

Undersøgelser over smitteveje for *Mycogone perniciososa* og *Verticillium fungicola*, to patogene svampe på den dyrkede champignon

Investigations on the spread of inoculum of Mycogone perniciososa and Verticillium fungicola, two pathogenic fungi of the cultivated mushroom

Kaj Bech¹⁾, Birgit D. Jacobsen²⁾ og Georg Kovács²⁾

Champignon-laboratoriet¹⁾ og Plantepatologisk Afdeling²⁾
Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Resumé

Kraftig rystning af kulturer af *Mycogone perniciososa* og *Verticillium fungicola* resulterede ikke i sporefrigørelse under laboratorieforhold. Ved hjælp af sporefælder anbragt i champignon-dyrkningsrum lykkedes det ikke at fange sporer af de to nævnte patogener, men derimod af en række andre svampearter.

Lokalt overføres smitstof let ved mekanisk kontakt, især ved plukningsprocesserne, men også ved vanding. Endvidere kunne champignonmyg overføre sporer.

Smitte over større afstande kan let forekomme via kontamineret returemballage.

Såring af frugtlegerer øger disses modtagelighed.

Nøgleord: *Agaricus bisporus*, champignon, *Mycogone perniciososa*, *Verticillium fungicola*, smitteveje.

Summary

Vigorous shaking of cultures of *Mycogone perniciososa* and *Verticillium fungicola* did not result in spore release under laboratory conditions. No spores of these pathogens were trapped in a sporetrap placed in the mushroom growing room. However, spores of a number of other fungus species were trapped.

Contact spread occurs readily. Watering, and especially harvesting, are important inoculum transmission factors. Furthermore, mushroom flies can transmit the spores.

Spread over greater distances can readily occur via contaminated containers.

Damage to carpophores increases their susceptibility.

Key words: *Agaricus bisporus*, mushroom, *Mycogone perniciososa*, *Verticillium fungicola*, pathway.

¹⁾ Adresse: Agrovej 10, 2630 Tåstrup.

²⁾ Adresse: Thorvaldsensvej 40, 1871 København V.

Indledning

Hos champignon, *Agaricus bisporus* (Lange) Singer, forekommer der to sygdomme, hvis symptomer og forløb i mange henseender ligner hinanden (fig. 1) (Bech & Kovács, 1977; 1978; Kovács & Bech, 1980). De bliver fremkaldt af *Mycogone perniciosa* (Magn.) Delacr. (fig. 2 og 3) og *Verticillium fungicola* (Preuss) Hassebrauk (fig. 4)*. Forsøgene, hvis beskrivelse foreligger her, udgør en del af den undersøgelsesserie, hvis målsætning var at bidrage til at klarlægge de to patogene svampes biologi og de af dem fremkaldte sygdommes patogenese. I det følgende beskæftiger vi os med patogenernes smitteveje under naturlige og eksperimentelle forhold.

Forsøgene blev udført fra d. 1. april 1977 til d. 31. marts 1981 med støtte fra Statens jordbrugs- og veterinærvidenskabelige Forskningsråd.

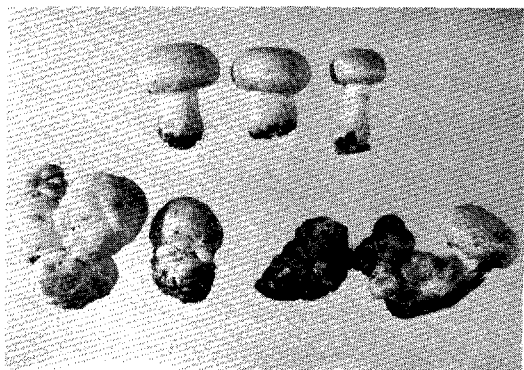


Fig. 1. Øverst sunde champignonfrugtleger, nederst t.v. *Mycogone*-angrebne, t.h. *Verticillium*-angrebne frugtleger.

Top: Healthy mushrooms, bottom left: *Mycogone* infected, right: *Verticillium* infected mushrooms.

* De to sygdomme blev indtil sidst i halvfjerdsere af danske champignondyrkere benævnt »mycogone«, uanset at den ene af dem ofte skyldtes *Verticillium*-angreb. Mens mycogone kan betragtes som et acceptabelt populærnavn (Neergaard, 1979), er dette ikke tilfældet for *verticillium*, da flere vigtige arter af slægten parasiterer andre værtplanter. Et egentlig dansk navn på den af *Verticillium fungicola* fremkaldte sygdom eksisterer ikke p.t. Måske kunne champignon-verticilliose anbefales som et sådant.

