for
patogener ved kulturernes start.

Årsagen er, at plantepatogenerne kan til-
føres udefra eller er til stede i små mængder
som opformerer og inficerer planterne. De
store dyrkningsenheder gør, at smitten hurtigt
kan spredes til hele gartneriet og forårsage
store økonomiske tab.

I de moderne dyrkningssystemer, herunder
systemer med recirkulering, er det blandt an-
det de zoosporeproducerende svampe *Phyto-
phthora* og *Pythium*, som giver problemer
(Thinggaard & Middelboe, 1988).

Patogene svampe

Phytophthora

Mange arter af *Phytophthora* kan angribe
vore væksthuskulturer — såvel grønsager som
potteplanter. Svampen producerer zoosporer
som nemt spredes via de moderne vandings-
systemer.

Af arter, som hyppigt forekommer i vore
væksthuskulturer, og som har et bredt vært-
planteregister, er *P. cactorum*, *P. cinnamoni*, *P.
cryptogea* og *P. parasitica*. De er alle alvor-
lige patogener på rødder.

Pythium

Patogene *Pythium*-arter forårsager alvorlige
angreb på kimplanter og småplanter, men
også rodnettet af udvoksede planter kan øde-
lægges.

Kendetegnet for mange *Pythium*-isolater,
som forårsager sygdom i væksthuskulturer, er
hurtig vækst og stor produktion af zoosporer.

Pythium er udbredt i jord og vil derfor
hurtig indfinde sig i væksthuskulturerne for
eksempel med støv og vandstænk. De fleste
arter af *Pythium* er i stand til at leve saprofy-
tisk, og det betyder, at det er svært at diag-
nosticere for angreb af *Pythium*. En sikker
diagnose vil kræve en patogenitets-test.

Phomopsis sclerotoides

P. sclerotoides er et aggressivt rodpatogen,
som forårsager sygdommen sort rodråd hos
planter hørende til agurkfamilien (*Cucurbita-
ceae*).

Sygdommen er svær at bekæmpe blandt
andet på grund af det høje melanininhold i
såvel hyfer som hvilestrukturer.

Kemisk bekæmpelse

Kemisk bekæmpelse af *Phytophthora* og *Pyt-
hium* med fungicider er meget brugt i dag,
især i potteplantekulturer. Effekten af denne
bekæmpelse er meget svingende, idet der ret
hurtigt kan forekomme resistensdannelse hos
svampene (Shew, 1985).

Phomopsis sclerotoides er vanskelig at be-

kæmpe kemisk og kun jorddesinfektion kan begrænse angrebene.

Biologisk bekæmpelse

Biologisk bekæmpelse af rodpatogene svampe ved hjælp af antagonister er ønskelig. Dette gælder både når man ser på de plantepatologiske og de miljømæssige aspekter. Såvel i som uden for Norden arbejdes der med udvikling af biologiske bekæmpelsesmetoder over for svampesygdomme i væksthusholdninger.

En række antagonistiske bakterier og svampe er formuleret som biopræparater.

Forsøg med biopræparaterne Polygandron (Vesely, 1988), Mycostop (Tahvonen, 1985) og et isolat af *Trichoderma harzianum* (Venligst udlånt af B. Gerhardson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Ultuna) er blevet udført i perioden 1984–88 i Danmark.

Et kort resumé af resultaterne fra disse forsøg vil blive givet her.

Biologisk bekæmpelse med antagonister

Pythium oligandrum

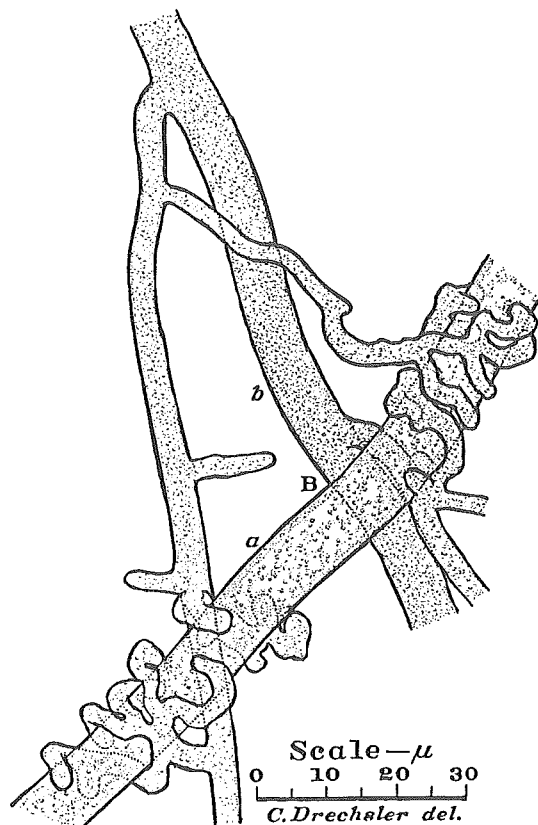
P. oligandrum er blevet fundet at være mycoparasit på mange patogene *Pythium*-arter (Drechsler, 1943; Vesely, 1977; Lutchmeah & Cook, 1984) fig. 1.

At antagonist og patogen tilhører samme slægt, betyder at de stiller ret ens krav til miljøet, og at antagonisten ofte kan vokse under samme betingelser som patogenet.

Biopræparatet Polygandron CS fra Tjekoslovakiet (Vesely, 1988) er et pulver med oosporer af *P. oligandrum*, som er udviklet til bekæmpelse af *Pythium*-rodbrand i sukkerroer (Vesely & Hejdánek, 1984). Præparatet er velegnet til frøbejdsning af mange afgrøder såvel i væksthusholdning som på friland.

Forsøg med *P. oligandrum*

Mycelium af *P. oligandrum* blev brugt til bekæmpelse af patogenet *P. splendens* i agurk dyrket i stenuld (Grodan). Frøene blev i et forsøg behandlet med mycelium (se fig. 2) og i et andet forsøg, blev voksemediet omkring småplanterne tilført mycelium (Thinggaard, Larsen & Hockenhull, 1988) (se fig. 3). I begge forsøg var der stor effekt af behandlingen, og yderligere forsøg bør foretages, så en eventuel kommerciel anvendelse kan ske.



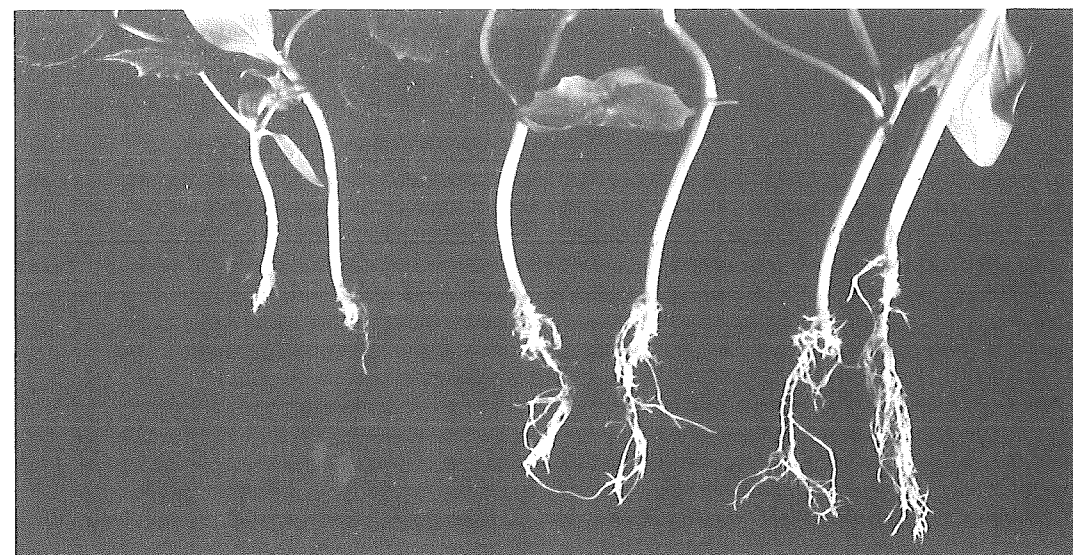
Figur 1. Hyfe af *Pythium myriotylum* (a) angrebet af *Pythium oligandrum* (b). Efter C. Drechsler, 1943, Phytopathology 33, p. 288. — Hypha of *Pythium myriotylum* (a) attacked by *Pythium oligandrum* (b).

Streptomyces spp.

Bakterieslægten *Streptomyces* findes naturligt i jorden, og fra nogle tørvepartier er stærkt antagonistiske streptomyceter blevet isoleret. Disse tørvepartier har kunnet hindre angreb af en lang række rodpatogene svampe og betegnes som "hæmmende" over for sygdomme (Tahvonen, 1982).

Det finske biopræparat Mycostop, Kemira AB er baseret på et isolat af *Streptomyces* sp. (Tahvonen, 1985).

Mycostop kan dels anvendes som frøbejdsning og dels som udsprøjtning på jordoverflader. Præparatet har vist sig at være i stand til at bekæmpe en række rodpatogener for eksempel *Alternaria brassicicola*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* sp. og *Fusarium oxysporum* (Tahvonen, 1988).



Figur 2. Biologisk bekæmpelse af *Pythium splendens* i agurk med antagonisten *P. oligandrum*. Til venstre planter inokuleret med patogenet *P. splendens*, i midten planter hvis frø blev behandlet med mycelium af *P. oligandrum* og inokuleret med patogenet *P. splendens* 9 dage efter. Til højre ubehandlede kontrolplanter. Foto. Kirsten Thinggaard. — Biological control of *Pythium splendens* in cucumber with the antagonist *P. oligandrum*. On the left plants inoculated with the pathogen *P. splendens*, in the centre seed treated with mycelium of *P. oligandrum* and 9 days later inoculated with *P. splendens*. On the right untreated healthy control plants.

Forsøg med Mycostop

Rodrød forårsaget af *Phytophthora parasitica* er et problem i mange væksthusholdninger, blandt andet i Saintpaulia.

