

DE BIOLOGISCHE BESTRIJDING VAN DE WORTELZWAM,  
 FOMES ANNOSUS (Fr.) Cke. DOOR MIDDEL VAN PENIOPHORA  
 GIGANTEA (Fr.) MASSEE <sup>1)</sup>

BIOLOGICAL CONTROL OF THE ROOT-ROT FUNGUS, FOMES ANNOSUS  
 (FR.) CKE BY PENIOPHORA GIGANTEA (FR.) MASSEE

[443.3]

door

J. GREMMEN

SUMMARY

Recent observations on *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee demonstrated that this fungus may contribute to the control of *Fomes annosus* (Fr.) Cke., the root-rot fungus. Under natural circumstances, however, the competitive power of *Peniophora* depends on a number of factors, principally the substratum and chance of infection by air-borne spores, varying from year to year and with various results. These investigations aim to study the life-history of the fungus in order to obtain more information on its competition with *Fomes annosus*.

Field-work demonstrated that *Peniophora gigantea* represents an important wood-destroying fungus, preferring stumps and branches of pine species, but not capable of colonizing douglas fir or Japanese larch stumps. Stump colonization depends on (1) the number of stumps available from a recent thinning and, (2) the percentage of these stumps infected by the air-borne spores of *Peniophora*. It appeared that development of *Peniophora* is not restricted by soil conditions as has been suggested, since sporophores developed on pine stumps both on forest soils as well as on arable sites. Absence of fructifications may be due to failure of stumps e.g. in (1) stands not yet thinned before (young stands), or (2) in stands thinned for a long time ago (older trees); or (3) by the absence of air-borne spores e.g. in very dry periods, or (4) by escape of infection by these spores (close canopy).

Laboratory experiments dealing with the interaction of *Peniophora* and *Fomes* on fresh pine sections demonstrated that growth of *Fomes* may be suppressed when sections are inoculated with a mixture of oida and conidia of both fungi. The development of *Peniophora* in living roots of Scotch pine inoculated with oida of *Peniophora* demonstrated that optimal mycelium-growth may occur in the thickest roots (> 7 cm), decreasing with the thickness of these roots as demonstrated here

roots	> 7 cm thick	—	development of <i>Peniophora</i>	8 cm in 3 weeks
"	4—7 cm thick	—	" "	5 cm in 3 weeks
"	2,5—4 cm thick	—	" "	3 cm in 3 weeks
"	< 2,5 cm thick	—	" "	1 cm in 3 weeks

<sup>1)</sup> Verschijnt ook als Korte Mededeling nr. 59 van het Bosbouwproefstation.

*This has not been observed in Fomes annosus showing an average growth of 5 à 6 cm in all root sizes. In vitro the average growth of Peniophora is about 6 cm against 3,5 cm in Fomes measured per day (temperature 22° C.). Moreover Peniophora was able to suppress Fomes, not being the result of antagonistic action, but merely caused by nutrient competition. Although giving Fomes a certain lead of 1 to 3 days Peniophora could still overgrow the colonies; a longer start, however, could not be annulated by Peniophora. Though myceliumgrowth and sporeproduction on maltagar is excellent, a series of experiments have been undertaken to study the growth in woody substrates, particularly on chips of poplar veneer. On well-overgrown chips an average of 20—30 x 10<sup>6</sup> oidia may occur, which could be estimated by shaking one chip into 10 cm<sup>3</sup> tap water. Dilution of this solution may still give a 2000 à 3000 spores per cm<sup>3</sup> representing a sufficient coverage of stumps when using 5 cm<sup>3</sup> each by spraying.*

*Even when the concentration of air-borne spores of Fomes annosus in a certain locality may be a relative high one, spraying of stumps with spores of Peniophora will shift the balance in favour of the latter fungus. This spraying represents a new element in the control of the root-rot fungus, since purposeful spraying takes away the risk of failing of the natural colonization by the air-borne spores of the saprophyte. Moreover, infected stumps will reproduce new sporophores again contributing to spore-concentration of the air.*

*This biological method, although promising a great deal, has its limits, since Peniophora merely colonizes pine stumps, implicating that one should not treat stumps of other conifer species like douglas fir or Japanese larch.*

*It has been noticed that douglas fir stumps are not colonized by this fungus, in general even that the stump-flora of this tree species is a very poor one in contrast to that of Scotch pine. This certainly must be ascribed to the fact that Pinus sylvestris is a native tree in our country, whereas douglas fir is an exotic one. A characteristic mycoflora of douglas fir stumps may be certainly available in its original area of distribution; in our country it seems to be absent. The question arises whether the serious attack by Fomes annosus might be also influenced by the absence of this competitive mycoflora, resulting in an unchecked attack by the root-rot fungus.*

*Further study, especially on stump mycoflora of other conifer trees is therefore wanted, since this may be extremely valuable in view of a future establishment of new plantations of exotic tree species in our country and abroad.*

## I. Inleiding

Het onderzoek naar voorkomen en schade van de wortelzwam, *Fomes annosus* (Fr.) Cke. heeft aangetoond dat deze zwam belangrijke verliezen veroorzaakt in de houtproductie van een aantal economisch waardevolle naaldboutbomen door stam- en wortelrot (Gremmen, 1960). Een inventarisatie in Nederland heeft ons hieromtrent een voorlopige indruk gegeven (Gremmen, 1962).