Materiale og metoder

Vort biologiske materiale bestod af dyrkede champignon, en »rough white« stamme, endvidere af *Mycogone perniciosa* isolat nr. 8 og *Verticillium fungicola* isolat nr. 14, begge stammende fra danske champignongartnerier. Disse to patogenisolater er intermediære sammenlignet med vore øvrige isolater i forbindelse med andre undersøgelser, hvad angår koloniform, -farve og sporeproduktion. Yderligere ét isolat af hvert patogen er benyttet til en enkelt undersøgelse, nemlig i forsøg med sporefrigørelse i laboratoriet.

Som substrat til renkulturene blev kartoffeldekstrose-agar (KDA) benyttet. I orienterende forsøg har vi tidligere undersøgt, hvordan andre substrater, maltekstraktagar, Czapek-Dox-agar, Sabouraud-agar samt tilsætninger – såsom jord-ekstrakt, gærekstrakt, champignonpressesaft – virker på svampenes vækst. Det viste sig, at KDA i sig selv har givet en afbalanceret vækst med god reproducerbarhed.

De anvendte metoder bliver i øvrigt beskrevet i forbindelse med de enkelte forsøg.

Undersøgelser og resultater

Sporefrigørelse hos renkulturer

Ved en svampesygdom, hvor patogenet danner et stort antal sporer, er det nærliggende at undersøge, om sygdommen breder sig via luftbevægelser. Da begge de nævnte patogener er typiske skimmelsvampe, ville det være mest tænkeligt, at de spreder sig fra det ene værtplanteindivid til det andet ad luftvejen. Den første betingelse for luftsmitte (vindspredning, anemochori) er frigørelse af sporer på en sådan måde, at de opfanges af luftstrømme. Drejer det sig om store afstande, vil fortyndingseffekten naturligvis forudsætte et meget stort antal sporer. Man kan så formode, at i et champignonrum ville det være tilstrækkeligt med en forholdsvis lille mængde frigjorte sporer. Det gælder ikke mindst for *Verticillium*, hvis sporer besidder en højere spireevne end sporer fra *Mycogone* (Kovács & Bech, 1980). Et champignon dyrkningsrum er ganske vist lukket, men som følge af den kraftige ventilation, hvor luftmængden bliver recirkuleret ca. 12 gange i timen, er der tale om en stærk og konstant luftbevægelse.

Mycogone har to sporeformer, den ene er to-cellet og brunlig. Den dannes på en almindelig vegetativ hyfe. Sporen svarer til definitionen på en klamydospore, og *Vuillemin* (1911) kalder denne – såfremt den dannes terminalt – for en aleuriospore eller aleurospore. Hos *Mycogone* har denne spore et meget karakteristisk udseende (fig. 2).

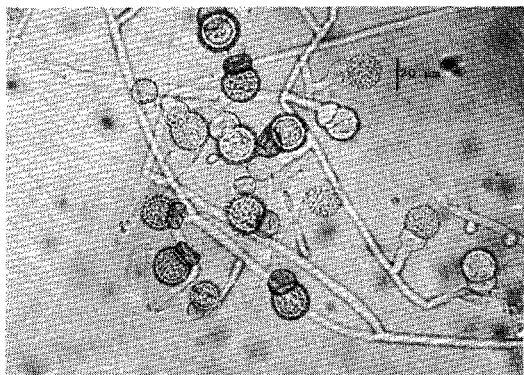


Fig. 2. Aleuriospores af *Mycogone perniciososa*.
Aleuriospores of *Mycogone perniciososa*.

Den anden form er en ægte konidie, som dannes i fialider, og disse er placeret på en konidiebærer. Disse verticillioide konidier er en- eller tocellede, aflange, lyse og tyndvægede (fig. 3).

Verticillium danner kun encellede konidier, som er betydeligt mindre (fig. 4) end de verticillioide *Mycogone*-konidier. Under vore forsøgsbetingelser har aleuriospores ikke vist sig spire-

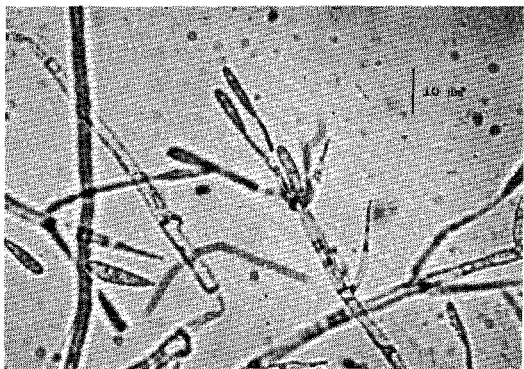


Fig. 3. Verticillioide konidier af *Mycogone perniciososa*.
Verticillioide conidies of *Mycogone perniciososa*.