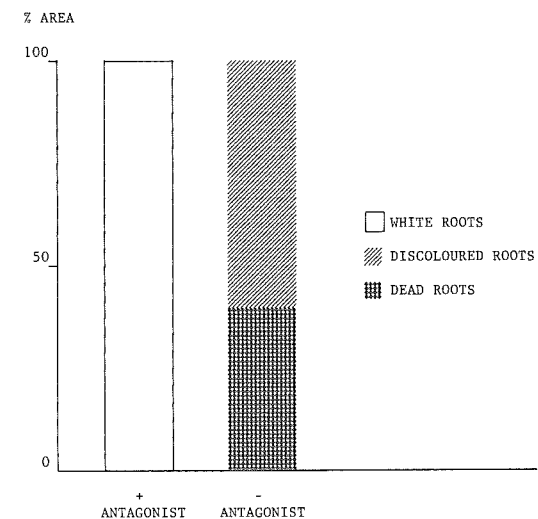
Forsøg med biologisk bekæmpelse af *P. parasitica* i Saintpaulia ved behandling af tørvten med Mycostop viste, at det var muligt at begrænse skadevirkningerne (Salka & Thinggaard, 1988).

Trichoderma

Antagonistiske svampe hørende til slægten *Trichoderma* er de mest benyttede og undersøgte svampe til biologisk bekæmpelse. Til trods for den store forskningsindsats er *Trichoderma* kun meget lidt brugt i praksis, hvilket afspejler kompleksiteten i anvendelse af antagonister.

Forsøg med *Trichoderma*

Et større væksthusholdningsforsøg blev udført med biologisk bekæmpelse af *Phomopsis sclerotoides* i agurk dyrket i stenuld (Grodan) i perioden februar-august (Thinggaard 1986 og 1987).



Figur 3. 9 dage gamle agurkeplanter blev behandlet med mycelium af antagonisten *Pythium oligandrum* og 5 dage senere inokuleret med patogenet *Pythium splendens*. Røddernes sundhedstilstand blev vurderet 38 dage efter inokulering med patogenet. — 9 days old seedlings of cucumber were treated with mycelium of the antagonist *Pythium oligandrum* and 5 days later inoculated with pathogenic *Pythium splendens*. Root health assessment 38 days after inoculation with the pathogen.

Der blev foretaget frøbejdsning og 2 behandlinger af stenuldsmåtterne med en vandig sporesuspension af *T. harzianum* henholdsvis ved plantning og 2 måneder senere. Alle planter blev inokuleret med *P. sclerotioides* 2 måneder efter plantning. Udbyttmålinger viste, at det totale udbytte (kg agurkfrugt) var 14% højere i de behandlede planter. Bemærkelsesværdig var det, at den største udbytteforskel sås før angreb af *P. sclerotioides*, nemlig i april, maj og juni (fig. 3). En del af den samlede udbyttesbestigning kan muligvis skyldes *T. harzianum*'s hæmmende virkning på andre mikroorganismer, som for eksempel *Pythium* og visse plantevæksthæmmende bakterier (Thinggaard, 1988).

Biologisk bekæmpelse i fremtiden

For at biologisk bekæmpelse kan blive mere anvendt i praksis i fremtiden, er et bedre kendskab til de mikrobielle mekanismer, der fungerer i vore dyrkningssystemer, påkrævet. Det vil give os bedre mulighed for at forstå mikroorganismernes krav, og vi vil herved bedre kunne påvirke dem i den retning, vi ønsker.

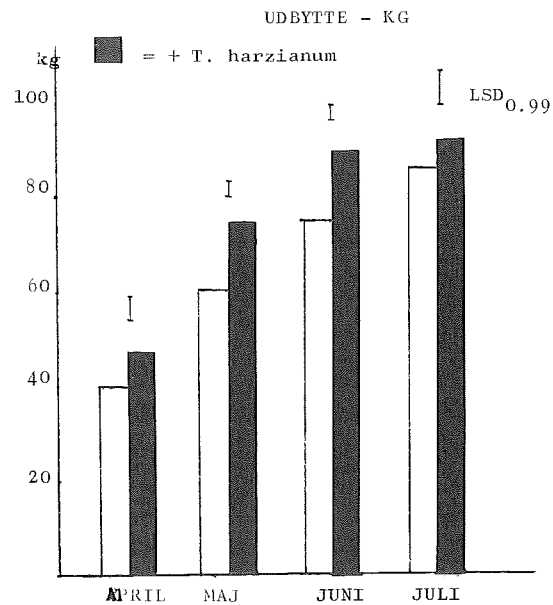
Biologisk bekæmpelse virker ikke kun ved hjælp af en enkelt mekanisme på et patogen, men består af et helt kompleks af mekanismer. Et sådant kompleks kan være mere eller mindre følsom over for påvirkninger. Det er derfor nødvendigt med omfattende undersøgelser under praktiske forhold, for at en biologisk bekæmpelse kan komme til at fungere.

Screening efter bedre antagonister (fig. 4) mod rodpatogene svampe til brug i moderne dyrkningssystemer er nødvendigt, hvis den biologiske bekæmpelse i fremtiden skal erstatte de nuværende bekæmpelsesmetoder.

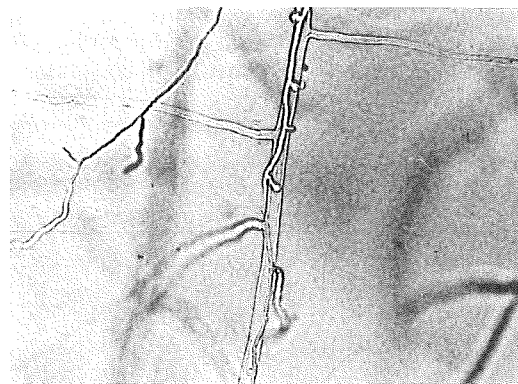
I mange tilfælde vil en biologisk bekæmpelse kunne være en del af en integreret bekæmpelse, hvor også dyrkningstekniske metoder og pesticidbehandling indgår.

Når effektive antagonister er fundet forestår et langvarigt udviklingsarbejde, som skal gøre det muligt at anvende dem i vore væksthuskulturer. En stor indsats kræves her, og et tæt samarbejde mellem gartnerierhvervet og forskere inden stat og private virksomheder er nødvendig.

Et nordisk samarbejde mellem forskere om biologisk bekæmpelse af plantepatogener blev sat i gang i 1981 og har betydet stor fremgang for arbejdet med udvikling af metoder til biologisk bekæmpelse af plantepatogener.



Figur 4. Biologisk bekæmpelse af *Phomopsis sclerotioides* med *Trichoderma harzianum* i agurk dyrket i stenuld. Udbytte målt som kilo agurker i perioden april—juli 1984. — *Biological control of Phomopsis sclerotioides with Trichoderma harzianum in cucumber grown in rockwool. Yield measured as kilo cucumber in the period April—July 1984.*



Figur 5. Uidentificeret svamp som mykoparasit på *Phytophthora parasitica*. Svampene blev isoleret fra vandprøve fra et pottplantegartneri med recirkulering af næringsstofopløsningen. Foto. Kirsten Thinggaard. — *Unidentified fungus as mycoparasite on Phytophthora parasitica. The fungi were isolated from a water sample taken in a pot plant nursery with recirculation of the nutrient solution.*

Litteratur

- Drechsler, C. 1943. Two species of *Pythium* occurring in Southern States. *Phytopathology* 33, 261—299.
- Lutchmeah, R.S. & Cooke, R.C. 1984. Aspects of antagonism by the mycoparasite *Pythium oligandrum*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 83, 696—700.
- Salka, J. & Thinggaard, K. 1988. *Phytophthora*-råd i Saintpaulia — Biologisk bekæmpelse. *Gartner Tidende* 104 (19), 500—501.
- Shew, H.D. 1985. Response of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* to metalaxyl exposure. *Plant Disease* 69, 559—562.
- Tahvonen, R. 1982. The suppressiveness of Finnish light coloured peat. *J. Sci. Agric. Soc. Fin.* 54, 345—356.
- Tahvonen, R. 1985. Mycostop — ett biologiskt bekämpningsmedel mot svampsjukdomar. *Växtskyddsnotiser* 49 (5), 86—90.
- Tahvonen, R. 1988. Microbial control of plant diseases with *Streptomyces* spp. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 18 (1), 55—59.
- Thinggaard, K. 1986. Biologisk bekæmpelse af agurk sort rodråd (*Phomopsis sclerotioides*) ved tilsætning af antagonisten *Trichoderma harzianum*. Ph. D. Thesis, *Plantepatologisk Institut, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København*. 149 pp.
- Thinggaard, K. 1987. Biologisk bekæmpelse af rodpatogene svampe i væksthuis. 4. *Danske Planteværnskonference*, 81—91.
- Thinggaard, K. 1988. Biological control of root pathogenic fungi by *Trichoderma*. In: *Interrelationships between microorganisms and plants in soil. Proceedings of Symposium, Liblice, Czechoslovakia, 22—27 June 1987*. Edt. Vančura, V. & F. Kunc. Elsevier, Amsterdam.

THINGGAARD, K. 1989. Biological control of root pathogenic *Pythium*, *Phytophthora* and *Phomopsis* in greenhouse crops. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 25—29.

Biological control of root pathogenic *Pythium splendens*, *Phytophthora parasitica* and *Phomopsis sclerotioides* were carried out in Denmark in the period 1984—88. The trials included biological control of *Pythium splendens* in cucumber with *Pythium oligandrum*, of *Phytophthora parasitica* in Saintpaulia with *Streptomyces* spp. (Mycostop) and of *Phomopsis sclerotioides* in cucumber with *Trichoderma harzianum*.

Additional key words: Biopreparation, antagonist

tween microorganisms and plants in soil. *Proceedings of Symposium, Liblice, Czechoslovakia, 22—27 June 1987*. Edt. Vančura, V. & F. Kunc. Elsevier, Amsterdam.

Thinggaard, K., Larsen, H. & Hockenhull, J. 1988. Antagonistic *Pythium* against pathogenic *Pythium* on cucumber roots. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 18 (1), 91—94.

Thinggaard, K. & Middelboe, A.L. 1988. Rodråd forårsaget af *Pythium* og *Phytophthora* i væksthuis med recirkulerende vanding. 5. *Danske Planteværnskonference*, 55—63.

Veselý, D. 1977. Potential biological control of damping-off pathogens in emerging sugar beet by *Pythium oligandrum*. *Phytopath. Z.* 90, 113—115.

