



Wortelrot van *Primula obconica*, veroorzaakt door *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) *ferraris*

<https://hdl.handle.net/1874/316522>

Agree. 192, 1933

WORTELROT VAN PRIMULA OBCONICA

VEROORZAAKT DOOR

**THIELAVIOPSIS BASICOLA
(BERK. ET BR.) FERRARIS**

Diss.
Utrecht
1933

WORTELROT VAN PRIMULA OBCONICA
VEROORZAAKT DOOR
THIELAVIOPSIS BASICOLA (BERK. ET BR.)
FERRARIS.

WORTELROT VAN PRIMULA OBCONICA

VEROORZAAKT DOOR

THIELAVIOPSIS BASICOLA
(BERK. ET BR.) FERRARIS

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE
AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
Dr. C. G. N. DE VOOYS, HOOGLEERAAR IN
DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJS-
BEGEERTE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN
SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE
BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER
WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN
OP MAANDAG 20 MAART 1933 DES NA-
MIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

BERBER ANNA TIDDENS

GEBOREN TE BREDA

BAARN — N. V. HOLLANDIA-DRUKKERIJ — 1933

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT:

AAN MIJN OUDERS

Bij het voltooien van mijn proefschrift is het mij een aangename taak U, Hooggeleerden in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde, hartelijk dank te zeggen voor hetgeen gij tot mijn wetenschappelijke vorming hebt bijgedragen.

In de allereerste plaats geldt deze dank U, Hooggeleerde W e s t e r d i j k, Hooggeachte Promotor, zoowel voor Uw zeergewaardeerde belangstelling en steun, die ik bij het bewerken van mijn dissertatie van U mocht ondervinden als ook voor de heldere en aangename wijze, waarop Gij ons in de Phytopathologie binnenleiddet. Aan den tijd, dien ik onder Uw leiding heb mogen werken, zal ik steeds een dankbare herinnering bewaren.

Hooggeleerde W e n t, ik zal het steeds ten eerste op prijs blijven stellen, dat ik onder Uw leiding de Plantenphysiologie heb mogen bestudeeren en op Uw laboratorium praktisch beoefenen. Voor de belangstelling, die ik bij herhaling van U heb mogen ondervinden, zal ik U steeds dankbaar blijven.

Hooggeleerde Professoren, P u l l e, J o r d a n, N i e r s t r a s z en K r u y t, voor het vele, dat ik op Uw colleges en practica van U heb mogen leeren, betuig ik U mijn oprechte erkentelijkheid.

Zeergeachte v a n L u i j k, voor Uw groote hulpvaardigheid en vele raadgevingen ben ik U zeer veel dank verschuldigd.

Heeren S c h o l t e n, met waardeering herdenk ik Uw bereidwillige medewerking bij het verstrekken van het door mij benoodigde materiaal.

Den Heer G o o s s e n, oud-hortulanus van het Cantonspark, dank ik ten eerste voor de mij betoonde behulpzaamheid.

Het Bestuur van de Stichting „Willie Commelin Scholten” be-
tuig ik mijn hartelijken dank voor de gastvrijheid mij op het labora-
torium dier Stichting verleend.

INHOUD.

	blz.
Hoofdstuk I. Inleiding en beschrijving der ziekte	1
Hoofdstuk II. Oriënteerende infectieproeven.	
Isolaties van de schimmel	6
Cultuur <i>Primula obconica</i>	7
Literatuur over het voorkomen van <i>Thielaviopsis basicola</i> (Berk. et Br.) Ferraris als parasiet	8
Infectieproeven met <i>Thielaviopsis basicola</i> (Berk. et Br.) Ferraris .	12
Infectieproeven met zieken grond en met zieke worteltjes	16
Infectieproeven met <i>Pythium species</i>	18
Hoofdstuk III. <i>Thielaviopsis basicola</i> (Berk. et Br.) Ferraris en <i>Thielavia basicola</i> (Berk. et Br.) Zopf.	
Morphologie	19
Physiologie	24
Invloed van de temperatuur op den groei van de schimmel . .	24
Invloed van den zuurgraad op den groei van de schimmel . . .	26
Hoofdstuk IV. Invloed van verschillende uitwendige omstandigheden op de infectie.	
Invloed van de temperatuur	31
Invloed van de vochtigheid der aarde	35
Invloed van het stevig aandrukken der aarde	38
Hoofdstuk V. Invloed van den zuurgraad op de infectie.	41
Hoofdstuk VI. Invloed van verschillende grondsoorten op de infectie	54

Hoofdstuk VII. Vergelijkende infectieproeven met eenige Thielaviopsis-stammen op verschillende voedsterplanten.	61
Primula	63
Tabak	65
Boon	66
Primula malacoides	68
Hoofdstuk VIII. Bestrijding.	70
Summary.	73
Literatuurlijst	76

HOOFDSTUK I.

Inleiding en beschrijving van de ziekte.

Over het voorkomen van ziekten in de cultuur van *Primula obconica* Hance is nog weinig bekend.

P a p e (1924) beschrijft een bladziekte van *Primula obconica*, waarbij op de groene bladen kleine, geelgroene, gele of witte, scherp omgrensde vlekjes (grootte 0.5—2.0 m.m.) met een onregelmatigen vorm voorkomen. Deze vlekjes liggen tusschen de fijnste vertakkingen der bladnerven in; zij breiden zich zelden over de nerven uit. Meestal komen de vlekjes evenwijdig aan den bladrand voor, maar de strook langs den rand blijft vrij.

P a p e meent, dat deze bladvlekjes veroorzaakt worden door SO_2 , dat vrijkomt bij het stoken der verwarmingsinstallatie van de kassen. Om dit na te gaan zet hij *Primula*'s onder glazen stolpen, en voegt achtereenvolgens verschillende hoeveelheden SO_2 aan de daarin aanwezige lucht toe. Wanneer dientengevolge SO_2 -beschadigingen optreden, ontstaan steeds groote bladvlekken, die over het fijne adernet van het blad heenloopen. Hij veronderstelt, dat de kleine bladvlekken onder zeer bepaalde voorwaarden, wat betreft SO_2 -concentratie en uitwendige omstandigheden, optreden. Op grond van deze veronderstelling raadt hij de praktijk aan de stookketels voorzichtig te bedienen.

Het komt mij voor, dat deze ziekte hierdoor niet verklaard wordt.

Het voorkomen van chlorotische planten is in de cultuur van *Primula obconica* dikwijls waargenomen. Chlorose mag evenwel een vage omschrijving van den toestand van de planten genoemd worden. Zij kan bijv. optreden tengevolge van een verkeerde

methode van kweken der *Primula*'s. Zoo geeft o.a. Narberhaus (1926) op, dat de oorzaak van chlorotische planten meestal terug te brengen is tot een niet juiste samenstelling van de aarde. Daarnaast noemt hij ook voedselgebrek, een te geringe beschutting tegen de zon, enz. Over den toestand van de wortels wordt niets medegedeeld.

In Holland klagen de kweekers over slechte resultaten, die ze verkrijgen bij het kweken van *Primula obconica*, tengevolge van het veelvuldig ziek worden der planten. Het is onmogelijk uit de beschrijvingen op te maken of dit hetzelfde verschijnsel is als de chlorose van Narberhaus.

Behalve eenige berichten in de Verslagen en Mededeelingen van den Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen is over deze ziekte niets gepubliceerd. Deze verslagen noemen geel worden van de bladeren en bruin worden van de wortels de verschijnselen van de *Primula obconica*-ziekte. Nadat stilstand in den groei is opgetreden, rotten tenslotte de plantjes aan den hals geheel af. In de wortels werden de fungi *Thielavia basicola* en *Phoma spec.* gevonden: de eerste wordt als oorzaak van de ziekteverschijnselen beschouwd. Er zijn echter geen infectieproeven gedaan om het bewijs dezer veronderstelling te leveren.

In een brochure raadt de N.V. „DEFA” het gebruik van Uspulun als bestrijdingsmiddel aan.

Het onderzoek van deze ziekte nu vormt het onderwerp van mijn dissertatie. Daar over ziekten met chlorotische verschijnselen nogal wat verwarring heerscht en er mogelijk nog andere ziekten met dergelijke verschijnselen bestaan, zet ik een beschrijving van de door mij onderzochte ziekte voorop.

Zoodra de kiemplantjes van *Primula obconica* uit de warme kas in den kouden bak gezet worden, bestaat de kans, dat de plantjes ziek worden. Treedt de ziekte inderdaad op, dan blijkt dit voorloopig alleen uit bruin worden van de wortels, terwijl de spruit¹⁾ in het begin groen blijft; langzamerhand wordt zij echter ook lichter van kleur, geelgroen en eindelijk geel; de worteltjes kunnen onderwijl weggerot zijn.

Bij het overplanten worden de plantjes in een bak niet alle in

¹⁾ Met spruit wordt het bovengrondsche deel van de *Primula* bedoeld.

dezelfde mate ziek, sommige blijven gezond. Behalve in kleur verschillen ze ook in grootte. Men ziet dan meestal in een bak gezonde groene planten, zieke geelgroene, en reeds geel geworden exemplaren door elkaar staan.

Zeer zieke plantjes blijven klein, de groei staat geheel stil; toch gaan de plantjes in de meeste gevallen niet dood, maar blijven kwijnen. De spruit van een dergelijk plantje is dan ook geheel geel. Zij heeft maar weinig kleine blaadjes gevormd, waarvan de buitenste meestal binnenkort verdrogen. De volgende zijn geel, terwijl de binnenste, één of twee blaadjes, vaak nog lichtgroen gekleurd zijn (plaat I). Het jongste blaadje, dat nog heel klein is, heeft meestal een roodgroen gekleurd bladmoes en roode nerven. Uit een coupe van dit bladmoes blijkt, dat verscheidene parenchymcellen met een rood celvocht zijn opgevuld en dat de chlorophylkorrels in deze cellen zijn samengeklonterd.