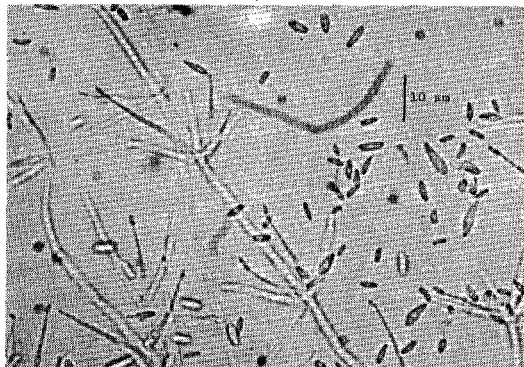


Fig. 4. Konidier af *Verticillium fungicola*.
Conidies of *Verticillium fungicola*.

dygtige, derimod spirer ca. $\frac{2}{3}$ af de verticillioide konidier hos denne art, medens *Verticillium*-konidier spirer nær 100% (*Bech & Kovács*, 1981). De verticillioide *Mycogone*-konidier, og *Verticillium*-konidier i endnu højere grad, har en stor overflade i forhold til deres vægt i sammenligning med det tilsvarende forhold hos mange andre plantepatogene svampesporer.

De reproduktive organer for epidemisk spredning hos nogle af de mest betydningsfulde plantepatogener, nemlig meldugkonidier og uredospores, bliver transporteret i de højere luftlag ofte over strækninger på 1000 km, således f.eks. fra England til Danmark (*Hermansen, Torp & Prahm*, 1978).

Vi har erfaret ved alle vore infektionsforsøg i champignonrummet, at de ikke inokulerede grupper af champignon – hvad enten de stod i urtepotter eller i kasser – aldrig blev smittet af *Mycogone* eller *Verticillium*. I de tilfælde, hvor de inokulerede frugtleger og de ikke inokulerede kontrol-frugtleger stod i to halvdele af den samme kasse uden nogen form for adskillelse, forekom angrebene i 1. bræk kun i de inokulerede områder.

Den nævnte iagttagelse, der står i modsætning til den forventede smittespredning, som er kendt i mange andre tilfælde, gjorde det nødvendigt at undersøge, om sporerne frigøres og føres med luftstrømme. Den første betingelse herfor, deres frigørelse, blev studeret i laboratorieforsøg med renkulturer. De to champignonpatogener blev

Tabel 1. Forsøg til sammenligning af sporefrigørelse hos nogle svampearter i forskellige aldre. Se teksten.
Investigation to comparison of spore release by some fungus species in different ages

Svampearter <i>Fungus species</i>	Sporeafgivende koloniers alder <i>Age of spore delivering colonies</i>					
	6 dage <i>days</i>		10 dage <i>days</i>		14 dage <i>days</i>	
	*	antal udvikl. kolonier <i>no. of devel. col.</i>	*	antal udvikl. kolonier <i>no. of devel. col.</i>	*	antal udvikl. kolonier <i>no. of devel. col.</i>
<i>Mycogone perniciososa</i>	36	0	61	0	90	0
<i>Verticillium fungicola</i>	20	0	35	0	54	0
<i>Aspergillus niger</i>	78	>1000	90	>1000	90	>1000
<i>Penicillium expansum</i>	53	200	76	400	90	300
<i>Cladosporium herbarum</i>	24	10	40	3	57	15
<i>Alternaria brassicicola</i>	57	0	90	0	90	0
<i>Botrytis cinerea</i>	90	0	90	60	90	>1000

* Diameter af sporeafgivende koloni i mm.
Diameter of spore delivering colonies in mm.

sammenlignet med 5 andre skimmelsvampe (se tabel 1).

Disse 7 svampe blev dyrket på KDA i petriskåle. Efter 6, 10 og 14 dages vækst lagde vi de tilvoksede kulturer uden skålens låg, med bunden opad, oven på hver sin upodede KDA-plade og bankede på bunden, drejede 2 gange ca. 120° og bankede gentagne gange. Som det fremgår af tabel 1, fik vi ingen kolonier på den måde hos *Mycogone* og *Verticillium*, mens der var rigeligt hos de andre arter, bortset fra *Alternaria brassicicola*. Vi har anset det for muligt, at luften var alt for fugtig i petriskålene. Ved en gentagelse, hvor kulturerne blev henstillet med aftagne låg i 64% relativ luftfugtighed i 24 timer inden bankningen, var resultatet det samme.