Veselý, D. 1988. Biological control of damping-off pathogens by treating sugar-beet see with a powdery preparation of the *Pythium oligandrum* mycoparasite in the large-scale field trials. In: *Interrelationships between microorganisms and plants in soil. Proceedings of Symposium, Liblice, Czechoslovakia, 22—27 June 1987*. Edt. Vančura, V. & F. Kunc. Elsevier, Amsterdam.

Veselý, D. & Hejdánek, S. 1984. Microbial relations of *Pythium oligandrum* and problems in the use of this organism for the biological control of damping-off in sugar beet. *Zentralblatt für Mikrobiologie* 139, 257—265.

Försök avseende trichoderma-berikad kompost, Biobalans, mot gråmögel, *Botrytis cinerea*, på jordgubbar

Guy Svedelius, inst. f. växt- och skogsskydd, Sveriges lantbruksuniversitet, Box 44, 230 53 Alnarp

SVEDELIUS, G. 1989. Försök avseende trichoderma-berikad kompost, Biobalans, mot gråmögel, *Botrytis cinerea*, på jordgubbar. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 30—37.

Trichoderma-berikad kompostjord nedmyllad runt jordgubbsplantor vid begynnande blomning har i fältförsök minskat frekvensen bär angripna av gråmögel, *Botrytis cinerea*. Försöken utfördes under åren 1984—1988. Minskningen var under 1986 4%, 1987 4% och 1988 3% i förhållande till obehandlad jord och 7, 5, resp. 9% i jämförelse med kompost utan tillskott av *Trichoderma* spp. Efter behandling med trichoderma-berikad kompost var frekvensen angripna jordgubbskart under treårsperioden 1986-1988 genomsnittligt 18,5%, i obehandlat 22,4% och efter tillförsel av kompost utan *Trichoderma* 23,5%. Bekämpningseffektens varaktighet tycks vara begränsad, och försöksresultaten visar att för att uppnå bästa bekämpningsresultat är valet av behandlingstidpunkt betydelsefull. Kompostens inverkan på skörden var liten.

Inledning

Jordgubbsplantor angrips av den polyfaga necrotrofen *Botrytis cinerea*, en svamp som ger upphov till gråmögel på bären. De primära angreppen på bären sker huvudsakligen via vissnade blomdelar (Haegermark, 1984). Den kommersiella jordgubbsodlaren söker förhindra detta med förebyggande och kurativ kemisk bekämpning under blomningen. Biologisk bekämpning av gråmögel kan vara ett användbart alternativ till den kemiska bekämpningen, inte minst för hemträdgårdsodlaren och alternativodlaren.

Trichoderma är ett välkänt antagonistiskt svampsläkte som används i försökssammanhang för att bl.a. bekämpa gråmögel. *Trichoderma* har i försök visat sig vara effektiv vid biologisk bekämpning av gråmögelinfektioner i bl.a. äpple- och jordgubbsblom (Tronsmo och Raa, 1977), (Tronsmo och Dennis, 1977).

Trichoderma har i dessa undersökningar spridits genom besprutning med konidiesuspension i blomningen. Bekämpningseffekten har begränsats till de utslagna blommorna. En annan metod för att sprida *Trichoderma* har utvecklats av en svensk firma, Miljökonsult AB.

Trichoderma spp. ympas in i en sedan två dygn upphettad kompostjord. Produkten säljs sedan som jordförbättringsmedel under beteckningen Biobalans och är avsedd att myllas ned runt plantorna varje vår. Bekämpningsmetoden bygger på förutsättningen att den introducerade *Trichoderma*, gynnad av näringen i komposten, sprider sig i form av konidier till bl.a. utslagna blommor parallellt med och i minst samma omfattning som *B. cinerea*.

Produkten har prövats vid försöksavdelningen för svamp- och bakteriesjukdomar, Sveriges lantbruksuniversitet i en rad olika växtslag inkluderade bl.a. rosor, jordgubbar, vår- och höstvetete, höstråg och gräsmattegräs, för bekämpning av växtskadegörande svampsjukdomar. Endast i ett av dessa växtslag — jordgubbar, har försöken givit bekämpningseffekt.

Försöken med bekämpning av gråmögel på jordgubbar har utförts på Alnarp under åren 1984—1988. Bekämpningseffekten på jordgubbar har även prövats på Röbbäcksdalens försöksstation 1984.



Fig. 1. Gråmögelangripna jordgubbar efter inlagring på fuktigt papper under 5 dagar i rumstemperatur. — Strawberries incubated for 5 days under moisty conditions in order to develop fruit rots caused by *B. cinerea*. Text till Fig 2

Material och metoder

I. Försök i bänkgård 1984—1985.

108 ettåriga jordgubbsplantor av sorten Senga Sengana planterades 18 april 1984 i en bänkgård. Plantorna fördelades i parceller om vardera 9 plantor med 3 olika behandlingar i 4 block.

Den 2.5 1984 (respektive 29.4 1985) inblandades den trichoderma-berikade komposten "Biobalans" i jorden med 0.5 kg per planta och som jämförelse samma mängd kompostmaterial av samma ursprung men utan inblandning av *Trichoderma*. Det tredje behandlingsledet förblev obehandlat.

Ingen kemisk bekämpning förekom i försöket och ogräs rensades för hand.

Jordprover uttogs för bestämning av jordens och komposternas näringsnivå.

Välutvecklade jordgubbskart (2 per planta) insamlades vid fyra tillfällen vardera året för bestämning av gråmögelangrepp. Karten lades i mörk och fuktig kammare vid rumstemperatur och bedömdes efter 4—6 dagar enligt en metod utarbetad av Haegermark, (Haegermark, 1978). 1984 och 1985 uttogs en slutskörd för jämförelse av produktiviteten i försöket.

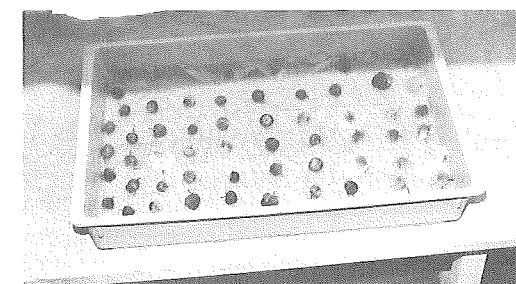


Fig. 2. Försöksparceller indelade i 4 block med 2 dubbelrader (32 plantor) per parcell. Jordgubbsplantor har droppbevattning och täcks med fågelnät. — Strawberry planted in double-rows (32 plants/plot) with trickle irrigation and covered with bird protection. Text till Fig. 1



Fig. 3. *Trichoderma* spp. utvecklar, efter jordinblandning, konidiebildande mycel kring jordgubbsplantor. — Mycelia and conidia developed on the soil-surface after *Trichoderma* spp. has been mixed in the soil around strawberry plants.

II Försök på friland 1986—1988.

Våren 1985 utplanterades 384 barrotsplanter av sorten S. Sengana på jordbruksmark i anslutning till institutionen f. växt- och skogsskydd, Alnarp.

Plantorna fördelades i 3×4 parceller med 32 planter i två rader per parcell. Planttätheten var 1,2×0,33 m per parcell och parcellstorleken 2,4×5 m.

Försöket omfattade samma tre behandlingsled som i bänkgårdsförsöket. Plantorna bevattades med droppbevattning och täcktes med fågelnet från behandlingstillfället varje år till avslutad skörd.

Ingen kemisk bekämpning förekom och ogräs rensades mekaniskt i försöket.

Inblandning av kompost i jorden kring plantornas rötter ägde rum 3.6.86, 3.6.87 samt 19.5.88. Plantorna hade varje år börjat blomma när utspridningen av komposten i försöket ägde rum.

Jordgubbskart, 2 per planta, insamlades 7 gånger varje år och inkuberades respektive bedömdes på samma sätt som i bänkgårdsförsöket. Det totala skördeutbytet bedömdes 1986 och 1987. 1988 avbröts skörden i förtid efter 5 skördetillfällen.

Resultat

I bänkgårdsförsöket 1984 och 1985 angreps jordgubbskart av gråmögel till i medeltal 27% respektive 47% i obehandlade parceller. Vi erhöll inga statistiskt påvisbara skillnader i gråmöglfrekvens mellan behandlingsleden, se tabell 1. Variationen inom leden var för stora.

Genomgående, fanns en tendens i försöket att gråmögelangreppen låg på en lägre nivå för parceller behandlade med den trichoderma-berikade komposten i jämförelse med den obehandlade komposten.

I frilandförsöket kunde en klar bekämpningseffekt påvisas. I samtliga tre år låg angreppsggraden för bären från de parceller som behandlats med den trichoderma-berikade komposten på en signifikant lägre nivå jämfört med de båda övriga behandlingsleden, se tabell 2. Gråmöglfrekvensen låg i genomsnitt på en låg nivå för 1986 i förhållande till 1987 och 1988, (12,5% respektive 25% och 32%).

Bekämpningseffekten för den trichoderma-berikade komposten blev 1986 33% i förhållande till obehandlat, 1987 17% och 1988 8%.

Sammantaget för de tre åren erhöles i medeltal en bekämpningseffekt på 16%.

Jämför man planter som behandlats med obehandlad kompost respektive trichoderma-berikad kompost med varandra, uppnåddes en bekämpningseffekt på ca 21%.

En analys av siffermaterialet som ligger till grund för tabell 2 och fig 1—3, visar att den trichoderma-berikade komposten började ge bekämpningseffekt mot gråmögel 1986 efter ca 20 dagar, 1987 efter ca 25 dagar samt 1988 ca 29 dagar efter behandlingen av jorden. En effekt som sedan varade under de följande bedömningarna.

1985 års 4 bedömningar visar på en med tiden stagnerade effekt för *Trichoderma*-komposten medan 1984 års resultat saknar klara tendenser, se figur 4 och 5.

Behandlingstiden, tiden från utläggning till första skörd, blev 50 dagar 1984 respektive 63 dagar 1985.

Motsvarande tidsperiod var 15 dagar 1986, 22 dagar 1987 och 19 dagar 1988.

Näringsanalyser 1984 visar att komposterna var särskilt rika på fosfor, kalium och mikronäringsämnen. Komposterna hade båda ett pH-värde på 7,3.