Al naar den graad der ziekte zullen de plantjes in het geheel niet of nog in geringe mate groeien. In dit laatste geval heeft de spruit nog wat meer blaadjes gevormd en is zij ook wat groener; de buitenste blaadjes van de rozet evenwel zijn geel. Deze plantjes zijn in de meeste gevallen voor de cultuur waardeloos, al is het niet geheel uitgesloten, dat dergelijke exemplaren zich herstellen, weer groen worden en tamelijk flink verder groeien.

De ziekte treedt niet altijd dadelijk na het zetten van de plantjes in den bak op; zij kan zich ook openbaren, wanneer deze reeds wat ouder zijn. De bladen, die eerst groen waren, vertoonen dan dikwijls een duidelijke teekening (plaat I). Het bladmoes wordt lichter van kleur, meestal zelfs geel, terwijl een flinke strook om de hoofd- en zijnerven groen blijft. Het bladmoes kan ook geheel wit worden, in welk geval de groene strook om de nerven heel duidelijk uitkomt. De buitenste blaadjes van een dergelijke spruit verliezen gaandeweg hun teekening en verdrogen. De jonge blaadjes vertoonen nog geen teekening en zijn meestal lichtgroen. De pas gevormde blaadjes hebben vaak ook weer een roodgroen of roodbruin gekleurd bladmoes en roode nerven.

De hoofd- en zijnerven van de oudere bladen zijn dikwijls onderaan de bladschijf rood gekleurd. Het rood worden van de nerven is echter niet in alle gevallen een karakteristiek symptoom, daar sommige *Primula obconica*-variëteiten in volkomen gezonden toe-

stand bladen hebben, waarvan de nerven onderaan min of meer rood gekleurd zijn.

Over het algemeen liggen de bladen van niet gezonde planten veel platter op de aarde dan die van gezonde.

Met den ziekte-toestand van de plant, zooals die in de spruit tot uiting komt, gaat een afwijking in het wortelstelsel gepaard.

Van zeer zieke plantjes zijn de worteltjes bruin verrot. Zoodanige plantjes moeten met heel veel zorg uit de aarde genomen worden, wil men het afbreken van de worteltjes voorkomen.

Minder zieke plantjes hebben zoowel witte als bruine worteltjes. Afhankelijk van den graad der ziekte zijn er meer of minder worteltjes bruin en vertoonen de witte grootere of kleinere zwarte of bruine vlekken. Soms hebben witte worteltjes bruine zijworteltjes. Verscheidene hebben zwarte topjes; groeien deze worteltjes niet door, dan vormen ze soms een pruikje wortelstompjes, die niet verder uitgroeien en ook weer zwarte topjes hebben.

Wanneer worteltjes van een *Primula* verrotten, heeft de plant het vermogen boven aan den wortelhals weer nieuwe worteltjes te vormen, die evenwel dikker en stijver zijn dan de normale. Het hangt van verschillende omstandigheden af, of de *Primula* zich op deze worteltjes verder ontwikkelen zal, dan wel zal blijven kwijnen. In het laatste geval zullen de nieuw gevormde worteltjes weer gaan verrotten.

Volgens de ervaring van verscheidene kweekers komt de ziekte in hun bedrijf vrij dikwijls voor; maar zooals mij uit hun mededeelingen gebleken is, varieeren de graad van aantasting zoowel als de uitgebreidheid in nogal sterke mate.

Eenige opeenvolgende jaren leed een kweeker, die per jaar duizenden *Primula*'s kweekt, tengevolge van deze ziekte groote schade; verleden jaar (1931) trad bij denzelfden kweeker de ziekte in veel geringere mate op. Begin Mei van dat jaar hadden sommige van de pas in den bak geplaatste plantjes bruine worteltjes; na ongeveer twee weken hadden de plantjes nieuwe worteltjes gevormd, waarna de meesten tot normale planten uitgroeiden. Bij de latere uitzaaiingen in datzelfde jaar is de ziekte slechts in geringere mate voorgekomen.

Bij andere kweekers, bij wie het kweken van *Primula*'s niet op zoo groote schaal geschiedt, kwam ook in 1931 in tegenstelling



1

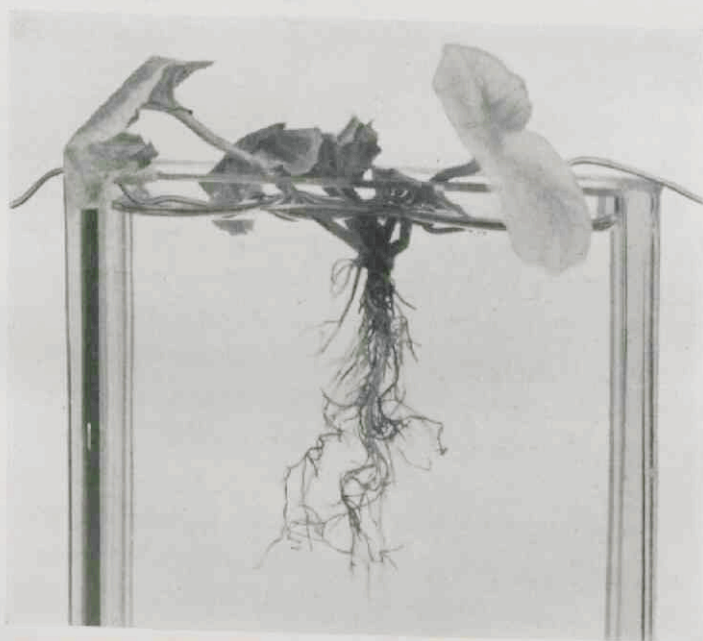
2

3

4

Plaat I

1 en 4. kleine en groote, zieke Primula, uit kweekrij,
2. Primula geïnfecteerd met *Thielaviopsis basicola*, 3. Primula ongeïnfecteerd (dezelfde reeks).



Plaat II

Wortelstelsel van Primula geïnfecteerd met *Thielaviopsis basicola*.

met andere jaren de ziekte eveneens in mindere mate voor. Een uitzondering hierop werd geconstateerd bij een kweker in het Gooi, bij wien ik in Augustus 1931 zeer zieke planten aantrof; deze hebben bij mijn infectieproeven als vergelijkingsmateriaal gediend.

Een vergelijking van de weersomstandigheden in 1931 met die van de voorafgaande jaren leverde geen zoodanige opvallende verschillen op, dat misschien daardoor het in geringere mate optreden van de ziekte in dat jaar verklaard kan worden.

Vele kwekers meenen, dat het optreden van de ziekte door de uitwendige omstandigheden sterk wordt beïnvloed.

Bij het bestudeeren van de ziekte der *Primula obconica* vond ik op de worteltjes van zieke exemplaren, zooals ook bij onderzoek van den Dienst gebleken was, steeds *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris. Dit was voor mij aanleiding om na te gaan of deze schimmel de oorzaak van de ziekte kon zijn. Bij de infectieproeven, die voor dit doel genomen werden, is ook onderzocht welken invloed uitwendige omstandigheden (temperatuur, vochtigheid en de zuurgraad van den bodem) op de infectie hebben. Tevens ging ik na welken invloed deze factoren op den groei van de schimmel in reincultuur uitoefenen.

Zooals reeds is medegedeeld is een juiste samenstelling van de *Primula*-aarde een belangrijke factor voor het verkrijgen van gezonde *Primula*'s. Daarom heb ik ook den invloed, welke de verschillende grondsoorten, ieder apart en in verschillende combinaties, op de infectie uitoefenen, bepaald. Toen de infectieproeven met *Thielaviopsis basicola*, geïsoleerd van *Primula obconica*, met positief gevolg waren verlopen, heb ik deze schimmel ook uit andere planten geïsoleerd en onderzocht of deze schimmel-stammen even virulent zijn voor *Primula*'s. In aanmerking kwamen isolaties van tabak en Poinsettia.

Thielaviopsis is ook bij verschillende andere cultuurplanten als oorzaak van wortelrot gevonden.

HOOFDSTUK II.

Oriënteerende infectieproeven.

Isolaties van de schimmel.

Worteltjes van zieke planten, afkomstig uit verscheidene kweekrijen, heb ik bekeken en uitgelegd; daarbij vond ik steeds *Thielaviopsis basicola* Ferraris, die gemakkelijk door de aanwezigheid van chlamydosporen herkenbaar was. Vooral op de zwarte vlekken zitten deze sporen in dichte toefjes bijeen. Het veelvuldig voorkomen van *Thielaviopsis* op zieke worteltjes geeft nog geen recht aan te nemen, dat deze schimmel de oorzaak van de ziekteverschijnselen is, daar het voorkomen van dezen fungus dikwijls secundair is. In dit verband zou ik willen wijzen op de aantasting van boonwortels door *Thielaviopsis*, zooals R o o d e n b u r g deze verkreeg, nadat hij de resistentie der wortels door een koolzuur-behandeling had verminderd. Zoo zou ook in dit geval, een physiologische invloed de worteltjes van Primula's kunnen verzwakken; *Thielaviopsis* zou daarna parasitair kunnen optreden.