Forsøget blev gentaget med *Mycogone* og *Verticillium* uden de andre svampearter, til gengæld suppleret med et andet isolat af *Mycogone* (22) og et af *Verticillium* (5). Resultatet var igen, at ingen af kulturerne havde afgivet sporer.

Aleuriosporer frigøres aldrig ved afsnøring eller lignende mekanisme hos nogen svampeart. De frigøres først fra myceliet efter dettes henfald, f.eks. som følge af en biologisk nedbrydning eller en mekanisk sønderdeling. Derfor svarede det til forventningerne, at aleuriosporerne ikke løsnede sig, og selv om det havde været tilfældet, kunne

de ikke danne kolonier på grund af manglende spireevne. (Aleuriosporerne har sandsynligvis en funktion som hvileorganer, der opretholder artens liv under ugunstige forhold eller i lange pauser i værtplantens dyrkning, og som spirer under særlige, ikke kendte betingelser). Derimod kunne der ventes frigørelse af både *verticillioide* sporer hos *Mycogone* og sporer hos *Verticillium*.

Påvisning af sporefrigørelse i champignondyrkningsrum

En eventuel sporeafgivning og sporetransport ved luftbevægelse har vi forsøgt at registrere i champignon-dyrkningsrummet ved hjælp af KDA-plader i åbne petriskåle og i en sporefælde også med KDA-plader. Sporefælden var af den type som *Schwarzbach* (1979) har beskrevet (fig. 5). Apparatet samler sporer fra 300–400 liter luft pr. minut.

Vi har haft 16 urtepotter (200 cm² dyrknings-overflade) med sunde champignon, 16 med *Mycogone*-angrebne og 16 med *Verticillium*-angrebne champignon. Opsamlingen af mikroorganismer skete med to forskellige eksponeringstider i to forskellige afstande fra henholdsvis sunde, *Mycogone*-angrebne og *Verticillium*-angrebne champignon.

Petriskålene – i 2 eller 4 gentagelser – blev eksponeret som følger:

- A: Med ventilation i rummet, med sporefælde 40 cm fra champignon i 30 sek.
 B: Med ventilation i rummet, med sporefælde 40 cm fra champignon i 5 min.
 C: Med ventilation i rummet, med sporefælde 15 cm fra champignon i 30 sek.
 D: Med ventilation i rummet, uden sporefælde, åbne p-skåle direkte på champignonbede i 5 min.
 E: Uden ventilation i rummet, uden sporefælde, åbne p-skåle direkte på champignonbede i 5 min.
 C er afbildet på fig. 6, og D og E på fig. 7.

Forsøget blev opgjort efter 16 dage, hvor vi har undersøgt de udviklede mikroorganismer talmæssigt og efter systematisk stilling (tabel 2).

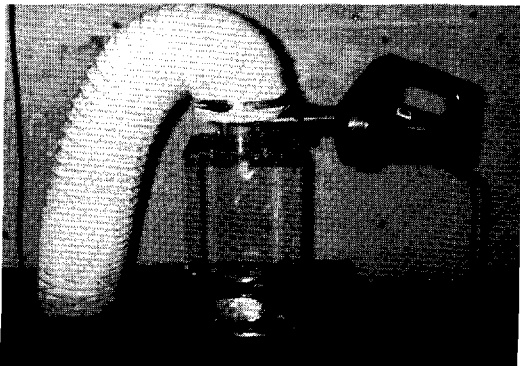


Fig. 5. Schwarzbach-sporerfælde.
Schwarzbach's spore collecting trap.



Fig. 7. Eksponering af agarplade i umiddelbar nærhed af *Mycogone*-angrebne champignon.
Exposure of an agar plate near mushrooms severely infected with Mycogone.



Fig. 6. Sporefælden i funktion.
The spore trap in function.

Resultatet viser, at hverken *Mycogone* eller *Verticillium* var repræsenteret blandt de fældede mikroorganismer. Når det totale antal af de fundne mikroorganismer var 135, kan vi drage den slutning, at *Mycogone* og *Verticillium* – i overensstemmelse med de andre forsøgsresultater – sikkert ikke kan spredes ad luftvejen i champignonrummet.