Jordanalyser tagna från parceller med komposterna inblandade i bänkgårdsjorden visade, efter påbörjad skörd 1985, något svagare nivåer av makronäringsämnen än för obehandlad jord.

1987 uttogs jordanalys sent på säsongen under pågående skörd i fältförsöket. Analysresultaten för de tre leden skilde sig endast därigenom att nitrat-kvävet i de kompostinblandade jordarna låg på förhållandevis lägre nivå.

I våra försök låg pH på mellan 7,3 och 7,8 såväl i bänkgårds- som frilandsjorden.

Skörden blev 17 procent högre för trichoderma-berikad kompost och 26 procent högre för obehandlad kompost jämfört med obehandlad jord i bänkgårdsförsöket 1984, se tabell 3. Skillnaderna var signifikanta. Vi saknade skördeuppgifter för 1985.

Även 1986 uppnåddes en påvisbar skördeökning för den trichoderma-berikade komposten i förhållande till de obehandlade plantorna, se tabell 4. Merutbytet var dock bara 9 procent.

1987 års skörd visade inga skillnader mellan behandlingsleden. Skörden 1988 registrerades enbart delvis och de redovisade skillnaderna är därför osäkrare än för övriga år. Inga signifikanta skillnader erhöles.

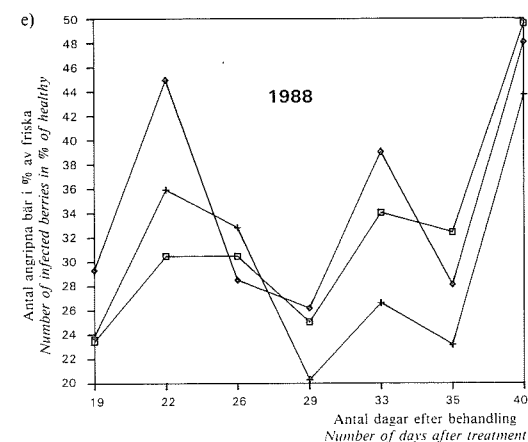
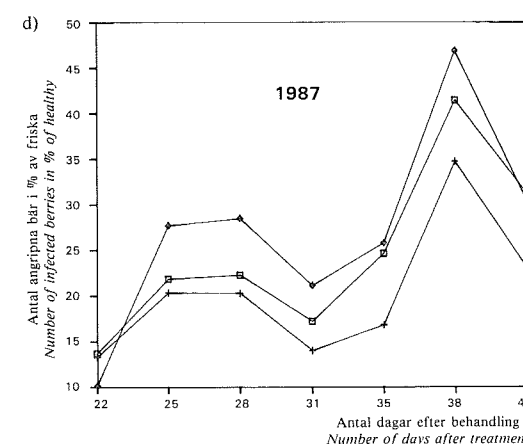
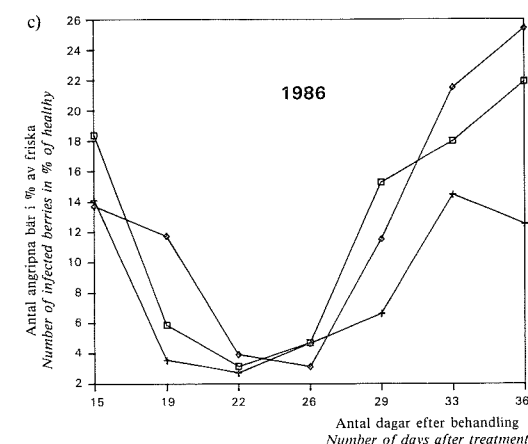
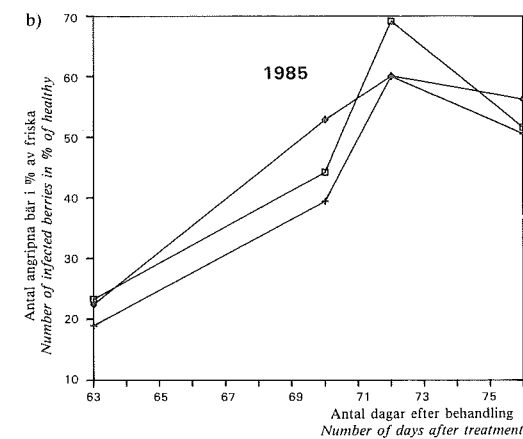
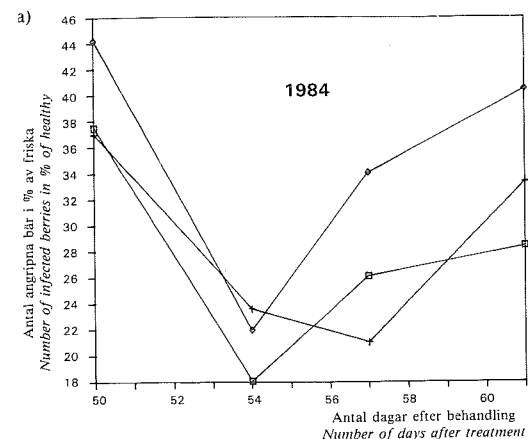


Fig. 4 a, b, c, d, e. Behandlingstidens inverkan på utvecklingen av gråmögel (*B. cinerea*) på inlagrade jordgubbskart 1984—1988. Behandlingar; + trichoderma-berikad kompost, ◊ obehandlad kompost, □ obehandlad kontroll. 1984—85 försök i bänkgård, 1986—88 försök på friland. — Frequency of fruit rot on incubated strawberries caused by *B. cinerea* affected by the duration of treatment in 1984—86. Treatments; soil mixed with + trichoderma-compost, ◊ untreated compost, □ untreated control. 1984—85 research in benchyard, 1986—88 research in the field.

Tabell 1. Andelen gråmögelangripna jordgubbar (S. Sengana) efter inblandning av olika komposter i bänkgård 1984 och 1985. Försöket omfattar 9 plantor per parcell och 4 upprepningar. — *The frequency of grey mould (B. cinerea) on green strawberries after mulching with compost rich in Trichoderma in bench-yard experiments 1984 and 1985. 9 plants per plot with 4 replicates*

behandlingar treatments	antal gråmögelangrepp means of grey mould frequency					
	1984		1985		1984/85	
	i proc. %	r.t. r.v.	i proc. %	r.t. r.v.	i proc. %	r.t. r.v.
obehandlat <i>untreated</i>	27,5 a	100	47,1 a	100	35,8 a	100
<i>Trichoderma</i> -kompost	28,7 a	105	42,2 a	90	31,7 a	89
obehandlad kompost <i>untreated compost</i>	35,2 a	128	47,9 a	102	40,4 a	113

Medelvärden betecknade med samma bokstav är ej signifikant åtskilda.

Mean-values followed with the same letter do not dev. sign.

Duncans multiple-range test, (P=0.05).

Tabell 2. Andelen gråmögelangripna jordgubbar (S. Sengana) efter inblandning av olika komposter i fältodling 1986—1988. Försöket omfattar 32 plantor per parcell och 4 upprepningar — *The frequency of grey mould (B. cinerea) on green strawberries after mulching with compost rich in Trichoderma in field experiments 1986—88. 32 plants per plot with 4 replicates*

behandlingar treatments	antal gråmögelangrepp means of grey mould frequency							
	1986		1987		1988		1986/88	
	%	r.t.	%	r.t.	%	r.t.	%	r.t.
obehandlat	12,5 b	100	24,6 b	100	32,2 ab	100	22,4 b	100
<i>Trich.</i> -kompost	8,4 a	67	20,4 a	83	29,5	92	18,7 a	84
obeh. kompost <i>untreat. comp.</i>	13,0 b	104	27,2	111	34,9 b	108	23,5 b	105

Medelvärden betecknade med samma bokstav är ej signifikant åtskilda.

Mean-values followed with the same letter do not dev.sign.

Duncans multiple-range test, (P=0.05).

Tabell 3. Skörd av jordgubbar efter inblandning av kompost i bänkgård 1984. Försöket omfattade 9 plantor per parcell med 4 upprepningar. — *The effect of mulching with compost rich in Trichoderma on strawberry yield in a bench-yard experiment in 1984. 9 plants per plot and 4 replicates.*

behandlingar treatments	skörd per planta (yield/plant)	
	gram	rel.tal (rel. value)
obehandlat (<i>untreated</i>)	57,7 a	100
<i>Trichoderma</i> -kompost	67,6 b	117
obehandlad kompost (<i>untreated compost</i>)	72,6 b	126

Medelvärden betecknade med samma bokstav är ej signifikant åtskilda.

Mean-values followed with the same letter do not dev.sign.

Duncans multiple-range test, (P=0,05).

Tabell 4. Skörd av jordgubbar efter inblandning av kompost på friland 1986—88. Försöket omfattade 32 plantor per parcell med 4 upprepning. — *The effect of mulching with compost rich in Trichoderma on strawberry yield in field experiments 1986—88. 9 plants per plot and 4 replicates.*

behandlingar treatments	1986		1987		1988	
	skörd per planta yield/plant		skörd per planta yield/plant		skörd per planta yield/plant	
	gram	rel.tal	gram	rel.tal	gram	rel.tal
obehandl. untr.	267,3 a	100	344,7 a	100	81,7 a	100
<i>Trich.</i> -kompost	291,8 b	109	340,6 a	99	71,8 a	88
obeh. kompost	277,0 ab	104	342,2 a	99	68,8 a	84

Medelvärden betecknade med samma bokstav är ej signifikant åtskilda.

Mean-values followed with the same letter do not dev. sign.

Duncans multiple-range test, (P=0,05).

Diskussion

Det är sällsynt med försöksrapporter som diskuterar biologisk bekämpning av patogena organismer i värdväxtens fyllosfär med hjälp av inblandning av antagonistiskt verksamma mikroorganismer i jord.

De metoder som vanligen används vid bekämpning av *B. cinerea* med *Trichoderma* i olika växtslag, är sprutning med suspensioner eller annan direktverkande spridning i odlingen.

Trichoderma spp. har huvudsakligen uppfattats som markbundna saprofytiska svampar som genom sina goda konkurrenssegenskaper och parasitism visat sig effektiv vid bekämpning av bl.a. rotpatogener. Det finns emellertid rapporter om isolering av naturligt förekommande *Trichoderma* från äpple- och jordgubbsblommor (Tronsmo och Raa, 1977), (A. Pohto, muntligen).