Verder bleek uit het isoleeren, dat in de meeste gevallen ook *Pythium spec.* in zieke worteltjes voorkomt. De mogelijkheid, dat *Pythium* de primaire verwekker van de ziekte is en *Thielaviopsis* daarna secundair optreedt, was dus ook niet uitgesloten.

Om den invloed van *Thielaviopsis basicola* zoowel als die van *Pythium* na te gaan zijn o.m. met deze schimmels infectieproeven genomen, die hieronder besproken zullen worden.

De overige grondschimmels kwamen bij isolatie niet zoo veelvuldig voor, dat zij als verwekker der ziekte in aanmerking kunnen komen.

Een moeilijkheid bij het isoleeren van *Thielaviopsis* is, dat de

langzaam groeiende schimmel meestal door andere grondschimmels overgroeid wordt. Gilbert (1926) meende aan dit bezwaar te ontkomen door bruine stukjes door *Thielaviopsis* aangetaste wortel te leggen tusschen tabaksplantjes, die op vochtig filtreerpapier gekiemd waren. Na tien dagen verschrompelen volgens hem de plantjes en zijn de worteltjes vol met mycelium en chlamydosporen van de schimmel en hierdoor verkreeg hij haar aldus vrijwel in reincultuur.

Het verkrijgen van een reincultuur op deze wijze is mij evenwel niet gelukt, daar telkens ook de overige grondschimmels uit rotte worteltjes zich evengoed op de tabaksworteltjes ontwikkelden. Ik heb daarom deze methode niet verder gebruikt.

De *Thielaviopsis basicola*, die gebruikt werd voor het infecteeren van aarde, werd op rijst in Erlenmeyer-kolven gekweekt. Ruim vier weken na enting is de rijst volkomen doorgroeid; de rijstculturen werden door de aarde gemengd, waarna de aarde nog een week bleef staan ter verdere ontwikkeling van de schimmel. Tenzij het anders is vermeld, is de gebruikte *Thielaviopsis*-stam een isolatie van *Primula obconica*, uit Maarssen afkomstig.

Cultuur *Primula obconica*.

Voor zoover betreft de proeven met *Primula*'s is in de meeste gevallen gebruikt *Primula obconica gigantea*, Aalsmeer's Roem, helder roserood, terwijl ook proeven met *Primula malacoides* zijn genomen.

Het zaad werd eerst 7.5 minuut met Germisan, 0.25%, gedesinfecteerd, daarna een paar uur in water gespoeld en vervolgens gezaaid in fijn gezeefde, oude bladaarde vermengd met scherp zand. Zand alleen bleek niet zoo geschikt, daar hierin geringere kieming optrad. Deze bladaarde werd gesteriliseerd, wanneer ze moest dienen voor het kweken van plantjes, die later of voor infectieproeven met gesteriliseerde aarde of voor proeven met watercultuur gebruikt moesten worden.

Sterilisatie der bladaarde werd in de overige gevallen achterwege gelaten, omdat ze de toch al langzame kieming van het zaad nog vertraagt en de plantjes zich op niet gesteriliseerde aarde goed bleken te ontwikkelen.

De ongeveer twee maanden oude plantjes werden in kleine potjes

gezet en uit een warme, vochtige kas in kas I (zie beneden) gebracht, waar ze kwamen te staan in een groot, op pooten geplaatst tablet, dat geheel met turfmoel is opgevuld.

Als teelaarde gebruikte ik in de meeste gevallen twee verschillende mengsels: het ééne, aarde A, afkomstig van een kweker uit Maarsse en bestaande uit tuingrond (Vechtklei), vermengd met bladaarde, $\text{pH} \pm 7.2$, en het andere, aarde B, bestaande uit graszodenaarde (Eemklei) en bladaarde, $\text{pH} \pm 6.7$. Aarde B deed dienst als controle op de zieke aarde A.

De eventuele sterilisatie van de aarde had plaats in een autoclaaf bij een overdruk van 1 atmosfeer gedurende 2 uur.

In de meeste gevallen heb ik voor mijn proeven van kas I gebruik gemaakt, terwijl ik soms met het oog op verandering der uitwendige omstandigheden, bovendien in kas II en in den bak plantjes gekweekt heb.

In kas I, een warenhuis, schommelt de temperatuur in sterke mate: 's zomers tusschen gemiddelden van 15°C . en 35°C .— 40°C ., 's winters tusschen 12°C . en 20°C . In kas II, een kweekkas, kan, door betere beschutting tegen de zon, de temperatuur veel constanter gehouden worden; 's zomers stijgt de temperatuur tot hoogstens 35°C ., maar ze blijft hier veel langer hoog dan in kas I; de laagste temperatuur is 22°C . In deze kas is de gemiddelde temperatuur dus hooger dan die in kas I. In den winter schommelt ze tusschen gemidd. van 15°C . en 20°C . De bak wordt 's winters vorstvrij gehouden en 's zomers tegen de zon afgedekt. Uit den aard der zaak zijn ook hier de temperatuur-schommelingen groot.

Literatuur over het voorkomen van *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris als parasiet.

In dit en volgende literatuuroverzichten zijn voor éénzelfde schimmel twee namen gebruikt, n.l. *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris en *Thielavia basicola* (Berk. et Br.) Zopf. Deze dubbele benaming vindt zijn oorzaak in het feit, dat in een rein cultuur van de schimmel steeds chlamydosporen en conidiën optreden, terwijl men hierin geen peritheciën kan laten ontstaan. Naar aanleiding hiervan heeft Ferraris gemeend de chlamydosporen- en conidiënvorm te moeten scheiden van den peritheciënvorm; deze laatste noemt hij *Thielavia basicola*, terwijl hij aan den

anderen vorm den naam *Thielaviopsis basicola* geeft. In het volgende hoofdstuk kom ik hier nog uitvoerig op terug.

Bij het bespreken van de literatuur heb ik steeds die benaming behouden, die door den geciteerden onderzoeker aan de schimmel wordt gegeven.

In de Vereenigde Staten van Amerika en in Canada heeft deze schimmel reeds veel schade in de tabakscultuur aangericht. De veel gekweekte variëteit White Burley vooral is zeer gevoelig voor het zwart wortelrot.

Peglion doet reeds in 1897 mededeeling over het voorkomen van *Thielavia basicola* op worteltjes van zieke tabak in Italië, terwijl in Amerika pas in 1904 Selby en in 1906 Jenkins en Clinton het geregeld voorkomen van de schimmel op de aangetaste worteltjes van tabak publiceeren. Gilbert (1909) is de eerste, die experimenteel, door infectie, aantoon, dat *Thielavia basicola* werkelijk de oorzaak van het zwart wortelrot van tabak is, waarmede het parasitair karakter van deze schimmel was beezen. Vóór Gilbert was Aderhold (1905) door het geringe resultaat van zijn infectieproeven op lupine en boon tot de conclusie gekomen, dat *Thielavia* geen heftige parasiet is. Het schijnt mij toe, dat zijn methode van infectie minder doeltreffend, en daarom zijn conclusie wel wat voorbarig is geweest.

In zijn publicatie geeft Gilbert een uitvoerig overzicht van alle tot 1909 bekende mededeelingen omtrent *Thielavia*. Hij geeft o.a. een lijst van voedsterplanten, waarop *Thielavia* zoowel in Amerika als in Europa door de verschillende onderzoekers gevonden is. Deze lijst is door Johnson (1916) nog aanmerkelijk uitgebreid. Hij heeft getracht met aarde, waarin reeds zwart wortelrot van tabak was opgetreden, ongeveer 200 soorten te infecteeren; tot deze behooren vrijwel alle op de lijst reeds voorkomende soorten en bovendien ook vele nieuwe. Als resultaat kon hij een 66-tal soorten aan de lijst van voedsterplanten toevoegen. Hij merkt op, dat de *Leguminosen*, *Solanaceeën* en *Cucurbitaceeën*, op enkele uitzonderingen na, het gevoeligst voor *Thielavia* zijn. Bovendien komen in verscheidene andere families, waaronder ook de *Primulaceeën*, soorten voor, die als voedsterplanten kunnen optreden. Daarentegen bleken de *Rosaceeën* en *Gramineeën* over het algemeen immuun voor *Thielavia* te zijn.

Behalve in Amerika en in Italië is het optreden van zwart wortelrot bij tabak ook in New South Wales waargenomen. Mandelson (1927) veronderstelt, dat *Thielavia basicola* al lang in den grond aanwezig was, maar eerst door abnormale weersomstandigheden (temperatuur beneden normaal en hevige regens) aantasting heeft veroorzaakt.

Eristavie en Mordvintzeff (1931) constateeren het voorkomen van zwart wortelrot van tabak veroorzaakt door *Thielaviopsis* (sic) *basicola* in Abkhasia (Kaukasus).

Ook op rotte worteltjes van *Cyclamen* is *Thielavia basicola* bij herhaling aangetroffen, voor het eerst door Sorauer in 1895, die deze schimmel als oorzaak van het wortelrot beschouwt.

Vogolino (1929) vindt ook *Thielavia* op de rotte worteltjes van *Cyclamen persicum*, waarvan de bladen geel werden en de planten verwelkten.

Door middel van infectieproeven is echter nog nooit aangetoond, dat *Thielavia basicola* inderdaad de verwekker van deze ziekte der *Cyclamen* is.

Chittenden (1911) en Massee (1912) meenen, dat *Thielavia* de oorzaak is van een ziekte van *Lathyrus*, waarbij de wortels verrot zijn, terwijl bruine strepen op den stam voorkomen, soms zelfs bruine vlekken op de bladen. Chittenden infecteert *Lathyrus* met *Thielavia* en verkrijgt alleen dan een wortelrot, wanneer hij de plantjes eenige dagen overvloedig water geeft. Het is echter de vraag of beide beschreven ziektesymptomen eenzelfde oorzaak hebben. Taubenhau (1914) verkrijgt ook alleen een wortelrot, wanneer hij *Lathyrus*worteltjes, die in steriele aarde groeien, infecteert met *Thielavia*.