In die opstanden waar de wortelzwam nog niet optreedt óf er nog slechts beperkte schade aanricht is het noodzakelijk om introductie van *Fomes* te verhinderen óf te voorkomen dat de bestaande aantasting zich nog verder uitbreidt. De te nemen maatregelen moeten gericht zijn op het verhinderen van de infectie van de levende stobben, die na elke dunning en velling wor-

den gemaakt. Zoals bekend is worden deze infecties veroorzaakt door de „air-borne” sporen van de parasiet.

Op terreinen waar deze aantasting echter reeds een grote omvang heeft aangenomen verliest deze preventieve methode grotendeels haar waarde, omdat het alleen doeltreffend is om levende stobben van gezonde bomen te behandelen en geen dode stobben of stobben van bomen die reeds door *Fomes* zijn aangetast, zoals stobben met stamrot. In dergelijke opstanden moet men behandeling achterwege laten en kolonisatie van de stobben aan de natuur overlaten. Een direkte bestrijdingswijze die voor deze terreinen in aanmerking zou kunnen komen is het uitrooien van de besmette stobben en wortels. Indien dit zeer zorgvuldig wordt uitgevoerd zal deze werkwijze ongetwijfeld een aanzienlijke vermindering van het wortelrot te zien geven in de volgende generatie naaldhout. Geheel afdoende zal dit echter nooit zijn daar er altijd geïnfecteerde wortelresten in de bodem zullen achterblijven, die later opnieuw aanleiding kunnen geven tot aantastingen. Ook vanwege de hoge kosten zal deze methode niet spoedig in de bosbouw worden toegepast. Dit is dus een aanwijzing te meer om reeds vroegtijdig aan te vangen met stobbebehandeling, omdat verzuim onherstelbare schade aanricht en bestrijding op later tijdstip vrijwel onmogelijk wordt. Wanneer men echter wil overgaan tot deze behandeling zal het van belang zijn om eerst na te gaan waar deze methode nog wel met succes kan worden toegepast en waar niet meer, hetgeen in hoge mate wordt bepaald door de intensiteit van de bestaande aantasting.

In deze mededeling zullen we ons bepalen tot die terreinen waar deze methode nog wel in aanmerking komt, waarbij in de eerste plaats naar de reeds gepropageerde behandeling van de stobben met creosoot moet worden verwezen (Gremmen, 1962). Deze substantie die aan bepaalde eisen wat fenolgehalte en kookpunt betreft dient te voldoen, wordt dadelijk na de velling van de boom op de levende stob gesmeerd, waardoor infectie van sporen uit de lucht wordt voorkomen. Deze stof heeft het onmiskenbare voordeel dat de behandelende stobben goed zijn te herkennen en dus controle op de behandeling mogelijk is. Daar creosoot conserverende eigenschappen heeft zullen de behandelde stobben slechts langzaam worden afgebroken, omdat deze behandeling niet alleen *Fomes* uitsluit, maar ook andere houtrotters. Op de gecreosoteerde stobben treffen we wel andere soorten schimmels aan, zoals de zogenaamde „blauwschimmels”. Deze zijn echter van mindere betekenis dan de Basidiomyceten en hun bijdrage aan de afbraak van de stobben is geringer.

Naast creosoot bestaan er nog een aantal andere chemische verbindingen, zoals dinatriumoctaboraat, ureum, ammoniumsulfamaat en polyboorchlooraat, die in het buitenland in onderzoek zijn. Met genoemde stoffen hebben we hier te lande nog geen enkele ervaring opgedaan. Ter voorkoming echter van misverstand moet worden opgemerkt dat de toepassing van deze stoffen geenszins berust op het doden van de parasiet in de stob, zoals wel eens wordt verondersteld. Dit is niet te verwezenlijken daar de zwam zich ook in de wortels bevindt en er geen transport van enig middel naar deze aangetaste wortels is. Door giftige stoffen, bijvoorbeeld natriumarseniet, op de levende bast of op de levende stobben te brengen, bereikt men dat de nog levende boom, resp. stob, snel afsterft en dat bepaalde saprofytische schimmels de gelegenheid krijgen het afstervende substraat binnen te dringen, dit

te bevolken en het milieu voor andere schimmels, zoals de houtrotters, onaantrekkelijk te maken.

Dat aan deze methode van vergiftiging ook nadelen kleven werd vastgesteld bij toepassing in rubbertuinen op Sumatra's oostkust, waar men oude uitgeleefde bomen moest vervangen door een jonge aanplant. Door de hoge kosten verbonden aan het kappen van de oude bomen ging men over tot het ringen en besmeerde de ringwond met natriumarseniet, waardoor deze bomen met inbegrip van het wortelstelsel langzaam afstierven. Het bleek echter dat juist deze langzaam afstervende wortels, die nog rijk aan voedsel zijn, een zeer geschikte invalspoort vormen voor de witte wortel-schimmel, *Fomes lignosus* (Klotzsch) Heim indien deze zich in de aanplant bevindt. Deze wijze van doding heeft vaak een geheel verkeerde uitwerking op de gezondheid van de rubber aanplant (persoonlijke mededeling van J. R. Wijbrans, voormalig fytopatholoog aan het Avros Proefstation in Deli). Deze mogelijkheid bestaat ook op terreinen waar *Fomes annosus* in hevige mate voorkomt en waar men stobben gaat vergifigen. Door het langzaam afstervende wortelsysteem zal het aan *Fomes annosus* mogelijk zijn via reeds aangetaste wortels in deze afstervende wortels binnen te dringen, hetgeen een averechts resultaat heeft.