Om *Trichoderma* introduceras i ny miljö, gärna i aktivt växande fas, och samtidigt bringas näringstillskott, ökar svampens förmåga att etablera sig och verka antagonistiskt i förhållande till patogena organismer i denna miljö, (Lewis och Papavizas, 1984).

Trichoderma har genom den goda närings-tillgången i komposten ökade förutsättningar att etablera sig i matjorden och sedan därifrån sprida sig till blommor och blad genom konidiespridning.

Trichoderma kan också motverka gråmögel i jordgubbsplantorna indirekt. Genom antagonistisk aktivitet i jorden kan *Trichoderma* utkonkurrera försvagande patogena svampar och utsöndra tillväxtstimulerande substanser som bygger upp plantans endogena resistens mot bl.a. gråmögel, (Wilhelm, 1965), (Salt, 1978), (Windham et al, 1986) and (Baker, 1988).

Den trichoderma-berikade komposten, har i våra försök på friland givit bekämpningseffekt tre år i rad mot gråmögel. Med ett större försöksmaterial i bänkgården, hade förmodligen även 1984 och 1985 års försöksresultat givit likartat resultat.

Skördarna från de två försöksodlarna påverkade i viss mån kompostinblandningen. Skördeökningen 1984 kan tillskrivas tillförseln av komposterna, medan skördeökningen 1986 kan tolkas som orsakad av *Trichoderma* spp. Den kan vara orsakad av minskat antal blom- resp kart-inektioner till följd av antagonism mellan *Trichoderma* och *B. cinerea*.

Det har framgått av försöken att det är *Trichoderma* spp. som givit Biobalans dess svampbekämpande egenskaper. Ren kompost har däremot några år givit tendens till en ökning av gråmögelangreppen. Effekten är dock inte statistiskt belagd.

En ökad tillgång av makronäringsämnen, speciellt kväve, under blomningen kan öka mottagligheten för gråmögel (Jarvis, 1980).

Den, i förhållande till bänkgårdsförsöket, senarelagda uspridningen av kompost i frilandsförsöket kan ha gynnat *Trichoderma*-kompostens effekt på gråmögel. En tidsförskjuten näringsupptagning till plantorna skulle kunna minska mottagligheten för gråmögel, jämför tabell 1 och 2.

Av försöksresultaten framgår att vi saknar effekter av *Trichoderma*-kompost i våra tidiga bedömningar 1986—1988.

En förklaring kan vara den att som en följd av att komposten inblandades först sedan de första jordgubbsblommorna slagit ut, och att den trichoderma-berikade komposten erfordrade viss tid för etablering och begynnande sporolering, effekten av spridningen förmod-

ligen inte inverkar på utvecklingen av de tidigast utbildade karten.

1988 fick vi ingen bekämpningseffekt av grämögel i de tre första kartskördarna, medan bekämpningseffekten 1987 och 1986 utblev vid den första kartskörden, se fig. 4 c—e.

En förklaring till det sämre bekämpningsresultatet 1988 kan vara att jordtemperaturen, trots den tidiga vårvärmen, fortfarande var förhållandevis låg vid tidpunkten för kompostens utspridning och att denna låga jordtemperatur hämmat *Trichoderma* spp. aktiviteten i större utsträckning än som var fallet 1986 och 1987.

Trichoderma spp. har ofta relativt högt temperaturoptimum och verkar aktivare i varma jordar, (Baker, R., Scher, F.M., 1987).

En variation i bekämpningseffekt mellan åren bör dock anses som rimlig, som en följd av variationer i kompostmaterialets sammansättning och *Trichoderma* spp.'s etablering i komposten.

Skillnad mellan försöksresultaten från

bänkgårdsförsöken 1984/85 och frilandsförsöken 1986/88 kan bl.a. bero på variationen i behandlingstid från utläggning till första skörd.

Bänkgårdsförsöket 1985, med en behandlingstid till första skörd på 63 dagar, visade en med tiden stagnerande bekämpningseffekt. Ett resultat som antyder att komposteffektens varaktighet är ganska begränsad.

Matjordens sammansättning och egenskaper (pH) och dess biologiska aktivitet inverkar på den nedmyllade *Trichoderma* spp.'s aktivitet. Den naturliga koncentrationen av *Trichoderma* ligger normalt på högst 10² CFU/g jord, (CFU = kolonibildande enhet) i alkaliska jordar lägre och i sura (pH <5) ofta högre, (Chet, I. 1987).

De uppmätta pH-värdena i såväl bänkgårds- som frilandsförsöket var svagt alkaliska. Detta missgynnar förmodligen *Trichoderma*'s etableringsförmåga på sikt och medverkar till den begränsade bekämpningseffekten vid alltför tidig utspridning i odlingen.

Tack

Jag vill rikta ett innerligt och välförtjänt tack till mina medarbetare Åsa Sköld och Ingegerd Norin för goda insatser vid försökets genomförande och till min chef Börje Olofsson för stöd till fortsatta studier.

Litteratur

- Baker, R., Scher, F.M. 1987. Enhancing the activity of biological control agents. p 3—4. in: *Innovative approaches to plant disease control*. I. Chet, eds. Wiley-interscience. N.Y. pp 372.
- Baker, R. 1988. *Trichoderma* spp. as plant-growth stimulants. *CRC Critical reviews in biotechnology*, 7 (2), pp 97—106.
- Chet, I. 1987. *Trichoderma*-application, mode, of action, and potential as a biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi. p 147—149. in: *Innovative approaches to plant disease control*. I. Chet, eds. Wiley — interscience. N.Y. pp 372.
- Haegermark, U. 1978. Några resultat från fältförsök med grämögel (*Botrytis cinerea*) i jordgubbar. *Växtskyddsnotiser* 42:3, s 75—79.
- Haegermark, U. 1984. Studies of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers ex Nozza & Balbis) infections on strawberry green fruit in cv. S Sengana. *Växtskyddsnotiser* 47: 5—6, pp 81—88.
- Jarvis, W.R. 1980. Epidemiology, p 241 in: *The Biology of Botrytis*. Coley-Smith, J.R., Verhoeff, K., Jarvis, W.R. eds. A.P., London. pp 318.

- Lewis, J.A. and Papavizas G.C. 1984. A new approach to stimulate population proliferation of *Trichoderma* species and other potential biocontrol fungi introduced into natural soils. *Phytopathology* 74, pp 1240—1244.
- Salt, G.H. 1978. The increasing interest in minor pathogens. p 289—312 in: *Soil Borne Plant Pathogens*. B. Schippers and W. Gams, eds. Academic Press, New York. 686 pp.
- Tronsmo, A., Raa, J. 1977. Antagonistic action of *Trichoderma pseudokoningii* against the apple pathogen *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*. Z., 89, pp 216—220.
- Tronsmo, A., Dennis, C. 1977. The use of *Trichoderma* species to control strawberry fruit rots. *Neth. Jour. Plant Pathol.* 83 (Suppl. I): 449—455.
- Wilhelm, S. 1965. *Pythium ultimum* and the soil fumigation growth response, *Phytopathology*, 55, p 1016.
- Windham, M.T., Elad, Y., Baker, R. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 76: 518—521.

SVEDELIUS, G. 1989. Studies on the effect of a mulching compost ("Biobalans") rich in *Trichoderma* spp. on the incidence of grey mould, *Botrytis cinerea*, in strawberries. *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 30—37.

A compost rich in *Trichoderma* spp. gave a significantly lower degree of grey mould infection on green strawberries, cv. S. Sengana, compared to berries from untreated soil. The compost was mixed in soil before or at the time of florescence each year. Infection level decreased by 3—4% compared to untreated soil in 1986, 87 and 88 respectively. In comparison to a treatment with natural compost, these decreases were 7%, 5% and 9% respectively for the corresponding years. Strawberries had a mean-frequency of 18,5% infection when treated with a compost "Biobalans" rich in *Trichoderma* spp. during 1986—88. This compares with 22,4% and 23,5% in untreated soil, and natural compost respectively. However the efficiency of biobalans was found to be short-lived in the field, and slight increase in yield was observed in 1986 only.

Keywords: *Trichoderma* spp., *Botrytis cinerea*, strawberry, compost, grey mould.

Försök med bekämpning av gråmögel, *Botrytis cinerea*, och svartprickröta *Didymella bryoniae*, på växthusgurka genom behandling av odlingsbäddar med Binab T (*Trichoderma viride*) resp. Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*).

Guy Svedelius, Inst. f. växt- och skogsskydd, SLU, Alnarp.

SVEDELIUS, G. 1989. Försök med bekämpning av gråmögel, *Botrytis cinerea*, och svartprickröta *Didymella bryoniae*, på växthusgurka genom behandling av odlingsbäddar med Binab T (*Trichoderma viride*) resp. Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*). *Växtskyddsnotiser* 53: 1—2, 38—39.

Försök med bekämpning av svampsjukdomar på växthusgurka genom behandling av odlingsbäddar med Binab T (*Trichoderma viride*) och Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*) har 1987 utförts vid försöksavdelningen för svamp- och bakteriesjukdomar, Alnarp.

Odlingsbäddar bestående av avgränsade parceller av torvblock (finska Vapo och Svenska Hasselfors) och stenull (Grodan) infekterades vid upprepade tillfällen med *Pythium* spp. och andra från gurkrötter isolerade svampar samtidigt som bäddarna med jämna intervall behandlades med Binab T eller Mycostop. Samtliga plantor infekterades en månad efter utplanteringen med svartprickröta (*Didymella bryoniae*) och gråmögel (*Botrytis cinerea*). Det gjordes en kontinuerlig bedömning av antalet stjälkrötter och rothalsrötter på plantorna samt av skördeutbytet.

Pythium spp., bildade fler rothalsrötter i torvbäddar behandlade med Binab T än för övriga odlingssubstrat.

Antalet stjälkrötter förorsakade av gråmögel var större på bäddar av Vapo-torv än för övriga substrat samt generellt större i bäddar behandlade med Mycostop än för Binab T-behandlade bäddar. Bäst klarade sig plantor som odlades på stenullsbäddar behandlade med Binab T med i medeltal 0,7 rötter per planta i jämförelse med sämsta behandlingsled, Mycostop-behandlad Vapo-torv med 3,5 rötter per planta.