In *Panax*-aanplantingen heeft *Thielavia* ook reeds belangrijke schade aangericht, naar aanleiding waarvan Rosenbaum (1912) met deze planten infectieproeven verrichtte. Hij bracht op blootgelegde worteldeelen stukjes geïnfecteerde agar en verkreeg zodoende bij jonge kiemplantjes een goed gelukte infectie. Op de wortels van oude planten gelukte deze infectie alleen bij gelijktijdige beschadiging van de wortels, maar in het geheel niet, wanneer de wortels gaaf waren. Het negatieve resultaat is waarschijnlijk het gevolg van deze minder geschikte methode van infecteeren.

Reddick (1913) beschrijft de aantasting van violen door *Thielavia* en bevestigt door zijn proeven de reeds door Thaxter in 1891 gemaakte veronderstelling, dat *Thielavia* op violen parasitair voorkomt. Hij toont aan, dat in de kweekrijen de ziekte door het gebruik van niet absoluut-gezonde uitloopers zich telkens weer opnieuw verbreidt.

O'Gara (1915) bericht de herhaalde vernieling van de geheele aanplant van *Citrullus vulgaris*, en constateert de aanwezigheid van *Thielavia* op de wortels. Door infectie van de kiemplantjes van de watermeloen slaagt McKay (1922) erin, hierop een heftig wortelrot te doen ontstaan.

Bij het zoeken naar de oorzaak van vlasbrand is gebleken, dat *Thielavia* vaak, doch lang niet altijd, op zieke vlasworteltjes voorkomt. Volgens Johnson (1916) wordt vlas niet door *Thielavia* aangetast. Pethybridge, Lafferty en Rhynhart maken melding van plekken met zieke planten in een vlasveld in den warmen zomer van 1921. Van deze planten stierf een gedeelte af, terwijl van de overblijvende de groei geheel stil stond. Op de verrotte worteltjes was steeds *Thielavia* aanwezig. Zij herkregen na infectie van gesteriliseerde aarde met de geïsoleerde schimmel het ziektebeeld. Van der Meer (1928) infecteert eveneens vlas met *Thielavia*, met het resultaat, dat de geïnfecteerde planten alleen wat korter dan de contrôleplanten zijn, terwijl op de wortels bruine vlekjes voorkomen. Zij deelt niet alle uitwendige omstandigheden van haar proeven mede, o.a. ook niet den tijd van het jaar, waarin zij ze genomen heeft. Daarentegen vermeldt Diddens (1931), dat zij haar infectieproeven met *Thielavia* op vlas op watercultuur eind October en in potcultuur eind September aanzette en dat deze proeven een vrijwel negatief resultaat opleverden. Zij gebruikte voor de infectie dezelfde stammen als die waarmee ik o.a. ook gewerkt heb, n.l. een stam van *Primula* en den stam van Gilbert uit het „Centraal Bureau voor Schimmelcultures”; maar in Hoofdstuk IV zal blijken, dat zij voor een eventuele kans op infectie niet den juiste tijd gekozen heeft, daar de infectie door de lage temperatuur in dezen tijd van het jaar niet of slechts in geringe mate tot stand komt.

In 1925 isoleert Williams *Thielavia* van verwelkte tomatenplanten, en komt op grond van zijn infectieproeven tot de con-

clusie, dat de schimmel een zwakke parasiet voor de tomaat is. De graad van aantasting varieert met de groeisnelheid van de plant in dien zin, dat langzaam groeiende planten ernstig aange-tast kunnen worden, terwijl sneller groeiende planten de schimmel-aantasting kunnen weerstaan.

Schaffnit en Meyer-Hermann (1930) zijn op grond van het resultaat van hun infectieproeven op lupine en tabak van oordeel, dat *Thielavia* zonder twijfel als een facultatieve parasiet beschouwd moet worden. Wat betreft den overgang van de saprophytische levenswijze in den grond tot de parasitaire van facultatieve parasieten, zij konden bij hun proeven geen enkele maal een infectie van de wortel- en stengelbasis krijgen, wanneer zij alleen een sporensuspensie in den grond brachten. De infectie lukte altijd, wanneer een gedeelte van den voedingsbodem, waarop de schimmel groeit, mee in den grond gebracht werd.

Een infectie van den grond met een suspensie van conidiën schijnt echter wel te gelukken, wanneer de grond gesteriliseerd is, zooals blijkt uit de proeven van Johnson en Hartman, waarbij zij in op deze wijze geïnfecteerden grond een hevige aantasting van tabak door *Thielavia* verkregen.

Voordat volgens Schaffnit en Meyer een facultatieve parasiet tot infectie kan overgaan moet daaraan vooraf gaan een saprophytische ontwikkeling in aarde, waarvan de reactie geschikt is voor den groei van de schimmel. Zij zal eerst tot aantasting van de plant overgaan, wanneer zij een bepaald ontwikkelingsstadium heeft bereikt en in staat is plasma-doodende stofwisselingsgiften af te scheiden.

Zooals het bovenstaand overzicht leert moet men *Thielavia* voor sommige cultuurplanten als een typische parasiet beschouwen, terwijl zij op verschillende andere soorten weinig of geen invloed heeft.

Infectieproeven met *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris.

Proef 1: Midden Januari 1931 werden Primulaplantjes opgepot en in kas I gezet. Zij werden verdeeld, naar gelang van de gebruikte aarde, in drie reeksen van vijf, n.l. planten op gesteriliseerde aarde B, op gesteriliseerde en daarna geïnfecteerde aarde B, en op geïnfecteerde aarde B.

Bij het beëindigen der proef, midden Maart, hadden de con-

trôle-exemplaren zich ontwikkeld tot mooie, groene planten met vele jonge bladen en met lange, dunne, witte wortels.

Daarentegen waren de plantjes uit de tweede reeks klein gebleven; de blaadjes waren aanvankelijk lichter van kleur, geelgroen, en werden ten slotte geheel geel en slap met uitzondering van het jongste blaadje, dat bruingroen was. In gesteriliseerde aarde waren de worteltjes door *Thielaviopsis* hevig aangetast en dientengevolge bruin verrot. De worteltjes waren kort gebleven en waren gering in aantal; zij hadden bijna geen zijworteltjes gevormd. Op de bruin verrotte worteltjes waren nog duidelijk zwarte plekken te onderscheiden. Aan den wortelhals waren nieuwe worteltjes uitgelopen, die op hun beurt ook weer waren aangetast en geheel hetzelfde beeld vertoonden. De sterk aangetaste worteltjes hielden geen aarde meer vast, hadden dus geen kluit gevormd; zij waren bovendien zeer broos en moesten voorzichtig uit de aarde genomen worden. Deze plantjes waren veel zieker dan de exemplaren van kweekers afkomstig.

De plantjes, gegroeid op geïnfecteerde aarde, waren stevig, maar kleiner en iets lichter groen dan de contrôleplanten, terwijl ook de hoeveelheid worteltjes kleiner was. De infectie is hier aanmerkelijk geringer dan in de tweede reeks; sommige van de lange en dunne wortels waren over een grooten afstand bruin, terwijl de overige slechts kleine, zwarte vlekjes en eventueel zwarte topjes hadden of geheel gaaf waren. Dat hier de infectie niet heviger was, kan, zooals uit later genomen infectieproeven gebleken is, een gevolg zijn van de lage temperatuur, waarbij de proef verliep.

Uit deze reeks is na het beëindigen van de proef één der planten nog minstens een half jaar blijven staan. Hoewel ze toen flink gegroeid was, vertoonden toch enkele bladen een duidelijke teekening, zooals deze op blz. 3 beschreven is.

Uit de proef blijkt, dat *Thielaviopsis* in gesteriliseerde en daarna geïnfecteerde aarde, Primulaplantjes zeer sterk aantast.

Proef 2: Begin Mei werden nogmaals jonge plantjes, maar nu alleen met geïnfecteerde aarde B, opgepot; één serie werd in kas I gezet, terwijl de tweede in de warmere kas II gebracht werd.

Na 10 weken waren in beide reeksen de aantastingen veel hevi-

ger dan die in de vorige proef bij de plantjes op geïnfecteerde aarde, wat, zooals later blijken zal, zijn oorzaak vindt in de hoogere temperatuur van deze zomermaanden.

In kas I waren van de 10 plantjes 3 dood gegaan, 5 waren bijna dood; deze laatste hebben kleine, zeer lichtgele spruiten en geheel bruine worteltjes. De 2 overige plantjes waren wat beter, de spruit had jonge lichtgroene en oude gele blaadjes, de worteltjes waren evenwel ook bruin.

De plantjes uit kas II waren iets minder aangetast, en kwamen vrijwel overeen met deze twee laatstgenoemde uit kas I.

Thielaviopsis basicola is dus in staat jonge *Primula*'s ernstig aan te tasten.

Bovendien levert een vergelijking van de geïnfecteerde plantjes uit de laatste reeks, dit zijn die uit kas II, met het zieke materiaal, afkomstig uit Bussum, in het vorige hoofdstuk beschreven, een treffende gelijkenis op. Op plaat I is naast een zieke plant een geïnfecteerd exemplaar afgebeeld. Wat de spruit betreft is er alleen een verschil in grootte te constateeren, terwijl beide planten een weinig ontwikkeld en geheel bruin verrot wortelstelsel hebben, waarvan in beide gevallen de worteltjes vol mycelium en chlamydosporen van *Thielaviopsis* zitten: in de schorscellen der worteltjes komen in beide gevallen ook peritheciën voor.