Als derde mogelijkheid van stobbenbehandeling komt een methode van biologische bestrijding in aanmerking. Deze werkwijze is gebaseerd op de bestaande onderlinge concurrentie van de stobbenwonende schimmels en juist door het natuurlijke karakter verdient deze methode de voorkeur boven de anderen. Hierna zal een aantal facetten van deze biologische bestrijding nader worden belicht.

Reeds in de literatuur vinden we een aantal gevallen vermeld, waaruit duidelijk blijkt dat *Fomes annosus* vele concurrenten heeft die de zwam in zijn bestaan bedreigen. Zo constateren Rennerfelt (1949) en Bjørkman (1949) dat het mycelium van *Fomes* in vitro sterk geremd wordt door schimmels uit de geslachten *Aspergillus* en *Penicillium* en dat dit berust op de werking van antibiotische stoffen zoals claviformin en clavacin. Nissen (1956) toont aan dat sommige Actinomyceten die in de grond leven en daaruit worden geïsoleerd in staat zijn de ontwikkeling van *Fomes annosus* in vitro tegen te gaan. Door Gruner (1960) die een zeer gedetailleerd onderzoek doet over het antagonisme tussen *Fomes annosus* en *Armillaria mellea* enerzijds en bepaalde Actinomyceten die in de bodem voorkomen, anderzijds, wordt dit bevestigd. Deze onderzoeker isoleerde o.a. een grijssporige *Streptomyces*-soort (stam 5334), welke sterke groeiremmende eigenschappen ten opzichte van *Fomes annosus* vertoont, uit de humuslaag van een gezond, ongeveer 80-jarig gemengd bos van fijnspar en groveden. Gremmen (1960) isoleert een Ascomyceet, *Lasiostictis fimbriata* (Schw.) Bäuml. van dennekegel, welke in staat is de groei van *Fomes* op moutagar te remmen. Deze schimmel produceert in de voedingsbodem een geel pigment dat een actieve antagonistische werking blijkt te bezitten.

Ofschoon vele schimmels uit uiteenlopende groepen werkzame stoffen blijken te bevatten die groei van *Fomes* kunnen beletten of remmen, dient men zich bij dit alles toch goed te realiseren dat dit antagonisme uitsluitend in vitro werd geobserveerd en dat dit derhalve niet zonder meer ook geïnterpreteerd mag worden onder de zeer complexe omstandigheden van de bosbodem. Praktische toepassing, door bijvoorbeeld aangetaste plekken in het bos of aangetaste bomen met antagonistische schimmels of hun werkzame

stoffen te gaan behandelen, is zeer dubieus daar deze fungi en hun stofwisselingsprodukten in de bosbodem onderhevig zullen zijn aan de interacties van andere bodemorganismen. Een ingebrachte schimmel die er niet thuis behoort zal worden verdrongen en stofwisselingsprodukten zullen worden afgebroken.

Om dus met enige redelijke kans op succes *Fomes annosus* langs biologische weg te bestrijden moeten andere richtingen worden ingeslagen. We moeten het niet zoeken in een bestrijding vanuit de bodem, maar vanuit de stobben en de wortels, waar zich de parasiet bevindt. Een hiervoor in aanmerking komend organisme moet voldoen aan volgende elementaire eisen: (1) Het organisme moet stobben en wortels kunnen koloniseren; (2) het organisme dient snel te kunnen groeien, of in staat te zijn in korte tijd een behoorlijke hoeveelheid van een actief antibioticum in stobben en wortels te kunnen produceren, en (3) het organisme moet gemakkelijk in het laboratorium zijn te kweken om vermeerderd te worden met het oog op de praktijk.

De hier volgende gegevens hebben betrekking op het verder onderzoek in het veld en in het laboratorium.

## II. Veldwaarnemingen

Het ligt wel voor de hand — gezien de bovengenoemde voorwaarden waaraan het organisme dient te voldoen — dat het onderzoek zich in eerste instantie richtte op die schimmels die zich van nature op de stobben bevinden en bijdragen aan de afbraak van dit materiaal. Wanneer één van deze schimmels het vermogen bezit om stobben en wortels snel te koloniseren bestaat er een mogelijkheid dat *Fomes annosus* wordt verdrongen. Het onderzoek van de stobbenflora van *Pinus sylvestris* gaf als voornaamste orga-



Fig. 1. Vruchtlichamen van *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee  
Fructification of *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee

nismen te zien: *Armillaria mellea* (Vahl.) Quél., *Hypholoma fasciculare* (Huds.) Fr., *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee, *Polyporus abietinus* (Dicks.) Fr., *Sparassis crispa* (Wulf.) Fr., *Stereum sanguinolentum* Alb. & Schw. en *Tricholoma rutilans* (Schaeff.) Fr. Ook werden op dit substraat een aantal Hyphomyceten en Ascomyceten waargenomen, maar deze beschouwen voor ons doel geen praktische betekenis en blijven verder buiten beschouwing Van vorengenoemde fungi voldoet *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee aan de geschetste voorwaarden, zoals uit het volgende onderzoek zal blijken.