Antalet stjälkrötter förorsakade av svartprickröta var störst i "obehandlad" Hasselfors torv med i medeltal 1,6 rötter per planta. Behandling med Binab T i stenull gav det lägsta antalet angrepp, 0,4 per planta.

Stjälkrötter med *Penicillium* spp. utvecklades under ett senare skede i odlingen. Dessa utbildades i större antal på plantor på stenull än på vapotorven. Minsta antalet penicillumangrepp, 0,1/planta, registrerades på "obehandlade" Vapo-torvbäddar medan största antalet, 1,2 rötter/planta, registrerades på stenullsbäddar behandlade med Binab T.

Högsta skörd producerades av plantor på Hasselfors torvblock som behandlats med Binab T. Sämsta behandlingsled, Hasselfors torvblock behandlad med Mycostop, gav 6 kg lägre skörd per planta motsvarande en skillnad

på 30% mellan bästa och sämsta behandlingsled.

De uppnådda försöksresultaten 1987 uppföljdes 1988 med ett bäddbehandlingsförsök med Binab T i stenullsmattor. Försöket innebar en utprovning av spridningsmetodik i syfte att förbättra effekten av Binab T i stenullsmattor vid bekämpning av gråmögel och svartprickröta på växthusgurka. Odlingsbäddar av stenull (Grodan) infekterades i samband med plantutsättningen med *Pythium* sp. samt ytterligare 2 gånger, 6 och 7 månader senare tillsammans med 5 andra från gurkrötter isolerade svampar.

Utspridningen av *B. cinerea* och *D. bryoniae* genomfördes en månad efter plantutsättningen.

Binab T i olika former tillsattes i varierande utsträckning i behandlingsleden dels som suspension med 1 resp. 4 veckors intervall, dels i form av en på vetekli och sand förkultiverat inokulum, vilket utspreddes med 4 resp 8 veckors intervall. Binab T tillsattes även i ett försöksled i form av pellets i bäddarna i samband med plantutsättning och efter 4 månaders kulturtid.

En fortlöpande bedömning utfördes av planthöjd, skörd och rotutveckling i bäddarna. Stjälkrötter och rankrötter förorsakade av gråmögel, svartprickröta och *Penicillium* spp. registrerades vid upprepade tillfällen.

Inga skillnader mellan behandlingsleden noterades vid bedömningen av planthöjd, stjälkangrepp och gurkskörd. Rotutvecklingen var svårbedömd och varierade kraftigt mellan avläsningstillfällena. Av tre utförda bedömningar av rankrötter, visade de två senare att det utvecklats färre rötter med svartprickröta på plantor som behandlats varannan månad

med den förkultiverade vetekli/sand-blandningen i jämförelse med obehandlade bäddar respektive behandlingen med Binab T-suspension varje vecka. Resultaten tyder på att mikrofloras sammansättning i odlingsbäddarna har haft betydelse för utvecklingen av stjälk- och rankrötter förorsakade av svartprickröta, gråmögel och *Penicillium* spp.

Konferensrapporter

IOBC working group meeting (The role of models in integrated crop protection) Toulouse 2—3 Oktober 1988

Mats Lindblad, Konsulentavd/växtskydd, Box 7044, SLU, 750 07 Uppsala.

Inför mötet hade IOBC/WPRS Council föreslagit att det nu var dags att avsluta gruppens arbete. Som en bakgrund till en avslutande diskussion summerade professor Rabbinge gruppens historia. Gruppen bildades 1977 och diskuterade då främst olika modellbegrepp samt utbytte idéer om olika, ganska detaljerade, vetenskapliga modeller. Så småningom kom även enklare modeller att diskuteras då dessa visade sig vara ett värdefullt hjälpmedel i den praktiska rådgivningen. Gruppens intresse skiftade också från ren biologisk kontroll till Integrated Pest Management. Under senare tid har några huvudfrågor varit att studera skadegörarnas inverkan på grödan, skadegörarnas spridning och olika klimatfaktorer inverkan. Simuleringsmodeller har också visat sig vara ett värdefullt hjälpmedel vid försöksplanering.

De flesta föredragen i Toulouse berörde svampsjukdomar i höstvetete, både mer grundläggande och enklare modeller presenterades. Dessutom diskuterades bl.a. insektsmodeller, statistik och väderprognoser.

EIPRE

Från Holland rapporterades om det aktuella läget för EIPRE. Antalet anslutna lantbrukare har minskat under de senaste åren men man hoppas på en ökning igen då rådgivningsverksamheten nu kommer att administrera systemet.

Hittills har EIPRE bara kalkylerat med ett bekämpningsmedel för varje skadegörare. Medlet har förutsatts ha full effekt och skadegörarens tillväxthastighet har satts till noll vid en bekämpning. Ett nytt projekt startas nästa år för att hitta mer realistiska samband för olika bekämpningsmedel. Målsättningen är också att hitta den optimala bekämpningstidpunkten. I vissa fall är det bättre att vänta med en bekämpning för att få bästa total-effekt mot flera olika skadegörare.

Även den franska versionen av EIPRE, EPICURE, diskuterades. Systemet har provats sedan 1982 och ett stort arbete läggs ner för att anpassa systemet till franska förhållanden.

Brunrost

Brunrostepidemier utvecklas mycket snabbt och redan vid 2% angripen bladyta bör lantbrukaren besluta om bekämpning ska ske. Två franska modeller för brunrost presenterades.

Den enklaste modellen bygger på samband mellan väderfaktorer och angrepp i försök och syftar till att förutsäga hur starka angreppen kommer att bli och när en bekämpning ska sättas in. Temperatursumman under tiden 15 okt—1 april har visat sig vara starkt korrelerad med angreppens styrka. Med hjälp av denna temperatursumma kan beredskapen höjas under riskår. Samband mellan regn och tidpunkten för angrepp har också undersökts men visade sig vara svagt. Däremot fanns det starkt samband mellan antalet timmar med mer än 80% luftfuktighet och angreppstidpunkten. Det visade sig möjligt att redan 20 dagar i förväg förutsäga tidpunkten för brunrostens tillväxt.

Den andra modellen, EPURE, kan användas för att simulera olika faser i brunrostens utveckling och angreppets styrka. Modellen har hittills visat sig kunna ge en bra beskrivning av angreppens utveckling och är tänkt att så småningom införlivas i EPICURE.

Septoria tritici

Som ett exempel på enklare modellers fördelar som beslutsstöd beskrevs ett arbete från England med att utveckla en modell för *S. tritici*. Efter att först ha arbetat med en detaljerad modell för sporernas utvecklingscykel för-

enklades modellen och arbetet koncentrerades till två skeenden. Sporttransport och infektion visade ett starkt samband med regnstänk över 30 cm. Modellen bör vidare beskriva om det efter en latensperiod är gynnsam för en ny infektionsperiod.

En fransk modell som väl kunde beskriva utvecklingen av *S. tritici* i sydvästra Frankrike 1980—1984 presenterades. Risk för infektion bestäms med hjälp av faktorerna regn mer än 1 mm och temperaturmin större än 70°F. Beräkning av sjukdomens vidare utveckling baseras på bladfuktighet, temperatur och sort.

Modeller i fruktträdgårdar

I fruktträdgårdar kan flera insektsarter orsaka skador. Bredverkande preparat orsakar problem och det är därför viktigt att använda artspecifika preparat vid rätt tidpunkt. I Holland har en generell modell som kan användas för flera olika insektsarter utvecklats. För varje art behövs uppgifter om antalet stadier och laboratoriedata över utvecklingshastigheter vid

olika temperaturer. På ett enkelt sätt fyller man i en tabell med dessa data samt ett ingångsvärde och kan därefter simulera olika arters utveckling.

Ett annat problem i fruktträdgårdar är äppleskorv. Från Frankrike beskrevs en modell för utvecklingen av ascosporer baserad på en temperatursumma under sommaren och fuktighet. Sporttillväxten skedde vid ungefär samma temperatursumma under flera år men 1988, efter den varma vintern, visade sig relationen temperatursumma — sporutveckling skilja sig från tidigare år.

Gruppens framtid

Professor Rabbinge föreslog att arbetsgruppen i sin nuvarande form skulle upplösas. I stället skulle en kommitté kunna bildas i syfte att utbyta idéer om modellering av svampsjukdomar i stråsäd. Rabbinge ansåg att huvudinriktningen borde vara tillämpade modeller snarare än mer detaljerade, beskrivande modeller.

Den Femte internationella Växtpatologikongressen i Kyoto, Augusti 1988

Sture Brishammar, Institutionen för Växt- och Skogsskydd, Box 7044, SLU, 750 07 Uppsala

Den femte internationella växtpatologikongressen i Kyoto, Japan, 20—27 augusti 1988, samlade cirka 2.100 deltagare från sjuttioen länder. Den omfattade sexton sektioner samt fyra s.k. symposier och ett antal specialseminarier utöver de ordinarie sessionerna.

Detta innebär att spännvidden innehållsmässigt var mycket stor avseende behandlade grödor och skilda slag av patogener och eftersom de olika sektionerna löpte parallellt var en begränsning nödvändig, varför någon sammanfattande bild av *hela* kongressen är omöjlig att skissera.

Forskningsresultaten presenterades inom varje sektion via en serie av föredrag och posters.

Mitt personliga intresse koncentrerades till sektionen för fysiologisk växtpatologi och i övrigt till andra sektioner när dessa behandlade resistensmekanismer.

Resistensproblematikens förutsättning är följande: En växt har redan från början ett visst befintligt skydd men igångsätter vid patogenangrepp härutöver olika skyddsreaktioner vid påverkan av särskilda signalsubstanter. Växten kan dessutom på förhand, före en infektion, induceras till att inta en beredskap gentemot patogener.

Interaktionssignaler

Ett stort utrymme var avsatt för behandlingen av de signaler som avges under interaktionen mellan en patogen och värdväxten. Då frigöres en s.k. elicitor — en substans som reagerar med en receptor — ett särskilt bindningsställe på värdcellmembranet, varvid resistensmekanismer igångsättes. Påkopplingen av de skyddande reaktionerna kan dock förhindras om en annan signalsubstans — en s.k. suppressor — hinner ockupera receptorn före elicitor.