Deze vergelijking maakt het waarschijnlijk, dat *Thielaviopsis basicola* de oorzaak van dit wortelrot is.

Wanneer het nu nog mogelijk is planten met duidelijk geteekende bladen, zooals deze in het vorige hoofdstuk beschreven zijn, door middel van een *Thielaviopsis*-infectie te reproduceeren, dan mag terecht de schimmel de oorzaak van het wortelrot genoemd worden.

Daar geteekende bladen meestal op grootere planten voorkomen, werden 14 September 1931 wat oudere plantjes dan die, welke in de vorige proeven gebruikt waren, op geïnfecteerde aarde overgepot. Ze werden in vorstvrije bakken gezet, omdat zieke planten met geteekende bladen, van den kweker afkomstig, deze teekening, wanneer zij in de kas gezet worden, vaak verliezen. Gedurende de wintermaanden bleven de planten in den bak staan.

Hoewel ze in groei en vorm bij de contrôleplanten achter bleven en ook hun wortelvorming minder sterk was, konden ze toch niet ziek genoemd worden.

Vrij plotseling, eind April, vertoonden de bladen een teekening. Deze teekening was meestal aan den top van het blad zeer duidelijk; het bladmoes was geel met een om de nerven nog groene strook. De buitenste bladen verdroogden, de jongste bleven groen. In vergelijking met de contrôleplanten kwamen maar weinig worteltjes aan den buitenkant van den pol te voorschijn; deze waren op sommige plaatsen flink aangetast. In het schoongespoelde wortelstelsel liepen de witte en bruine worteltjes door elkaar. De hoofdwortel had vele vlekken, sommige zijworteltjes waren heelemaal bruin, terwijl andere nog geheel wit waren of alleen zwarte vlekken hadden. Verscheidene worteltopjes waren eveneens zwart.

De contrôleplanten daarentegen hadden veel meer en veel langere worteltjes, die geheel gaaf waren.

Enkele van deze geïnfecteerde planten bleven in den bak staan en waren eenige maanden later, eind Augustus, nog gegroeid. Zij hadden verscheidene nieuwe bladen gevormd, waarvan de grootere ook weer duidelijk geteekend waren.

De verklaring van het vrij plotseling, eind April, optreden van een teekening der bladen kan waarschijnlijk gezocht worden in de uitwendige omstandigheden. Midden April had veel zonniger dagen dan de hieraan voorafgaande periode. De zon verhoogde in de bakken, die nu nog niet afgedekt waren, overdag de temperatuur aanmerkelijk, en deze verhooging van temperatuur zal den groei van *Thielaviopsis* ten goede zijn gekomen; de schimmel heeft zich nu goed kunnen ontwikkelen (blz. 25) en heeft door aantasting van de worteltjes der reeds wat grootere planten het voedseltransport vrij plotseling verstoord.

Wanneer een wortelrot van *Primula* door *Thielaviopsis basicola* veroorzaakt niet zoo hevig is, dat de groei van de plant tot stilstand komt, kan de aantasting zich uiten door een teekening op de bladen.

Uit mijn proeven heb ik evenwel den indruk gekregen, dat deze teekening op de bladen niet uitsluitend het gevolg is van een *Thielaviopsis*-aantasting, maar ook door andere omstandigheden, die

voor den groei van de plant minder gunstig zijn, veroorzaakt kan worden.

Infectieproeven met zieken grond en met zieke worteltjes.

Voor deze proeven ging ik uit van grond, waarin geruimen tijd zieke plantjes met duidelijk geteekende bladen, afkomstig uit Bussum, hadden gestaan. Deze grond werd vermengd met ongeveer vijf maal zooveel gesteriliseerde aarde.

De worteltjes van deze planten werden in kleine stukjes gesneden en ook in gesteriliseerde aarde gebracht.

Na ruim een week werden jonge *Primulaplantjes* in deze twee soorten aarde opgepot.

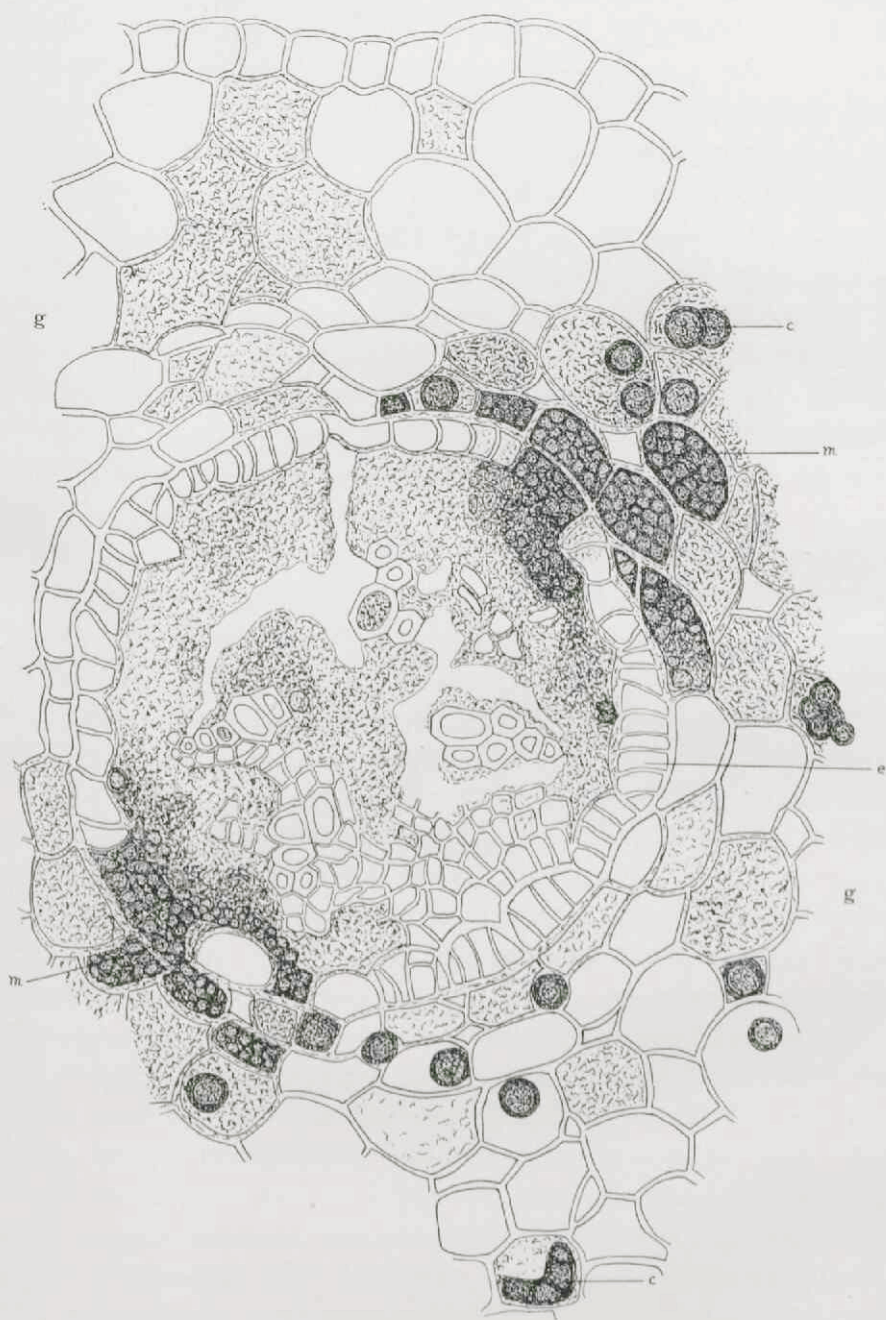
In beide series lukte de infectie uitstekend; de uitwerking op de plantjes was precies dezelfde. Van de hevig aangetaste plantjes waren verscheidene bijna dood, de overige hadden nog een paar gele tot lichtgroene blaadjes; het jongste was roodgroen. De worteltjes waren bruin verrot en vol mycelium en chlamydosporen van *Thielaviopsis*.

Het resultaat is geheel gelijk aan dat van een goed gelukte *Thielaviopsis*-infectie. De teekening op de bladen der Bussumsche planten moet dus wel door *Thielaviopsis* veroorzaakt zijn.

Uit de verschillende infectieproeven alsmede uit het microscopisch onderzoek meen ik te mogen besluiten, dat *Thielaviopsis basicola* de oorzaak is van het hier beschreven bruin wortelrot der *Primula obconica*.

Plaat II geeft, vooral wat de worteltjes betreft, een duidelijk beeld van een vrij ernstige *Thielaviopsis*-aantasting. De bruine en witte worteltjes zijn goed te onderscheiden, terwijl de zwarte vlekken tegen de witte worteltjes scherp afsteken, of naar boven en naar beneden in een bruine verkleuring overgaan. Op de bovenaan den wortelhals nieuw gevormde worteltjes zijn ook weer duidelijk zwarte vlekken zichtbaar.