De verdere veldwaarnemingen hadden in hoofdzaak betrekking op: (1) waardplantenkeus van *Peniophora* en tijdstip van ontwikkeling der vruchtlichamen, en (2) de frequentie van deze vruchtlichamen en een veronderstelde invloed van de bodem op de ontwikkeling van deze zwam.

Deze observaties werden vrijwel uitsluitend verricht in de boswachterij „Dorst”, waar ons verschillende soorten naaldhout van uiteenlopende leeftijden ter beschikking stonden en waar de geïnventariseerde bebossingen onder zeer uiteenlopende omstandigheden zijn aangelegd, zoals een aantal op terreinen met landbouwvoorbouw.

### 1. de waardplantenkeus van *Peniophora* en tijdstip van ontwikkeling van vruchtlichamen (fig. 1).

Het is gebleken dat de zwam een bijzondere voorkeur heeft voor de stobben van *Pinus*-soorten, vooral van groveden en Corsicaanse den. De ontwikkeling van de vruchtlichamen was in vele gevallen beter op schuine, afgehakte stobben dan op rechte, afgezaagde. Het „stoppen” van jonge Corsicaanse dennen, als behandeling voorafgaand aan een eerste dunning, gaf in vele gevallen een overvloedige ontwikkeling van fructificaties te zien, die zich tot op 2 meter hoogte aan de afstervende stammetjes ontwikkelden. Deze ontwikkeling van vruchtlichamen is ongetwijfeld zeer gunstig voor het omringende bos, daar ze bijdragen tot een verhoging van de sporenconcentratie van de saprofyt in de lucht. Nu en dan bleek *Peniophora* ook in staat op de grond liggende, dikke takken van *Pinus sylvestris* te koloniseren. De vruchtlichamen werden dan echter uitsluitend aangetroffen aan die zijde van de tak, die in aanraking komt met de bosbodem.

*Peniophora gigantea* werd echter nooit gevonden op stobben van andere naaldbomen, zoals die van douglasspar en Japanse lariks. In een douglassbos, waarin nog vergane douglasspar en elzen werden aangetroffen, bleek *Peniophora* nu en dan op deze elzenstobben te groeien; echter nooit op de douglassstobben. Men moet hieruit wel concluderen dat de infectiemogelijkheden voor de douglas wel aanwezig waren, maar dat onbekende factoren dit verhinderen. Tijdens deze waarnemingen bleek ook dat de vruchtlichamen van *Peniophora* zich het gehele jaar door kunnen ontwikkelen, maar dat dit in hoge mate afhankelijk is van de hoeveelheid neerslag. In een droogteperiode verschrompelen deze vruchtlichamen tot een onbeduidend, nauwelijks te herkennen vliesje, om na hevige regenval opnieuw tot ontwikkeling te komen. Dit betekent ook dat sporen van *Peniophora* het gehele jaar door in de lucht kunnen voorkomen, maar dat dit afhankelijk is van de weersomstandigheden.

### 2. de frequentie van de vruchtlichamen en veronderstelde invloed van de bodem.

De aantallen vruchtlichamen van *Peniophora* in *Pinus*-opstanden kan

zeer wisselend zijn. Na oppervlakkige beschouwingen heeft dit aanleiding gegeven tot de veronderstelling dat de bodemgesteldheid hierop van invloed zou zijn (zie verslag reis Cambridge 1962). Uit de kartering en de tellingen van de vruchtlichamen op terreinen *met* en *zonder* landbouwvoorbouw is echter gebleken dat de bodem geen invloed heeft op de ontwikkeling, daar de zwam zowel op bewerkte als onbewerkte terreinen, bebost met *Pinus*, kan voorkomen. Het voorkomen en de frequentie van *Peniophora* wordt echter bepaald door twee zeer belangrijke factoren: (1) de stobben van een recente dunning en (2) het percentage van de stobben dat door „air-borne” sporen van *Peniophora gigantea* wordt gekoloniseerd. Het ontbreken van de zwam in bepaalde opstanden heeft niet als oorzaak een zekere bodemgesteldheid, maar is het logische gevolg van de afwezigheid van één van beide factoren. Zo kan *Peniophora* ontbreken daar waar jonge opstanden nog niet zijn gedund, dus door het ontbreken van stobmateriaal. *Peniophora* kan ook ontbreken in die bossen die reeds lang geleden voor de laatste maal werden gedund. Hier is het geschikte stobmateriaal al geruime tijd geleden geconsumeerd en er kwam geen nieuw materiaal beschikbaar om de zwam ter plaatse in stand te houden.

Meredith (1960) vindt dat 7 maanden na een velling reeds vruchtlichamen van de zwam op de stobben kunnen voorkomen, maar dat deze na een periode van ongeveer 4 jaar vrijwel geheel verdwenen zijn. Het ontbreken van vruchtlichamen kan tenslotte worden verklaard uit het feit dat er geen infectie mogelijk was door het ontbreken van „air-borne” sporen. Dit kan het geval zijn in droge jaargetijden wanneer de fructificaties van *Peniophora* zijn verschrompeld.