Vores fremgangsmåde ved sporefældningen virkede pålidelig, da forøgelse af afstanden fra champignon til opsamlingssted resulterede i færre indfangede mikroorganismer på agarpladerne. Derimod var det imod vores forventning, at mikroorganismernes antal var størst i de forsøgsled, hvor petriskålene blev udsat for stillestående luft (dvs. 'E'). Årsagen kan dog være, at ventilationen blev standset 5–10 minutter før udførelsen af forsøgsled 'E', og luftens svævende kimindhold nu begyndte at sætte sig.

Tabel 2. Forsøg med indfangning af mikroorganismer i champignondyrkningsrum, hvor der er champignon uden og med angreb af *Mycogone perniciosa* (M) eller *Verticillium fungicola* (V). Skemaet angiver antal kolonier efter 16 dage.

Investigation on trapping microorganisms in a mushroom growing room, where there are mushrooms without and with attacks of Mycogone perniciosa (M) and Verticillium fungicola (V). Number of colonies after 16 days.

Eksponering <i>Exposure</i>	Indfangningssted <i>Place of trapping</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	Type A*)	Hvidt mycelium sterile <i>white</i>	<i>Rhizopus stolonifer</i>	Andre mikroorganismer <i>Other microorganisms</i>
A	Midt i rummet <i>Center of the room</i>						
	Ved siden af <i>Beside</i>	M					1 <i>Arthrinium</i> (syn. <i>Papularia</i>) sp.
	-	V			5		
B	Midt i rummet <i>Center of the room</i>		2		1		1 anascosporogen gærsvamp <i>yeast</i>
	Ved siden af <i>Beside</i>	M	1		1		1 gærsvamp, <i>yeast</i> , <i>Botrytis cinerea</i>
	-	V			7		1 svamp med endosporer, 2 bakterier <i>fungus with endospores, bacteria</i>
C	Over kontrol <i>Above the control</i>		2		2		1 sort <i>black</i> mycelium sterile, 1 bakt..
	-	M			2	1	2 bakterier
	-	V			3	1	
D	Over kontrol <i>Above the control</i>				2		
	-	M	1	1	2	5	4 bakterier
	-	V	1	1	5	5	1 <i>Cladosporium</i> sp.
E	Over kontrol <i>Above the control</i>		6	1	23		1 <i>Botrytis cinerea</i>
	-	M	8	3	9	1	1 bakterie
	-	V	5	2	3	10	1 anascosporogen gærsvamp
Sum		22	7	9	75	3	9 svampe <i>fungi</i> og 10 bakterier
Total		125 svampe <i>fungi</i> og 10 bakterier					

A-E se teksten side 145.

*) En skimmelsvamp med encellede konidier og kanelbrune kolonier hørende til *Dematiaceae*.

A mould with one celled conidies and cinnamon colonies belonging to Dematiaceae.

Kontaktoverførsel af sporer

Da det er en kendsgerning, at udbredelse af sygdommene i et champignongartneri finder sted, og at den er afhængig af spredningen af propagula (i dette tilfælde sporer og evt. hyefragmenter), er problemet – efter erfaringerne fra de foregående forsøg – hvordan disse strukturer kommer til nye arealer i dyrkningsrummene. Erfaringen viser også, at sygdommens styrke bliver større og større efter de fremadskridende bræk som et tegn på ophobning af smitematerialet. Årsagen hertil kan søges bl.a. i plukningen, selv når denne bliver udført skånsomt. Til eftervisning af dette har vi foretaget følgende laboratorieforsøg:

Vi har dyrket de to patogener på KDA, og efter 14 dage har vi prøvet at overføre sporer til nye KDA-plader med fingerspidserne. For at sikre så aseptiske forhold som muligt har vi før overførslen dypet hænderne, der forinden var vasket grundigt, i en 1% Na-hypoklorit-opløsning, derefter skyllet dem i sterilt vand og tørret dem i sterilt stof. Resultatet blev en god vækst på fingeraftrykkes sted.

Vi har gentaget forsøget også *in vivo*, dvs. med *Mycogone*- og *Verticillium*-angrebne champignon som udgangsmateriale. Overførslen af propagula blev her foretaget ved en berøring som ved plukning. Vi fik i hvert eneste tilfælde kraftig kolonidannelse på KDA-plader af patogenerne. På mange af de samme steder voksede også *Penicillium*-kolonier, og *Mycogone*- og *Verticillium*-kolonierne fremkom oven på disse. Dette var et utvivlsomt tegn på, at der blev overført et passende stort antal patogene propagula, som nu var i stand til at klare den stærke konkurrence med *Penicillium*.