Microscopisch is het voorkomen van *Thielaviopsis* op een worteltje meestal dadelijk vast te stellen door de aanwezigheid van chlamydosporen. Op de zwarte vlekjes zitten deze in dichte toefjes bijeen, soms wordt een enkele conidiophoor daartusschen aangetroffen. Het komt ook nogal eens voor, dat de chlamydospo-



Figuur 1

Dwarsdoorsnede door een wortel van *Primula*
aangetast door *Thielaviopsis*.

e. endodermis, c. chlamydosporen, m. cellen opgevuld met mycelium,
g. gomvorming. 360 X

ren een schorscel geheel vullen. Het mycelium is breed en donker gekleurd. „Sclerotial masses”, waarmee McCormick de hyphen, die een cel geheel opvullen, aanduidt, komen ook hier voor.

In enkele schorscellen van sterk verrotte worteltjes worden peritheciën van *Thielavia basicola* Zopf aangetroffen (fig. 2).

De worteltjes van de *Primula* hebben secundaire diktegroei; dientengevolge werpen de oudere worteltjes de schors af met uitzondering van de endodermis. Deze endodermis heeft dan in tangential richting verkurkte cellen. Wanneer de schors bij de oudere worteltjes nog aanwezig is, is de verkurking van de endodermis toch al duidelijk aan te toonen, terwijl bij jonge zijworteltjes de kurkvorming niet met zekerheid te constateeren valt. Als de schimmel door de endodermis dringt, beschadigt zij deze slechts voor een klein gedeelte.

Zoodra echter de schimmel in den centralen cylinder gedrongen is, kan zij daar veel schade aanrichten. Het phloem en het parenchymateus weefsel worden dan geheel vernield en gaan in een bruine massa over (fig. 1). Daarentegen worden de houtvaten weinig of niet aangetast, zoodat zij, ook in sterk verrotte worteltjes, meestal nog vrij gaaf aanwezig zijn. Dat hierdoor het watertransport waarschijnlijk nog steeds in eenige mate plaats kan vinden, zal de reden zijn, dat de plantjes zelfs bij een hevige infectie meestal niet dood gaan, maar blijven kwijnen.

Het schijnt, dat de infectie zich gemakkelijker in den centralen cylinder naar boven en beneden uitstrekt dan in de schors, daar deze laatste vaak nog betrekkelijk gaaf is, wanneer de centrale cylinder op dezelfde hoogte reeds geheel gedesorganiseerd is.

Voor tabak heeft Conant (1927) het anatomisch verschil der worteltjes van de ten opzichte van *Thielavia* resistente en niet resistente rassen onderzocht. Volgens hem geschiedt meer dan 50% van de infectie aan de basis der zijworteltjes. Bij de niet resistente rassen ontstaat een onbeschermd opening op de plaats waar het zijworteltje door de schors van den hoofdwortel breekt, daar de pericyclische deelingen zoowel in hoofdwortel als zijwortel veel later optreden dan die van het cambium. Bij de resistente variëteiten geschiedt deze ontwikkeling gelijktijdig, zoodat een gesloten geheel ontstaat.

De epidermis is veel resistenter dan het daaronder gelegen weef-

sel; alleen bij zeer resistente rassen of bij hooge temperatuur heeft de schors het vermogen een phellogeen te vormen, waardoor een kurkweefsel ontstaat, dat het verder doordringen van de schimmel belemmert. Het binnendringen van de schimmel door verkurkte en verhoude celwanden berust op een samenwerking van een heel net van hyphen, die waarschijnlijk gemeenschappelijk enzymen afscheiden, die den celwand doen zwellen, zoodat de hyphe in de cel kan dringen.

De worteltop en de aangrenzende, zich strekkende deelen zijn resistent voor *Thielavia*.

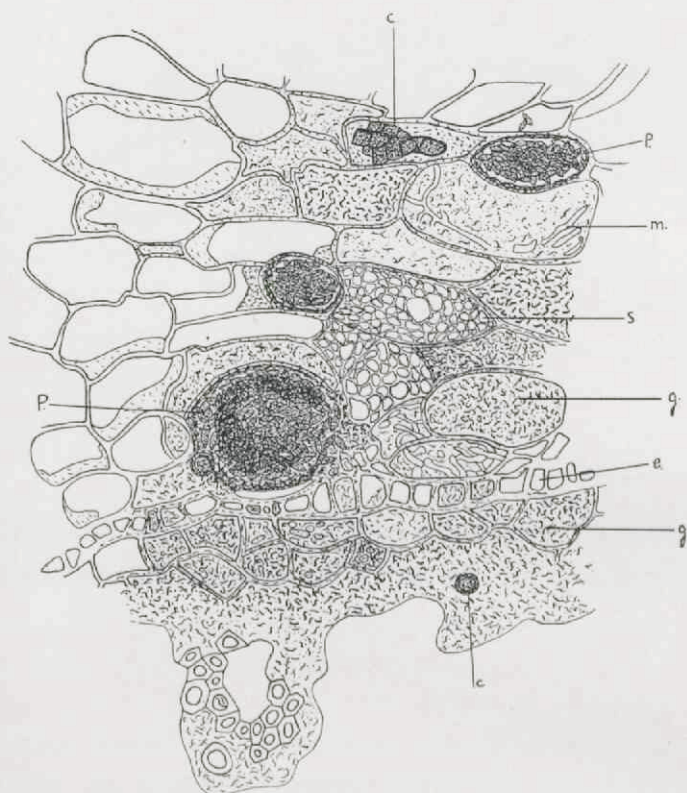
Infectieproeven met *Pythium species*.

Voor infectie-materiaal werden drie isolaties van zieke worteltjes, afkomstig uit Maarssen, en één isolatie van slecht groeiende plantjes uit Baarn genomen. De te gebruiken aarde werd met cultures op zure havermoutagar vermengd; na vier dagen werden de plantjes in deze aarde opgepot.

In geen van de gevallen trad een ernstige aantasting op. De plantjes groeiden even flink als de contrôleplanten en vormden evenveel wortels. Sommige worteltjes van de geïnfecteerde planten waren grijs; en in deze werden oögoniën aangetroffen.

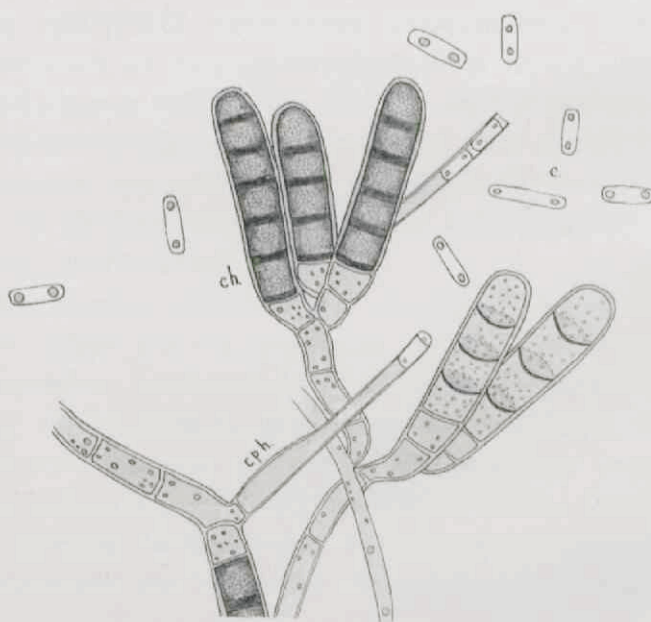
Gelijktijdig heb ik geprobeerd een infectie te krijgen door *Primulaplantjes* op watercultures te infecteeren. Ook het resultaat dezer infectie was negatief. De meeste worteltjes waren wit gebleven. Op de plaatsen, waar het infectie-materiaal is aangebracht, komen ook hier oögoniën voor.

De door mij verkregen *Pythium species*, (die waarschijnlijk aan *Pythium de Baryanum* verwant zijn) hebben maar zeer geringen invloed op *Primula's*.



Figuur 2

Dwarsdoorsnede door de schors van een aangetaste wortel.
 e. endodermis, P. peritheciën (Thielavia), c. chlamydosporen
 (Thielaviopsis), m. mycelium, s. cellen opgevuld met
 mycelium, g. gomvorming. 360 $\times$



Figuur 3

Thielaviopsis basicola (Berk. et Br.) Zopf.
 c. conidiën, ch. chlamydosporen, cph. conidiophoor.

580 $\times$

HOOFDSTUK III.

Thielaviopsis basicola (Berk. et Br.) Ferraris en Thielavia basicola (Berk. et Br.) Zopf.

Morphologie.

In reïncultuur vormt het mycelium van *Thielaviopsis basicola* alleen conidiën en chlamydosporen (fig. 3); het kweken van peritheciën in zoodanige cultuur is tot nog toe niet gelukt.

De hyphen zijn 3—7 μ breed; aan de breedere, donker gekleurde hyphen ontstaan de sporen.

De conidiën zijn cilindrisch, hyalin en hebben een dunnen wand, terwijl aan beide uiteinden een oliedruppel voorkomt. De lengte varieert van 8—30 μ , de breedte van 3—5 μ .

Terwijl de conidiophoor op zieke worteltjes zelden voorkomt, wordt hij in reïncultuur overvloedig aangetroffen. Op het vrij komen der conidiën uit den conidiophoor kom ik nog nader terug.

De chlamydosporen hebben een dikken, donker gekleurden wand en zijn met kleine oliedruppeltjes opgevuld. Het aantal cellen, dat per chlamydospore het veelvuldigst voorkomt, is voor iedere stam verschillend; in de hier beschreven stam van *Primula*, gekweekt op boonengar, is dit aantal 3—5.