### III. Laboratoriumonderzoek

Het laboratoriumonderzoek over *Peniophora gigantea* heeft zich met een aantal verschillende aspecten beziggehouden. Als uitgangspunt voor dit onderzoek dienden reïncultures van de schimmel van verschillende herkomsten die wat groei en sporenvorming betreft slechts kleine verschillen te zien gaven. Achtereenvolgens worden de drie bovengenoemde elementaire eisen, waaraan de schimmel moet voldoen, behandeld.

#### 1. de mogelijkheid om stobben en wortels te kunnen koloniseren.

Op speciaal voor dit doel gezaagde stamschijven van levende, versgekapte grovedennen werd de ontwikkeling van *Peniophora* en *Fomes* bestudeerd. Deze schijven werden geïnoculeerd met resp. steriel water; een oidiënsuspensie van *Peniophora*; een conidiënsuspensie van *Fomes*, en met een mengsel van oidiën en conidiën van *Peniophora* en *Fomes*. De groei van *Peniophora* zowel als die van *Fomes* was uitstekend op dit medium; de eerstgenoemde schimmel geeft bovendien een sterke roodbruine verkleuring van het hout. Op die schijven die behandeld werden met het sporenmengsel werd de ontwikkeling van *Fomes* geheel door *Peniophora* onderdrukt.

Om een indruk te verkrijgen van de ontwikkeling van *Peniophora* in de wortels werd door Guldemond (1962) een groot aantal wortels van *Pinus sylvestris* met de zwam geïnoculeerd. Voor dit doel werden vers, opgerooid, levende wortels gebruikt van gezonde dennen van ongeveer 12-jarige leeftijd. Deze wortels werden in stukken van 15 tot 20 cm lengte verdeeld en volgens dikte in vier categorieën gesorteerd, namelijk van  $> 7$  cm; 4 tot 7 cm; 2,5 tot 4 cm en  $< 2,5$  cm. Na voorafgaande grondige reiniging werden

beide uiteinden van elk wortelstuk met een oidiënsuspensie van *Peniophora*, afkomstig uit een reïncultuur geïnoculeerd, waarna de uiteinden met polyethyleen werden afgesloten. De op deze wijze behandelde wortelstukken werden in glazen bakken geïncubeerd onder matig vochtige omstandigheden. Op analoge wijze werden enige series wortelstukken met conidiën van *Fomes annosus* geïnoculeerd.

Op geregelde tijdstippen werden uit deze wortelstukken herisolaties gemaakt om de afgelegde afstand van het mycelium te bepalen. De groeisnelheid van *Peniophora* blijkt daarbij het grootst in de dikste wortels ( $> 7$  cm) en het kleinst in de dunste ( $< 2,5$  cm). In de tussenliggende categorieën komen echter zowel snelle als langzame kolonisatievormen voor. Daarentegen koloniseert *Fomes* zonder opvallende verschillen alle categorieën wortels in een gelijk tempo. Het hieronder gegeven tabelletje geeft de groeisnelheden weer over een periode van 3 weken, gemeten bij kamertemperatuur.

<i>Peniophora gigantea</i> :	$> 7$ cm — 8 cm
	4—7 cm — 5 cm
	2,5—4 cm — 3 cm
	$< 2,5$ cm — 1 cm
<i>Fomes annosus</i> :	gemiddeld: 5 à 6 cm

De hoge groeisnelheid van *Peniophora* in de dikke wortels wordt ongetwijfeld bepaald door het feit dat deze stukken de grootste hoeveelheid dood kernhout bevatten. Met het afnemen van de dikte van de wortel en dus de hoeveelheid beschikbaar kernhout neemt ook de groei van het mycelium van de saprofyt af. Dat *Fomes* zowel bij dikke als dunne wortels hetzelfde groei-rytme vertoont, moet toegeschreven worden aan het parasitair karakter van deze zwam, welke niet alleen aangewezen is op dit dode kernhout.

## 2. de snelheid van de groei en interactie met *Fomes*

Een aantal proeven werd in het laboratorium aangezet om de groei van *Peniophora* en de interactie met *Fomes* te bestuderen. Ook uit deze proeven blijkt dat *Peniophora* zich sneller ontwikkelt dan *Fomes* (6 mm bij *Peniophora* tegen 3,5 mm bij *Fomes*, per dag bij een temperatuur van  $\pm 22^{\circ}\text{C}$ ) en dat *Peniophora* ook in staat is *Fomes* in korte tijd geheel te overgroeien. Het gedrag van de saprofyt ten opzichte van de wortelzwam blijkt bovendien niet van antagonistische aard te zijn (nergens werden de typische remzônes waargenomen), maar alleen te berusten op voedselconcurrentie. Worden beide schimmels in één petrischaal geënt dan kan men deze ontwikkeling op de voet volgen. Geeft men daarbij aan *Fomes* een zekere voorsprong bv. variërend van 1 tot 3 dagen en ent daarna *Peniophora* in de schaal, dan blijkt *Peniophora* nog in staat *Fomes* te overgroeien. Wordt deze voorsprong echter te groot, bijvoorbeeld 4 tot 8 dagen, dan is het voor *Peniophora* niet meer mogelijk *Fomes* onschadelijk te maken, daar de saprofyt niet meer in staat is in de kolonie van *Fomes* binnen te dringen. Opvallend waren hierbij de ringvormige myceliumwallen die zich om de kolonie van *Fomes* bevonden en die blijkbaar het penetreren van het andere organisme beletten (Naber, 1962). Zowel uit de proeven met de stamschijven als uit de experimenten in vitro is dus gebleken dat *Peniophora* in staat is *Fomes* te overgroeien, zelfs indien *Fomes* een kleine voorsprong geniet. Wordt deze voorsprong echter te groot dan kan *Peniophora* deze niet meer ongedaan maken.