Mens spredning ad luftvejen øjensynlig ikke er mulig, er altså overførsel ved berøring absolut en nærliggende mulighed.

Plukningens betydning for overførsel

I et moderne champignongartneri i Danmark var *Mycogone*-angrebet meget kraftigt i lang tid. På iagttagelsestidspunktet, medio juli 1979, blev udbyttetabet vurderet til ca. 20%. Det store angreb skyldtes efter alt at dømme i høj grad en forkert måde at plukke på. De sunde og de syge frugtle-

gerner blev plukket sideløbende, ganske vist i hver sin kurv. Endvidere var flertallet af plukkerne 14–15 årige, som ikke kunne nå hele champignonbestanden uden at bøje sig helt ned på svampene. Herved gned de hen over disse med tøjet og førte smitematerialet videre.

Plukningen var også uhensigtsmæssig i det samme champignongartneri på den måde, at plukkerne for at nå den øverste etage trådte på kanten af champignonbedene og derved sårede mange af de unge, ikke helt udviklede frugtlegemer. De forårsagede herved et mindre, direkte tab. Denne iagttagelse har givet anledning til en undersøgelse for at se, om sår kan fremme smitematerialets anslag. Denne har vi foretaget som et modellforsøg.

I to urtepotter med ca. 20 hasselnødstore frugtlegemer i hver blev halvdelen af frugtlegemerne i hver potte gnedet med et stykke sandpapir. Derefter blev hele overfladen sprøjtet med en suspension af *Mycogone*-sporer på den ene potte og *Verticillium*-sporer på den anden. To dage efter kunne der ikke konstateres angreb med det blotte øje, dog kunne man i stereomikroskop se angreb i de sårede partier. Efter 5 dages forløb var der kraftige angreb i form af tæt mycelbelægning i de sårede partier og mindre angreb, der sås som brune pletter på hatten af de ikke sårede frugtlegemer. Små frugtlegemer, der var kommet frem efter inokuleringen, var også angrebet.

Set fra et praktisk synspunkt er disse forsøgs-erfaringer og iagttagelser af betydning især ved plukning af champignon. Man kan naturligvis ikke fjerne sporerne fra plukkernes hænder efter berøring af hvert angrebet frugtlegeme. Men man kan rationalisere plukningen således, at alle de synligt angrebne frugtlegemer fjernes først, hvorefter plukkerne skal vaske hænderne og så begynde plukningen af de sunde frugtlegemer. Et sådant plukkesystem blev i øvrigt udarbejdet af Steane (1978) i England med gode resultater til følge.

Overførsel ved insekter og nematoder

Vi har anlagt et begrænset forsøg for at studere insekters indflydelse på smittespredning. En omfattende undersøgelse vedrørende fluers og

mygs samt nematoders rolle ved sygdommens udbredelse kunne nemlig medføre fatale følger i et champignongartneri. Eventuelle modelforsøgsresultater kunne næppe fortolkes som generelt gyldige. Vores orienterende forsøg bestod i, at vi havde indfanget 25 svampemyg (*Sciara* sp.) på et champignongartneri med *Mycogone*-angreb. Disse blev sluppet ud i 5 dyrkningskamre, som blev isoleret med et finmasket trådnæt, samtidig med jorddækningen. Parallelt hermed blev der dyrket champignon i tilsvarende kamre ved siden af, der var fri for myg. Allerede ved første bræk konstaterede vi *Mycogone*-angreb i alle kamrene med myg, mens frugtlegemerne i kontrolrummene var fri for angreb.

Da de reproduktive svampeorganers overførsel ved hjælp af insekter er ret almindelig på plantepatologiens område, har resultatet svaret til forventningen. Derimod ved vi intet om nematoders rolle i den henseende for champignonsygdomme. Problemet kan være af betydning, da mange champignongartnerier har nematoder som skadelige organismer og/eller et meget stort antal indviduer af de saprofytiske arter. Her må vi nøjes med at henvise til *van der Zaayen's* iagttagelser, ifølge hvilke nematoder ikke kan volde smittespredning af *Mycogone* og *Verticillium* i champignonkulturer (mundtlig meddelelse 1978).