Deze sporen worden, vermoedelijk tengevolge van den donkeren wand en den rijken inhoud, algemeen chlamydosporen genoemd. Zopf, zie beneden, beschreef hen het eerst als „Dauerconidiën”. De benaming chlamydospore is evenwel minder juist, daar deze sporen beschouwd kunnen worden als dikwandige conidiën, die men, ter onderscheiding van de hyaline conidiën, macroconidiën zou kunnen noemen. Waar in het vervolg in aansluiting aan de bestaande literatuur de benaming chlamydosporen nog gebruikt

wordt, worden daarmee feitelijk macroconidiën bedoeld.

Het is niet overbodig aan de hand van de literatuur deze verschillende sporenvormen de revue te laten passeeren.

De oudste publicatie over de schimmel is van Berkeley en Broome (1850), die alleen den chlamydosporen-vorm vonden onder op den stengel van erwten en op *Nemophila auriculata*, en hem onder den naam *Torula basicola* beschreven.

De eerste hierop volgende mededeeling was van Zopf, die op de wortels van *Senecio elegans* de schimmel vond met conidiën, „Dauerconidiën”, overeenkomende met de door Berkeley en Broome beschreven vorm, en met peritheciën in de schorscellen. Hij meende, dat de peritheciën, chlamydosporen en conidiën bij elkaar behoorden en deelde de schimmel op grond van de gesloten peritheciën bij de *Perisporiaceae* in onder den naam *Thielavia basicola*.

In hetzelfde jaar vond Sorokin alleen de chlamydosporen op rottende worteltjes van *Cochlearia armoracia* en noemde de schimmel *Helminthosporium fragile*. Saccardo heeft alle drie de schimmels afzonderlijk beschreven en veranderde den naam *Helminthosporium fragile* Sorok. in *Clasterosporium fragile* (Sorok.) Sacc.

Het uitblijven van peritheciën in reincultuur van de schimmel gaf Ferraris (1912) aanleiding tot het scheiden van het ascospore en het asexuele stadium. De peritheciën-vorm noemt hij *Thielavia basicola* (Berk. et Br.) Zopf en de chlamydosporen- en conidiën-vorm *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris.

Conidiën. In ongeveer alle publicaties over *Thielavia* worden de conidiën endoconidiën genoemd. De conidiën-vorming heeft bij deze schimmel op een niet dikwijls voorkomende manier plaats, die evenwel, volgens Brierley, waarschijnlijk bij zeer uiteenlopende families der fungi nu en dan wordt aangetroffen.

Zopf (1890) geeft de conidiën-vorming als volgt weer: door acropetaal optredende dwarswanden vormt de conidiophoor cellen, waarvan de laterale wand zich in twee lamellen differentieert; de buitenste lamel vormt een scheede en door deze schuiven de conidiën naar buiten, „pistolenförmige Conidiënbildung”. Hij vindt het nu overbodig in de desbetreffende publicatie den conidiophoor

pseudosporangium te noemen, zooals hij dit in een vorige mededeeling gedaan heeft.

Winter in Rabenhorst, Kryptogamenflora von Deutschland (1887), kent alleen de eerste mededeeling van Zopf en beschrijft de conidiën-moedercel als een pseudosporangium, waarin volgens hem de conidiën endogeen ontstaan.

Peglion (1897) meent, dat de conidiën-vorming van *Thielavia* gelijk is aan die van *Endoconidium*, en noemt de conidiën daarom endoconidiën.

Deze benaming handhaaft zich in de literatuur vrij algemeen.

Een uitzondering vinden we bij Clinton en Taubenhauß. Volgens hen is de conidiophoor een „endospore case". De endosporen worden in den top van de eindcel op basipetale wijze gevormd en door den groei van het protoplasma naar buiten geduwd. Ook Gilbert meent, dat de endoconidiën door het protoplasma in de eindcel gevormd, en door den groei van het plasma geleidelijk hieruit naar buiten geduwd worden. Hij spreekt echter niet van endosporen, maar minder juist van endoconidiën. Was zijn zienswijze juist, dan moest onder de laatst gevormde spore naakt protoplasma aanwezig zijn, hetgeen, zooals later blijken zal, niet het geval is.

Brierley (1915) heeft de vorming en het vrijworden van de conidiën nauwkeurig nagegaan. In een pas gevormden conidiophoor deelt de kern zich; de eene dochterkern blijft aan de basis; de andere gaat naar den top, waarna tusschen beide kernen in een transversale wand, van den rand uit, diaphragmatisch naar binnen groeit. Het vrijworden van het eerste conidium geschiedt door een tangentiaal scheuren van den celwand. Tegelijk gaat de wand aan den top kapot, en het eerste conidium schuift nu ongeveer voor een derde uit de opening. Het protoplasma van den conidiophoor is dus naar den kant van den top niet naakt; het is begrensd door een dunnen, hyalinen, transversalen wand, waarvan de dikte de helft van de normale celwanddikte is en daardoor van de scheede gescheiden. Door den groei van den conidiophoor in het omhulsel wordt het eerste conidium naar buiten geduwd. Onder de hand heeft de kern zich weer gedeeld; één van de dochterkernen gaat weer naar den top, er vormt zich weer een nieuwe transversale wand, die onmiddellijk onder de oorspronkelijke plaats van den

eerste ligt. Door een verder scheuren van den tangentialen wand komt het volgende conidium los van deze, en wordt door de vorming van de verdere conidiën uit de scheede geduwd. De dikte van den celwand van een conidium, zoowel als die van de scheede, is dus de helft van de normale celwanddikte.

De conidiën van *Thielavia* zijn derhalve geen endosporen, gevormd door deeling in een endoconidiale cel, maar zij worden acrogeen afgesnoerd door den conidiophoor. Het mechanisme, waardoor de conidiën vrijkomen, is juist het karakteristieke van deze schimmel. De termen endoconidiën en endoconidiophoor zijn dus niet juist.

G ä u m a n n (1926) merkt op, dat de conidiën-vorming van *Thielavia* gelijk is aan die der *Erysiphaceeën*; bij beide vormen n.l. worden de conidiën acrogeen afgesnoerd. Die der *Erysiphaceeën* hebben echter de normale celwanddikte, daar het eigenaardige mechanisme, waardoor de conidiën vrijkomen, hier niet aanwezig is.

In aansluiting met deze onderzoekers heb ik deze sporen van *Thielavia* ook steeds conidiën genoemd.

Peritheciën. In geheel verrotte worteltjes komen naast mycelium en chlamydosporen vaak peritheciën voor (fig. 2).

P e g l i o n (1900) verkreeg peritheciën in een reeds drie jaar oude cultuur van chlamydosporen en conidiën op aardappel, door deze vochtig te maken met gesteriliseerd water, aangezuurd met 0.6% wijnsteenzuur, en ze daarna gedurende een week op een temperatuur van 25° C te houden.

Dit is het eenigste geval, in de literatuur vermeld, dat peritheciën in een cultuur van chlamydosporen en conidiën ontstaan. M c C o r m i c k (1925) geeft een overzicht van de publicaties, op het wortelrot betrekking hebbende, waarin het al of niet aanwezig zijn van peritheciën wordt vermeld. In de meeste gevallen werden de peritheciën wel aangetroffen.

J o h n s o n (1916) schrijft naar aanleiding van het voorkomen van peritheciën op een groot aantal verschillende voedsterplanten: „The common occurrence of the perithecial stage in close association with the chlamydospores on a number of different hosts is „taken as good indirect corroboratory evidence of Zopf's connection of this form with *Thielavia basicola*.” M c C o r m i c k daar-

entegen is op grond van haar proeven van oordeel, dat de peritheciën-vormende schimmel een andere is dan die, welke conidiën en chlamydosporen vormt. Bij het isoleeren van worteltjes van violtjes, waarop veel chlamydosporen en peritheciën voorkwamen, verkreeg zij in cultuur naast chlamydosporen ook peritheciën. Het is haar gelukt een ascospore uit één van deze peritheciën te doen ontkiemen in een druppel water met een spoor pepsine in een van Tieghem-cel. Het mycelium is wit en groeit (op boonenagar) slechts langzaam, terwijl weinig peritheciën en in het geheel geen chlamydosporen en conidiën gevormd worden. Samenbrengen van beide vormen stimuleert de peritheciën-vorming. Een dergelijke stimulatie kan ook door enkele andere schimmels zelve, evenals door een extract ervan, teweeg gebracht worden, en evenzoo door een takadiastase-oplossing. McCormick komt tot de conclusie, dat de peritheciën-vorm *Thielavia* moet blijven heeten en dat deze niet de ascospore-vorm is van de chlamydosporen en conidiën, die zij nu in overeenstemming met Ferraris, *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris noemt. De twee vormen worden evenwel altijd samen op dezelfde voedsterplanten aangetroffen; volgens haar staat het nog niet vast of *Thielavia basicola* nu zelf parasitair op deze voedsterplanten voorkomt, dan wel als parasiet op *Thielaviopsis basicola*.

Haar infectieproeven met *Thielavia basicola*, den peritheciën-vorm, op tabak leverden geen bepaald resultaat op.

In worteltjes, die tengevolge van infectie met *Thielaviopsis*, sterk verrot waren, vond ik, telkens wanneer ik daarnaar zocht, peritheciën, zoowel in die van plantjes gekweekt op zieke aarde A als op de contrôle-aarde B.

Microscopisch zijn de peritheciën gemakkelijk in de schors van de worteltjes te vinden.

Met het doel nader in te gaan op het steeds samen voorkomen van *Thielavia* en *Thielaviopsis* heb ik op verscheidene manieren getracht een cultuur met peritheciën te verkrijgen, evenwel steeds zonder resultaat. Ik ging daarbij uit van ascosporen, vrijgekomen door het stuk drukken van peritheciën in het schorsweefsel en probeerde hen op verschillende wijzen te doen kiemen.