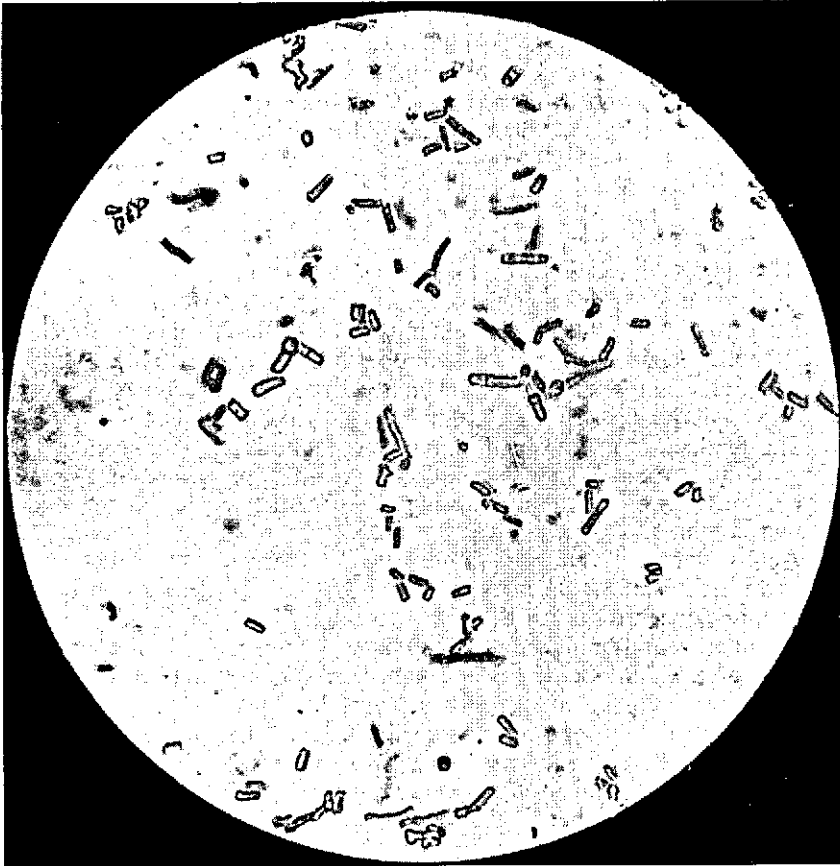


Fig. 2. Oidien uit een reincultuur van *Peniophora gigantea* (Fr.) Masseé  
*Oidia from a pure culture of the fungus Peniophora gigantea* (Fr.) Masseé

### 3. cultuur en vermeerdering van de zwam in het laboratorium (fig. 2).

Isolatie en vermeerdering op voedingsbodems leverde geen enkele moeilijkheid op. De ontwikkeling van het mycelium en de vorming van oidiën was steeds uitstekend. Met het oog echter op de praktische kant, zoals verzending van inoculatie-materiaal was het van belang na te gaan of er een eenvoudiger substraat voor de groei van de zwam bestaat. Daar deze zich goed op stamschijven van groveden ontwikkelt, werd in navolging van Rishbeth (1961) met houtblokjes van dezelfde houtsoort geëxperimenteerd. Later werden deze proeven uitgebreid tot plaatjes populierenfineer ons welwillend ter beschikking gesteld door de N.V. Vereenigde Hollandsche Lucifersfabrieken te Eindhoven. Op dit substraat was het resultaat eveneens vaak zeer bevredigend, maar helaas nogal wisselvallig, mede veroorzaakt door de wisselende kwaliteit en herkomst van het fineer. Goede groei en sporenvorming op deze plaatjes was evenwel mogelijk en door middel van een aantal exemplaren werden tellingen verricht omtrent de aantallen zich hierop bevindende oidiën. Met behulp van een zogenaamde Bürker-Türk haemocytometer met druppelgrootte van  $0,1 \text{ mm}^3$  werd dit bepaald. Hiertoe werd een plaatje in  $10 \text{ cm}^3$

water geschud en een druppel van de verkregen sporensuspensie in de haemacytometer gebracht. De aantallen oidiën varieerden van 20 tot  $30 \times 10^6$  per  $10 \text{ cm}^3$ , maar dikwijls worden nog hogere waarden bereikt. Door deze suspensie te verdunnen tot 10 liter vloeistof kan men per  $\text{cm}^3$  nog een sporendichtheid verkrijgen van 2.000 à 3.000 oidiën, hetgeen nog altijd betekent dat men per stob 10.000 à 15.000 sporen aanbrengt, indien men dit baseert op het gebruik van  $5 \text{ cm}^3$  vloeistof.