Vandingens betydning for smittespredning

Ved vanding af champignonbedene er det meget sandsynligt, at smitstof kan føres fra angrebne frugtlegemer til andre dele af bedene. Sporerne kan nemlig let frigøres ved hjælp af vand, i modsætning til hvad der er tilfældet i tør tilstand. Herfor taler følgende forsøg: Det var nødvendigt at høste sporer fra renkulturer af de to patogener til forskellige inokuleringer til undersøgelserne. Dette blev foretaget ved at tilføje 10 ml steril vand til 14–21 dage gamle kulturer i petriskåle med en diameter på 90 mm og derpå ryste forsigtigt i 30 sekunder. De således fremstillede suspensioners sporeantal blev kontrolleret i tællekammer. Det viste sig, at i alle tilfælde var der sporer til stede i en koncentration af 10^5 – 10^6 pr. ml. Når vi tager i betragtning, at en kraftig rystning af de samme kulturer i tør tilstand ikke gav en

eneste frigjort spore, er det en iøjnefaldende kraftig virkning, der blev opnået med vand.

En undersøgelse i champignonrummet til iagttagelse af vandingens virkning på sygdommens udbredelse støder på den vanskelighed, at en »tør dyrkning« i sig selv ikke er realistisk og forsøgs-mæssig misvisende, fordi der herved ville indtræde en ny parameter. Vi har derfor valgt at anvende en svag Na-hypokloritopløsning (0,2%) som kontrol, da desinfektionsmidlet erfaringsmæssigt kan holde sygdommen nede, uden at champignonudbyttet bliver kvalitativt og kvantitativt forringet. 5 kasser blev vandet med *Mycogone* resp. *Verticillium*. Fra den tid, da frugtlegemerne nåede en størrelse som hovedet på en nipsenål, blev arealerne vandet efter behov. Der kom kraftige angreb af både *Mycogone* og *Verticillium* på de inokulerede zoner. De bredte sig i de kasser, hvor der blev vandet med rent vand. I de kasser, hvor der blev vandet med Na-hypokloritopløsning, begrænsedes angrebet til de inokulerede bæltter. Det er et bevis for, at vanding er en sygdomssprende faktor, og denne kendsgerning er i øvrigt erkendt af praktiske champignondyrkere. Anvendelse af en svag Na-hypokloritopløsning kan anbefales som en rutinemæssig hygiejnisk foranstaltning.

Indslæbning af smitstoffet til nye steder

Vore undersøgelser har haft som en af målsætningerne at klarlægge nogle muligheder for indslæbning af smitstoffet i et nyetableret champignongartneri eller i et champignongartneri, som hidtil har været fri for sygdommen.

Vi har gentagne gange undersøgt handelsmycelium for eventuelt indhold af fremmede svampe. Det viste sig, at hverken det franske mycelmateriale eller det danske indeholdt *Mycogone*- eller *Verticillium*-propagula, hvorfor denne smittevej kan lades ude af betragtning. (De eneste fremmede mikroorganismer, der var til stede, var to *Penicillium*-arter).

En meget sandsynlig smitekilde for indslæbning af sygdommen er andre champignongartnerier. Det sker nemlig jævnlige, at de plukkede champignon bliver sendt i kasser til forhandlerne til direkte konsum og til industriel forarbejdning

(konservesfabrikker, fryserier etc.), hvorefter de tomme kasser sendes til producenterne uden hensyntagen til, fra hvem de er kommet. Emballagen bliver ikke desinficeret. På den måde er der også gode muligheder for at få alle de forskellige patogener stammer, som findes i Danmark, spredt over hele landet.

Vi har gentagne gange påvist smitstof i returemballagen, idet vi blandede champignonrester i dækjord, som blev anvendt til forsøgsmæssig dyrkning. Vi fik således i hvert eneste tilfælde smittede frugtleger, mens det ikke var tilfældet i de parallelle kontroller. Ligeledes blev der konstateret smitstof i opfejlet støv m.m. fra gulve og transportveje i champignongartnerier med angreb.

Det ser ud til, at alle Danmarks champignongartnerier i mere eller mindre grad har de to patogener, *Mycogone* og *Verticillium*, i det mindste ét af dem. Smittematerialet kan således sprede sig via emballage fra det ene champignongartneri til det andet. Inden for de enkelte virksomheder ser det ud til, at mekanisk smitteoverførsel ved hjælp af plukkernes hænder og tøj er langt det vigtigste, og at vanding også bidrager til lokal smittespredning.