Elicitorn kan antingen härröra från patogenen — i synnerhet en patogen svamp — eller också från värdens egen cellvägg. Det är således en öppen fråga om det finns två alter-

nativa signaler med olika ursprung som kan utlösa resistensreaktioner.

Receptorers specificitet och konstruktion behandlades inte.

Elicitorerna kan kemiskt sett variera. Enligt R.A. Dixon, USA, är elicitorn som avges ifrån *Fusarium solani* en kitosan, de ifrån *Phytophthora* spp är glukaner och den ifrån *Cladosporium fulvum* är en peptid-galaktoglukomannan.

Y. Asada, Japan, fann en endogen elicitor, d.v.s. en från den egna värdcellväggen där den föreligger i inaktiv form, men som frigöres och aktiveras vid bl.a. infektion. Denna elicitor, som är en glykopeptid, igångsätter sedan syntes av lignin med en cellväggsförstärkning som följd.

Uppenbarligen avger icke-patogena och patogena svampar som regel elicitorer, vilka igångsätter resistensmekanismer.

Det intressanta är att toxiner kommer in i detta sammanhang, d.v.s. som signalsubstanter. Toxinerna griper således in i olika mekanismer på sätt som man tidigare inte varit medveten om, varför begreppet toxin i fortsättningen troligen måste definieras vid varje tillfälle som det blir omtalat.

Virulenta isolat av *Alternaria alternata kikuchiana* avger det s.k. AK-toxin till skillnad från avirulenta isolat. Konidierna från såväl virulenta som avirulenta isolat avger en elicitor som kan påkoppla resistensmekanismer i värden (= päron), men i mottaglig sort fungerar AK-toxin som en suppressor, vilken förhindrar att elicitorn når sin receptor. Samma förhållande återfinnes även där andra värdspecifika toxiner uppträder. Så avger t.ex. majs patogenen *Helminthosporium carbonum* det s.k. HC-toxin, som kan fungera som suppressor.

Men värd-specifikt toxin kan i visst sammanhang även fungera som elicitor. Sålunda visade S. Mayama, T. Tani & N. Keen att det värdspecifika toxinet victorin, som produceras av *Helminthosporium victoriae* kan fungera som elicitor i havre som har den s.k.

Pc-2 genen och som är inkompatibel gentemot kronrost.

Vissa suppressorer fungerar inte bara som blockerare av elicitorers receptorer utan de kan även inducera till *mottaglighet*. Majs patogenen *Bipolaris zeicola* (ras 3) kan vid interaktion med ris avge "toxin A₁", och åstadkomma en inducering så att risblad blir mottagliga för den saprofytiska svampen *Alternaria alternata*. Samma slags effekter kunde iakttagas med en lågmolekylär suppressor från *Mycosphaerella pinodes*, som är patogen på ärt.

Värdspecifika toxiner är enligt K. Kohmoto verksamma på tre olika ställen i värdcellen: i plasmamembranet, i mitokondrierna eller i kloroplasterna. *Helminthosporium maydis* ras T, som orsakar "blight disease" på Tms-majs — d.v.s. majssorten med "Texas male sterile cytoplasm" — producerar ett värd-specifikt toxin: Hm T-toxinet. Anlaget för toxinkänslighet återfinns i mitokondriegenomet och denna "känslighets"-gen har man lyckats överföra till en plasmid i *Escherichia coli*, varefter bakterien i fortsättningen blev känslig för Hm T-toxinet.

Betydelsen av att veta att ett toxin verkligen är värdspecifikt framhölls av D.S. Ingram, Cambridge U.K. Han och medarbetare gjorde *in vitro*-selektion för resistens gentemot svampsjukdomar. Därvid exponerades bl.a. *Brassica*-celler för toxinet sirodesmin, som produceras av *Phoma lingam*. Det visade sig då att det inte var de mottagliga sorternas celler som skadades av toxinet, som man hade förväntat sig, utan det var precis tvärtom de resistent sorternas celler som påverkades! Ingram framhöll att användningen av toxiner som urvalsindikator egentligen är tvivelaktig och att metoden har varit klart övervärderad.

Fytoalexiner

När resistensmekanismer behandlades nämndes visserligen fytoalexiner ofta i sammanhanget men det var endast ett fåtal anföranden som helt avhandlade dessa substanser. Därför var det överraskande att så starka känslor väcktes när deras betydelse diskuterades. E.W.B. Ward, Canada, ansåg att ackumulering av fytoalexiner kan korreleras med en begränsning av patogener — åtminstone av nekrotrofa svampar — och därmed sättas i relation till resistens. Men han gjorde dock förbehållet att uppträdandet av fytoalexiner

kunde vara ett tecken på en allmän desorganisation av cellerna efter infektionen.

Z. Király, Ungern, framhöll att det finns information om patogenhämmande mekanismer som inträder *innan* en fytoalexinanhoppning har kommit till stånd. Dessutom existerar ingen korrelation mellan bildning av fytoalexiner och resistens mot *Phytophthora infestans* i blad och i unga knölar av potatis. Slutligen påpekade han att i flera växter kan fytoalexiner även produceras till följd av annan slags påverkan än infektioner.

Åsikterna som Király framförde upprörde påtagligt de forskare som fortfarande hävdar att fytoalexinerna har en avgörande roll i växternas försvar gentemot patogener.

Inducerad resistens

V. Smedegaard-Petersen, Danmark, beskrev försök med *lokalt* inducerad resistens i korn, som infekterades med *Erysiphe graminis f.sp. hordei*. Inokulering av kornblad med såväl virulenta som avirulenta raser av denna svamp skyddade bladet mot efterföljande infektioner av svampen, men den sistnämnda rasen åstadkom högsta skyddsnivån. Två former av resistensreaktioner kan tydligen bli involverade. En som induceras av båda lagen av raser och som uppträder mycket snabbt och en annan som endast induceras med avirulent ras vid dess appressionala penetration av värdcellväggen.

Undersökningar av *systemiskt* inducerad resistens i gurka och i tobak beskrevs av J. Kuć, USA. Efter inokulering av ett lågt placerat blad på en planta kunde resistens åstadkommas i hela plantan. Därmed erhöles ett skydd mot ett stort antal olika sjukdomar. Kuć anse att en "immunitets-signal" bildas i den inokulerade vävnaden och att denna translokteras till olika delar av plantan. Regenererade plantor från vävnadskultur av tobak, som blivit systemiskt inducerad (med *Peronospora tabacina*) var höggradigt resistent mot "blåmögel" såväl i växthus som i fält.

Molekylärbiologisk teknik

Utnyttjandet av molekylär teknik vid studiet av värd-parasit-interaktioner kommer troligen bli vanligt i framtiden men i nuläget är möjligheterna begränsade eftersom lämpliga markörer för resistens saknas.

Med systemet: ärt \leftrightarrow *Fusarium solani f.sp. pisi* kunde T. Boller, Schweiz, konstatera

en korrelation mellan ökningen av mRNA-produktion och den *samtidiga* induceringen av de två hydolytiska enzymerna kitinas och β -1, 3-glukanas. I kombination kan de båda enzymerna effektivt bryta ner svampcellvägar men saknar effekt var för sig. Kitinas var således inte verksamt om glukanaset inhiberas, t.ex. med specifika antiglukanas-antikroppar.

Vid undersökningar av ärt och dess patogen *Nectria haematococca* fann O.C. Yoder, USA, att svampens PDA1-gen, vilken kodar för enzymet pisatin-demetylas, var nödvändig för patogenicitet i värdplantan. När PDA1-genen överfördes till *Cochliobolus heterostrophus*, som är patogen på majs men inte på ärt, blev denna svamp patogen på ärtplantans *blad* men inte på ärt-rötter. Det påpekades att *N. haematococca* är patogen på

ärt-*stam* och ärt-*rot* men *inte på bladen* av ärt. Resultaten visar att enzymet pisatin-demetylas kan förändra en svamps värdkrets, och det anger att *N. haematococca* har gener för rot-specifitet, som *C. heterostrophus* saknar, medan *C. heterostrophus* har gener för blad-specifitet, som *N. haematococca* saknar.

Konklusioner

Sammanfattningsvis anger kongressrapporterna att det sker en successiv ökning av erfarenheterna kring när och hur resistens mot patogener uppträder, men att de egentliga skyddsmekanismerna hos växter, i stort sett fortfarande endast är ytligt berörda. Däremot finns det indikationer på att relativt små modifieringar i vissa fall kan ge upphov till förändringar i en växts värdkrets.

Litteratur

5th International Congress of Plant Pathology, Abstracts of Papers, Kyoto, August 20—27, 1988.

Växtskyddsrapporter

SEINHORST, J.W. 1988. The estimation of densities of nematode populations in soil and plants. *Växtskyddsrapporter, Jordbruk 51*, 1—107.

NORDISK VÄXTSKYDDSKONFERENS 1988. Del I. Plenum och botanisk sektion. Scandinavian Plant Protection Conference 1988. Part I. Plenum and botanical section. Malmö 25—27 oktober 1988. *Växtskyddsrapporter — Jordbruk 52*, 1—143.

NORDISK VÄXTSKYDDSKONFERENS 1988. Del II. Kemisk-, nematologisk-, ogräs-, virologisk- och zoologisk sektion. Scandinavian Plant Protection Conference 1988. Part II. Chemical, nematological, weed, virological and zoological sections. Malmö 25—27 oktober 1988. *Växtskyddsrapporter — Jordbruk 53*, 1—173.

SANDNES, E., LEIJERSTAM, B. 1988. Resistens mot *Drechslera teres*, kornets bladfläcksjuka. *Växtskyddsrapporter, Jordbruk 54*, 1—19.

Med konventionella metoder provades ett urval av CI-sorter mot fjorton svenska fältisolat av *Drechslera teres*. Jämförelser gjordes med svenska marknadssorter av vårkorn. Några av sorterna visade utpräglad resistens mot samtliga isolat, och rekommenderas som resistenskällor. Resistensen visade både specifika och ospecifika drag, varför förädlaren rekommenderas att undvika källor med visad specifik mottaglighet. Den konventionella testmetoden visade sig enligt särskilda metodstudier ha anmärkningsvärda brister i tillförlitlighet, vilket gör den olämplig för urval av enstaka plantor. En urvalsprincip som utesluter det mest mottagliga materialet ansågs vara att föredra. En metod för inokulering i fält provades med gott resultat.