#### IV. Discussie

Uit het hier gedane onderzoek blijkt dat *Peniophora gigantea* een waardevol organisme is voor de biologische bestrijding van de wortelzwam, *Fomes annosus*. Door haar natuurlijk karakter is deze methode sterk te prefereren boven stobbenbehandeling met chemische middelen. Het reeds vermelde nadeel van creosoot bestaande in het min of meer conserveren van de stobben wijst reeds in die richting. Rishbeth (1959) deelt echter ook nog mede dat „The tendency for creosoted stumps to die slowly has important implications for sites where *Fomes* is established. If infection is already present in one or more roots of a stump, there is probably little to prevent the parasite becoming dominant”.

Een groot voordeel van *Peniophora* is wel dat we te maken hebben met een levend organisme en dat toename in de bossen van deze zwam betekent dat de sporenc concentratie van de lucht toeneemt.

Onder allerlei omstandigheden echter kan *Fomes* een voorsprong krijgen op de saprofyt, waardoor de invloed van deze concurrent te niet wordt gedaan. In droge jaargetijden bijvoorbeeld verschrompelen de vruchtlichamen van *Peniophora* en zijn er geen sporen in de lucht. Dit in tegenstelling met *Fomes*, waarvan de fructificaties leerachtig zijn, en beter bestand tegen uitdroging. Door het wegvallen van sporen van *Peniophora* in het sporenluchtmengsel betekent dit dat het bestaande evenwicht verbroken wordt ten gunste van *Fomes*. In droge tijden zal het aantal infecties door *Fomes* toenemen door het ontbreken van deze concurrent. Ook waar het het binnendringen in het levende weefsel van de stob betreft zal *Fomes* een voorsprong kunnen krijgen op *Peniophora*. Wordt deze voorsprong te groot dan kan *Fomes* zich handhaven. Uit proeven is gebleken dat een kleine voorsprong door *Peniophora* te niet kan worden gedaan. De gehele concurrentie van *Peniophora* in de natuur is dus in hoge mate afhankelijk van allerlei factoren, welke van jaar tot jaar sterk kunnen wisselen. Bestrijding van *Fomes* door doelbewust gebruik te maken van deze saprofyt ontnemt deze factor haar wisselvallig karakter. Door de stobben te voorzien van een dusdanig groot aantal oidiën kan het evenwicht sterk worden verschoven ten gunste van *Peniophora*, zelfs indien plaatselijk de concentratie van *Fomes* sporen in de lucht zeer hoog is kan door toediening van  $5 \text{ cm}^3$  bevattende 10.000 à 15.000 sporen een gunstig resultaat worden verkregen. In de praktijk zal men er echter voor moeten zorgdragen dat de bespuiting dadelijk na de velling plaats vindt om te vermijden dat *Fomes* een voorsprong krijgt.

Zoals alles heeft ook deze bestrijdingswijze zijn restricties. *Peniophora gigantea* koloniseert vrijwel uitsluitend *Pinus*-soorten, hetgeen dus impliceert dat deze werkwijze alleen toepassing kan vinden bij de behandeling van de stobben van dergelijke cultures, hier te lande hoofdzakelijk groveden en *Pinus nigra*. Uit de Verenigde Staten van Noord-Amerika vermeldt Fowler (1962) dat *Peniophora gigantea* ook werd aangetroffen op de stobben van

*Pinus resinosa* (red pine) en dat hierop grote aantallen vruchtlichamen werden waargenomen.

Het heeft geen zin om ook stobben van andere houtsoorten te behandelen, bijvoorbeeld douglasspar of Japanse lariks daar deze geen geschikte voedingsbodem worden toegeschreven aan de in het kern- en spinthout aanwezige stof „taxifolin” welke volgens Foster (1962) een schimmelremmende werking heeft. Het is schrijver dezes echter steeds opgevallen dat douglassstobben een zeer geringe mycoflora bezitten, in tegenstelling met die van de groveden. Dit houdt zonder twijfel verband met het feit dat de groveden hier te lande moet worden gerekend tot de autochthone flora waarop zich in de loop der tijden een eigen specifieke mycoflora heeft ontwikkeld. Bij de douglasspar en ook andere exotische naaldhoutbomen is een dergelijke karakteristieke mycoflora ongetwijfeld wel aanwezig in het oorspronkelijke verspreidingsgebied van de bomen. In ons land ontbreekt deze echter. Men kan zich nu de vraag stellen of de dikwijls ernstig optredende aantasting van de douglas door *Fomes annosus* niet mede te wijten is aan de omstandigheid dat de natuurlijke begeleidende mycoflora van deze boom in ons land ontbreekt. Door de afwezigheid van deze flora, in casu de houtrottende Basidiomyceten en het hier in ons land ontbreken van geschikte remplaçanten, krijgt *Fomes* de gelegenheid ongestoord in de stobben van deze exoten binnen te dringen.