M. perniciosus parasiterer svampe inden for slægterne skærmhat (*Pluteus*), blækhat (*Coprinus*) og keglehat (*Panaeolus*) ude i naturen, mens *V. fungicola* lever på andre store køllesporesvampe (*Basidiomycetes*) og på nedfaldne blade (*Brady & Gibson, 1976a og 1976b*). Indslæbningen kunne således ske som en sjælden tilfældighed fra disse vildtvoksende svampe. *Coprinus* optræder i øvrigt jævnlige på steder med meget organisk materiale i eller på jorden, således også i nærheden af champignonhuse.

Konklusion

Det udførte arbejdes formål var dels at skaffe nye kundskaber vedrørende de to patogeners spredningsmekanismer, dels at finde de momenter i epidemiologien, hvis vurdering kan hjælpe til en effektiv bekæmpelse af sygdommene. Vi har med stor sikkerhed fastslået, at de to patogener svampes propagula ikke spredes ad luftvejen. Vand er i stand til at medrive mange sporer, hvorfor van-

dingen skal udføres på en hensigtsmæssig måde. Der bør vandes med et passende tryk, så vandet tilføres i bløde stråler, der ikke resulterer i sekundære dråber. Umiddelbart efter vandingen forøges ventilationen for hurtigst muligt at tørre frugtlegerens overflade.

Udbredelsen kan i høj grad ske ved plukningen. Det følger heraf, at en ofte gentagen håndvask og skiftning af tøj reducerer smittefaren. Berøring mellem tøj og champignonbedene skal undgås. Da mekanisk såring fremmer frugtlegerens modtagelighed, som vi har konstateret ved vore forsøg, skal alt arbejde i plukningsperioden udføres skånsomt.

Ved planlægningen af vore undersøgelser har vi tænkt på at klarlægge, om de »gammeldags« eller de mest moderne virksomheder er udsat for de stærkeste sygdomsangreb. Der er i Danmark nogle temmelig ekstreme eksempler på begge typer. Både forsømmelse af de nødvendige hygiejniske foranstaltninger og den meget forcerede produktion kan betinge gunstige forhold for patogenerne.

Erkendtlighed

Vi takker laboratorietekniker *Merete Thomson* for god hjælp ved udførelsen af laboratoriearbejdet samt prof., dr. agro. *J. E. Hermansen* for gode råd og kritisk gennemlæsning af manuskriptet.

Litteratur

- Bech, Kaj & Kovács, Georg (1977):* *Mycogone* – en alvorlig champignonsygdom. Ugeskr. f. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122, 165–168.
- Bech, Kaj & Kovács, Georg (1978):* Angreb af *Verticillium fungicola* (Preuss) Hassebrauk i danske champignongartnerier. Ugeskr. f. Agron., Hort., Forst. og Lic. 123, 1085–1086.
- Bech, Kaj & Kovács, Georg (1981):* Differences in germination ability and reaction to external conditions in *Mycogone perniciosus* and *Verticillium fungicola*. Proc. XI. Intern. Sci. Congr. on the Cultivation of Edible Fungi, Part 2. Australia 1981. Mushroom Science 11, 381–392.
- Brady, B. L. K. & Gibson, I. A. S. (1976a):* *Verticillium fungicola*. CMI Descript. Path. Fungi and Bact. No. 498.

- Brady, B. L. K. & Gibson, I. A. S. (1976b): *Mycogone perniciosa*. CMI Descript. Path. Fungi and Bact. No. 499.
- Hermansen, J. E., Torp, U. & Prahm, Lars E. (1978): Studies of transport of live spores of cereal mildew and rust fungi across the North Sea. Grana 17, 41-46.
- Kovács, Georg & Bech, Kaj (1980): Når svampe angriber svampe. Bekæmpelsesproblematik vedrørende angreb af *Mycogone perniciosa* og *Verticillium fungicola* på den dyrkede champignon. Nordisk Plan-tevernkonferanse, 5-7 marts 1980, Noresund, Norge, Konf.-beretn., 32-39.
- Neergaard, P. (1979): Navngivning af plantesygdomme på dansk. Tidsskr. Planteavl 83, 254-276.
- Schwarzbach, E. (1979): A high throughput jet trap for collecting mildew spores on living leaves. Phytopath. Z. 94, 165-171.
- Sinden, J. W. (1971): Ecological control of pathogens and weed-molds in Mushroom culture. - Ann. Rev. Phytopath. 9, 411-432.
- Steane, R. G. (1978): Monitoring of »Disease« and »Pest« levels in the Mushroom crop as a guide to the application of control measures. - Mushroom Science 10, 281-302.
- Vuillemin, P. (1911): Les aleuriosporés. - Bull. Soc. Sc. Nancy 12, 151-175.

Manuskript modtaget den 16. september 1981.