LÖNNEMARK, M. Symptom av ozon på några svenska lantbruksväxter. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd. Examensarbeten 1986:7.*Handledare: Forskningsledare Karin Kvist.

Kontinuerliga mätningar av ozonhalten i utomhusluft utfördes under sommaren 1984 vid Ultuna. Bakgrundshalten av ozon var under mätperioden låg, 10—60 µg/m³. Fyra episoder med förhöjda ozonhalter registrerades under sommaren. Det högsta värdet som uppmättes var 125 µg/m³.

Tobak av sorten Bel W3 odlades som indikatorväxt under samma period som mätningar utfördes. Typiska skador av ozon uppkom på plantorna ett par dagar efter det att höga halter uppmätts.

Synliga symptom hos lantbruksväxter studerades efter exponeringar för ozon under kontrollerade betingelser. Tre olika arter, vårmete, sockerbeta och spenat, exponerades för ozon i 6 timmar. Av vårmete och spenat användes två sorter. Av en av vårmetesorterna användes plantor i två olika utvecklingsstadier. Sju olika ozonhalter mellan 200 och 900 µg/m³ användes. De vanligaste typerna av symptom, som uppträdde efter ozonexponeringarna, var blekning av bladens ovsidor och bifaciala nekroser. På spenat och sockerbeta uppträdde nekroserna fläckvis på örtbladen, medan vårmete fick smala långsgående nekroser mellan bladnerverna. Symptomen uppträdde vanligtvis ett par dagar efter exponeringen, vid de högre halterna ofta direkt efter. De olika sorterna av spenat och vårmete skilde sig åt i fråga om känslighet.

De viktigaste slutsatserna av undersökningen var att växtskadliga halter av ozon förekommer i Mellansverige och att ozon orsakar karaktäristiska symptom på de arter som undersökts.

HELLQVIST, S. 1988. Försök med biologisk bekämpning av rödröta på jordgubbar. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd. Examensarbete 1988:4.*Handledare: Försöksledare Guy Svedelius

Rödröta, *Phytophthora fragariae*, är en rotparasit på jordgubbar. I en litteraturöversikt redogörs för svampens biologi och olika metoder att bekämpa den. Speciell tonvikt har lagts vid biologisk bekämpning av *P. fragariae* såväl som andra *Phytophthora*-arter.

Vid försök under kontrollerade betingelser i växthus har några antagonistiska mikroorganismers effekt mot *P. fragariae* prövats. Rötter av revplantor från jordgubbssorten Senga sengana doppades före planteringen i en vattensuspension av antingen *Streptomyces griseoviridis* (handelspreparat "Mycostop", ej inregistrerat i Sverige), *Gliocladium roseum*, *Gliocladium sp.* eller *Tricoderma sp.* *Tricoderma sp.* användes även i form av en *Tricoderma*-koloniserad kompost. Dessa antagonister prövades i två olika odlingssystem. I det ena försöket användes naturligt rödrötesmittad jord som odlingssubstrat och inokulum för rödröta. I det andra användes en frisk torv/sandblandning som substrat. Plantorna i det senare försöket smittades med zoosporer av *P. fragariae* sex veckor efter plantering.

Ingen av behandlingarna gav någon statistiskt säkerställd minskning av rödröteangreppen.

HÄNDELL, G. 1988. Överlevnaden hos potatiscystnematoden (*Globodera rostochiensis* och *G. pallida*) vid passage genom matsmältningskanalen hos nötkreatur och svin, samt vid lagring i gödsel. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd. Examensarbeten 1988:5.*Handledare: Statsagronom Stig Andersson

Det har sedan länge funnits misstankar om att potatiscystnematoden (*Globodera rostochiensis* och *G. pallida*) skulle kunna spridas via stallgödsel från djur som utfodrats med potatis. I detta arbete testades infektionsdugligheten hos främst den gula potatiscystnematoden (*G. rostochiensis*) efter passage genom svin och nötkreatur och efter lagring i gödsel. Effekten av passagen genom djuren undersöktes på två sätt. Nematodcystor blandades i foder, som gavs till svin och nötkreatur. Vidare utsattes cystor med ägginnehåll för inverkan av våmvätska och tunntarmsvätska från kor med våm- respektive tunntarmsfistel. Lagringsförsök i gödsel utfördes i stallgödsel från både svin och nötkreatur.

Nematodernas vitalitet efter behandlingarna testades i odlingskärl enligt Behringer, i vilka potatis odlades. Resultatet avlästes som antalet nybildade nematodhonor på rötterna.

Nematoderna oskadliggjordes nästan helt i svinens matsmältningskanal. Endast i två odlingskärl av 35 kunde rester av en ny nematodgeneration spåras. Hos de nematoder som passerade genom nötkreatur försämrades reproduktionsförmågan mycket kraftigt. I tre odlingskärl av sju fanns ett fåtal nybildade nematodhonor mot flera hundra i kontrollerna. *In vitro*-försöken visade att en ökad uppehållstid i våmmen minskade nematodernas överlevnadsgrad. Tunntarmsvätskan påverkade däremot livsdugligheten i långt mindre utsträckning. Ju längre tid nematoderna lagrades i stallgödsel, desto mera minskades infektionsförmågan. Ännu efter 3 månaders lagring kunde emellertid ett fåtal livsdugliga nematoder påvisas.

Slutsatsen av undersökningarna blir att riskerna för spridning av potatiscystnematoden med stallgödsel är liten, när nematodcystorna först passerar djuren, särskilt svinen, och gödseln sedan får ligga en tid. Risken för spridning av nematodsmitta måste ses som tämligen stor om nematodcystor hamnar i gödseln utan att först passera djuren, t.ex. via foderrester.

SANDSTRÖM, M. & WAHLSTEDT, H. Sortblandningar av korn. — Inverkan på sjukdomsförekomst, främst gräsmjöldagg och skörd. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd. Examensarbeten 1988:6.*Handledare: Försöksledare Lars Wiik

Arbetet avser att undersöka om odling av sortblandningar av korn (*Hordeum vulgare*) kan fungera som ett led i bekämpningen av svampsjukdomar, främst gräsmjöldagg (*Erysiphe graminis f. sp. hordei*). Odling av sortblandningar skulle enligt litteraturen också kunna ge en varaktigare verkan av enskilda rasspecifika resistensgener. Arbetet består av en litteraturstudie och en egen undersökning. Den egna undersökningen genomfördes under sommaren 1987 i ett sortblandningsförsök i korn utlagt av Försöksavdelningen för svamp- och bakteriesjukdomar vid Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp. I den utländska litteraturen finns en mängd uppgifter som visar på både minskning av sjukdom och skördeökning till fördel för sortblandningar. I tidigare svenska undersökningar har dock inte fördelarna varit lika stora. Detta försök har till skillnad från ett tidigare, utförts i större försöksrutor. Skyddsgrödan varit en ml-o-resistent kornsort (Apex), som endast i ringa grad angrips av mjöldagg, och grödan på fältet i övrigt har varit en annan än korn. Genom detta förfarande är det tänkt att sjukdomsutvecklingen i försöksrutorna skall framträda tydligare utan att påverkas för mycket av smitta från omgivningen. I försöket odlades sex kornsorter, Alva, Frida, Golf, Hulda, Jenny och Kara i renbestånd samt fyra olika blandningar där dessa sorter ingick. Under säsongen graderades mjöldaggsförekomsten på alla försöksplatser och sköldfläcksjuka graderades på de platser där denna sjukdom förekom. Liggsådesfrekvensen graderades vid varje besöksstillfälle. Dessutom graderades andel grön bladyta i slutet av juli. Skörd och skördeparametrar bestämdes. Mjöldaggsminskningen i sortblandningsleden jämfört med medeltalet av de ingående sorterna odlade i renbestånd varierade mellan 44% och 87%. Skördeökningarna i sortblandningsleden uppgick till mellan 100 kg/ha och 190 kg/ha. För att minska mjöldaggsangreppen, speciellt då kemisk bekämpning inte används, kan odling av sortblandningar vara en passande åtgärd. Detta kräver att de olika sorternas rasspecifika resistensgener redovisas och att sortblandningsteorin sprids i rådgivningen.

Nyinköpt litteratur till Institutionen för växt- och skogsskydd

- Aphids, their biology, natural enemies and control. Vol. 2 B. 1988.
- Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implications. Ed. by A.A. Berryman. 1988.
- Illustrated guide to integrated pest management in rice in tropical Asia. W.H. Reissig... 1986.
- Carlisle, W.R., Control of crop diseases. 1988.
- Resursbevarande lantbruk. A. Granstedt... 1988.
- Gebre-Amlak, A., Ecology and management of maize stalk borer, *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae) in southern Ethiopia. 1988. Diss.
- Glucosinolates in rapeseeds: Analytical aspects. Proceedings of a Seminar in the CEC Programme of Research on Plant Productivity, held in Gembloux (Belgium), 1—3 October 1986. 1987.
- Barley yellow dwarf: a proceedings of the workshop December 6—8, 1983, CIMMYT Mexico. 1984.
- E.S.N. International nematology symposium. XIX, Uppsala, Sweden, 7—13 August 1988. Abstracts. 1988.

Instruktion till författare

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

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

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

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

Växtskyddsnotiser tar även emot och publicerar uppsatser skrivna på engelska.

Uppsatsen

Titel. Bör vara så kort och upplysande som möjligt.

Författarnamn och adress.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Additional key words: Cephalosporium gramineum, Hymenula ceralis

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

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

Manuskriptet

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

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

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

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

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

Korrektur. När manuskriptet satts får författaren ett korrektur. Alla fel skall markeras tydligt, men ändringar mot manus skall undvikas.

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

Tjänste
Sveriges lantbruksuniversitet
Konsulentavd./försäljning
Box 7075
75005 Uppsala

MASSBREV

VÄXTSKYDDSNOTISER

Utgivna av Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd

Ansvarig utgivare: *Göran Kroeker*

Redaktör: *Birgitta Rämert*

Redaktionens adress: Sv. lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd,
Box 7044, 750 07 UPPSALA. Tel. 018/67 10 00

Prenumerationsavgift för 1989: 150 kronor
Postgiro 78 81 40-0 Sv. lantbruksuniversitet, Uppsala

ISSN 0042-2169