Hier ligt een vruchtbaar terrein voor verder onderzoek waarbij onder andere moet worden bestudeerd of deze exoten in het land van herkomst een karakteristieke mycoflora bezitten en of deze flora wellicht één of meer representanten heeft die in aanmerking kunnen komen voor biologische bestrijding van de wortelzwam, zoals deze nu onderzocht is bij *Peniophora gigantea*.

Aan enkele details van dit onderzoek werd geassisteerd door de heren H. Naber en J. L. Guldemond, beiden bosbouwstudenten aan de Landbouwhogeschool te Wageningen.

#### Literatuur

- Björkman, E. Soil antibiotics acting against the root-rot fungus (*Polyporus annosus* Fr.). *Physiologia plantarum*, 2 (1) 1949.
- Foster, R. E. in: Conference and study tour on *Fomes annosus*, Firenze, 1962 (126).
- Fowler, M. E. *Fomes annosus* in Northeastern United States. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Firenze, 1962.
- Gremmen, J. The occurrence of a yellow, antibiotic pigment in *Lasiostrictis fimbriata*, with a note on its conidial stage *Ant. v. Leeuwenhoek* 26, 1960 (305—313).
- Gremmen, J. Biologie en bestrijding van de wortelzwam, *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Ned. Bosb. Tijdschr.* 32 (11) 1960 (394—409).
- Gremmen, J. De huidige stand van het wortelzwamvraagstuk in Nederland. *Tijdschr. Ned. Heidemij* 73 (10) 1962 (306—312).
- Gremmen, J. Intern verslag van het Bosbouwproefstation te Wageningen van een bezoek aan Botany School, Cambridge juli—aug. 1962 (ongepubliceerd).
- Gruner, J. Untersuchungsergebnisse über den Einfluss der Antibiotika von Actinomycceten auf die Basidiomyceten *Fomes annosus* (Fr.) Cooke und *Armillaria mellea* Karst. *Dissertatie Dresden*, 1960.
- Guldemond, J. L. Verslag van onderzoekingen over *Peniophora gigantea* (Fr.) Massee in verband met de bestrijding van *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Scriptie, Landbouwhogeschool te Wageningen*, 1962.
- Meredith, D. S. Further observations on fungi inhabiting pine stumps. *Annals of Bot.* N.S. 24, 1960 (63—78).

- Naber, H. Onderzoek over het concurrentievermogen van *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee ten opzichte van *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. Scriptie, Landbouwhogeschool te Wageningen, 1962.
- Nissen, T. V. Soil Actinomycetes antagonistic to *Polyporus annosus*. *Friesia*. 5. 1956 (3—5).
- Rennerfelt, E. The effect of soil organisms on the development of *Polyporus annosus* Fr., the root rot fungus. *Oikos*, 1 (1) 1949 (65—78).
- Rishbeth, J. Stump protection against *Fomes annosus*. *Annals of Appl. Biology* 47, 1959 (519—528).
- Rishbeth, J. Inoculation of pine stumps against infection by *Fomes annosus*. *Nature* 191, 1961 (826—827).

## DE GELDSWAARDE VAN HET RECREATIE-NUT VAN HET BOS IN NEDERLAND

[907.2]

door

J. H. BECKING

Blijkens een noot bij het artikel van *Salverda* (1) houdt de Redactie van het Nederlands Bosbouw Tijdschrift zich aanbevolen voor andere gedecideerde, subjectieve bijdragen betreffende het probleem „Bos en Recreatie”, waaraan dit jaar de Studiekringdag van de Koninklijke Nederlandse Bosbouw Vereniging was gewijd. Dit was voor mij aanleiding hierover ook enige opmerkingen op schrift te stellen.

Als uitgangspunt voor de gedachtenwisseling op de Studiekringdag koos *van Vloten* (2) de veelzijdige functie, die het bos in de volkshuishouding heeft te vervullen. Naast de traditionele productie van hout en bosvoortbrengselen vragen in de verder ontwikkelde landen de zogenaamde bosinvloeden steeds meer aandacht. Aan het bos, dat zowel in de materiele als de geestelijke behoeften van de menselijke samenleving voorziet, heeft *Thijssen* (3) de naam het culturele bos gegeven. Het is geen vast begrip, daar de menselijke behoeften zowel naar plaats als naar tijd belangrijk kunnen wisselen.

In het dicht bevolkte, steeds meer geïndustrialiseerde, bosarme Nederland treedt van de bosinvloeden de betekenis van het bos voor gezondheid en de ontspanning van de mens bijzonder op de voorgrond.

Op de Studiekringdag is door *Daniels* (4) en *van der Kloet* (5) de betekenis van het bos voor de recreatie goed uit de verf gekomen. Men heeft zelfs eisen voor de ontsluiting en de samenstelling van het bos ontworpen, waaraan het met het oog op de recreatie zal moeten voldoen. Ook *Hellinga* (6) heeft de recreatievoorziening naast de houtproductie als doelstelling aangevaard.

Omgekeerd heeft *van der Kloet* (5) ook enige aandacht geschonken aan de betekenis van de recreatie voor het bos. De recreatie blijkt voor het bos slechts nadelen mede te brengen. Ondanks belangrijke kosten voor bewaking en recreatievoorzieningen zullen brandgevaar, beschadiging van plantsoen,