Ascosporen werden gebracht:

1. In navolging van McCormick in druppels water of bouil-

lon, in een druppelschaal aanwezig, en wel één, eenige of vele: aan de druppels was steeds een spoor pepsine toegevoegd.

2. In druppels van aftreksel van gesteriliseerde aarde, van oplossingen van NaCl 0.9%, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0.0005 mol., KMnO_4 0.00005 mol. resp. allen met en zonder pepsine.

3. Op onderscheidene, gefiltreerde voedingsbodems, met en zonder pepsine; verscheidene schalen zijn doorvoren en daarna bij verschillende temperaturen gezet.

In geen dezer gevallen trad kieming op.

Verder heb ik geprobeerd om peritheciën in cultuur te krijgen door een chlamydosporen- en conidiën-cultuur in Petrischalen zonder deksel bloot te stellen aan het zonlicht, en wel midden Augustus op den namiddag gedurende ongeveer een uur. Ook op deze wijze werd niet de gewenschte uitkomst verkregen. Na deze behandeling was het aantal cellen van de nieuwgevormde chlamydosporen niet meer 3—5, maar gewoonlijk 5—7 geworden.

Physiologie.

Invloed van de temperatuur op den groei van de schimmel.

Wanneer ik in het literatuuroverzicht over *Thielavia* spreek, versta ik hieronder de chlamydosporen- en conidiën-vorm, omdat deze door de betreffende schrijvers zoo genoemd worden.

Gilbert (1909) is de eerste geweest, die den invloed van de temperatuur op den groei van *Thielavia* heeft nagegaan. De Amerikaansche stam, van tabak, dien hij bewerkte, groeide niet beneden 8°C , tusschen 8° en 11°C groeide hij heel langzaam, bij kamertemperatuur trad een flinke groei op; terwijl bij 30°C optimale groei plaats had, lag de bovenste temperatuurgrens tusschen 34° en 37°C .

Johnson en Hartman (1919) en Jones (1924) pasten blijkbaar bij hun proeven over den temperatuurinvloed geleidelijker variaties toe dan Gilbert had gedaan. Hun uitkomsten bevestigen evenwel zijn resultaat.

Williams (1926) bepaalt met een door hem geïsoleerden stam van tomaat den groei van de schimmel bij verschillende temperaturen met een interval van 5°C . Het minimum ligt beneden 5°C , het maximum ligt ongeveer bij 37°C , en het optimum bij 25°C . Bij 35°C worden hoofdzakelijk chlamydosporen gevormd.

27-1-'31 entte ik *Thielaviopsis* op neutrale moutagar in Petri-schalen: deze werden bij verschillende temperaturen gezet. Voor de schalen, bij kamertemperatuur geplaatst, was het gemiddelde 18° C. Voor de hogere temperaturen stonden de schalen in thermostaten.

Dagelijks werd nu de straal van het schimmeloppervlak gemeten. De uitkomsten zijn in tabel I weergegeven, terwijl de grafiek (fig. 4) betrekking heeft op den groei van de schimmel in 10 dagen.

TABEL I.

Straal van het schimmeloppervlak in mm.

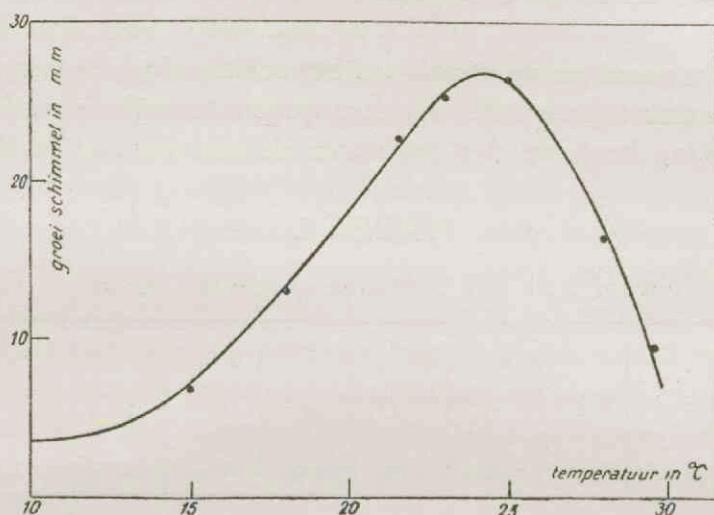
Temp. Aantal dagen									
	3	4	6	7	8	9	10	11	13
10° C					2.—	2.5	3.—	3.4	4.3
15			2.5	3.5	4.3	5.7	7.—	8.5	10.8
18	1.6	2.7	5.7	7.7	9.7	11.3	13.3	14.5	17.2
21.5	3.5	6.3	11.9	14.6	17.8	20.3	22.6	25.9	31.4
23	5.5	8.—	14.5	16.8	19.7	23.—	25.3	27.8	34.3
25	5.6	8.4	14.9	17.3	20.3	23.3	26.3	29.—	35.6
28	4.5	5.9	8.6	10.5	12.9	14.6	16.4	17.9	19.1
30	3.5	3.8	4.5	6.1	7.5	8.5	9.4	10.8	11.4

Het blijkt, dat deze stam van *Primula* goed groeit tusschen 21° en 27° C, het optimum ligt bij 24°—25° C. Boven 30° C is de cultuur niet meer normaal, het mycelium heeft dan ten deele een fijn korrelige structuur en een sterke neiging tot opzwellen. De meeste conidiën zijn dan niet meer langwerpig, maar rond en worden eivormig als zij gaan kiemen. Bij 33° C vormt de schimmel op het stukje agar, dat als entmateriaal gebruikt wordt, kleine witte propjes conidiën: zij is bij deze temperatuur nog wel in leven, maar groeit niet verder uit.

De kleur van de schimmel is bij alle temperaturen dezelfde, n.l. blauwgrijs.

De optimale temperatuur voor beide Europeesche stammen is

derhalve lager (24° — 25° C) dan die der Amerikaansche (28° — 30° C). De stam, waarmee Williams werkte, had een hooger maximum dan de mijne, en waar hij bij dit maximum hoofdzakelijk



Figuur 4.

Groei van de schimmel bij verschillende temperaturen, in 10 dagen.

chlamydosporen vond, trof ik in het overeenstemmende geval, in tegenstelling met hem, juist hoofdzakelijk conidiën aan.

Invloed van den zuurgraad op den groei van de schimmel.

Gilbert (1909) is van oordeel, dat de aanwezigheid van verschillende zuren en zouten, tot een bepaalde concentratie, gunstig op den groei van *Thielavia* werkt. Johnson en Hartman (1919) gingen den groei van de schimmel na op bodems, die zij verkregen door een aftreksel van verschillend gekalkte gronden met agar te vermengen. Aan de zure zijde trad een betere kieming en groei op dan aan de alkalische.

Ook Anderson, Osmun en Doran (1926) bepaalden het verband tusschen den zuurgraad en den groei van de schimmel. Zij kweekten *Thielavia* op een synthetischen voedingsbodem van Czapek met een pH reeks, waarvan de uitersten pH 1.5 en 12.9 waren. De optimale groei vond plaats bij pH 6.05 tot 12.9; beneden pH 5.35 neemt de groei snel af, terwijl de schimmel zich niet verder aan de oppervlakte ontwikkelt. Bij pH 3.05 vindt geen

groei meer plaats. Hadden zij aan het eind van elke serie de pH opnieuw bepaald, dan zou het, naar ik vermoed, gebleken zijn, dat de hogere pH's gedurende de proef sterk gedaald waren. Zij hebben dus den groei van de schimmel bij lagere pH's bepaald dan zij vermelden.

Labrousse en Sarejanni (1930) verrichtten physiologische onderzoekingen met eenige parasitaire schimmels, waaronder ook *Thielavia basicola*. Zij gebruikten een standaardbodem, een variatie op die van Petri, met saccharose en een pH 4.9, waaraan indicatoren zijn toegevoegd en wel zoodanig, dat zij pH 1.2—9.6 konden bepalen.

Door de verandering der kleur van den voedingsbodem konden zij bepalen of de hierop groeiende schimmel den bodem zuurder of meer alkalisch maakt. Zoo vonden zij, dat *Thielavia* den voedingsbodem met methylooranje (pH 4.9) oranje (pH 4.2—4.4) kleurt, en deelden haar daarom in bij de schimmels die den bodem zuurder maken. Ook bepaalden zij met behulp van een kleurmethode het oxydeerend en reduceerend vermogen van eenige parasitaire schimmels. Hierbij bleek, dat *Thielavia basicola* de eenige van de onderzochte schimmels is, die in staat is het guajacol te oxydeeren en eveneens de eenige, die geen der kleurstoffen, waarmee zij werkten, reduceert.

Schaffnit en Meyer-Hermann (1930) bepaalden den groei van *Thielavia* op aarde, uitgaande van natuurlijk zure aarde, die zij door toevoeging van bepaalde hoeveelheden kalk op verschillende pH's (4.10—7.32) brachten. De groei bij pH 4.10 is het slechtst, terwijl bij dalende H-ionenconcentratie de groei-intensiteit toeneemt. De optimale groei ligt bij pH 7.0. Zij hebben den invloed van den zuurgraad op vele grondschemmels nagegaan en besluiten: „dasz die saprophytische Entwicklung der untersuchten „Pilze im Bodem in den weitesten Grenzen in Abhängigkeit von „der Wasserstoffionenkonzentration schwankt und dasz sie eine „recht verschiedene Anpassung an diese aufweisen.“ Naar de reactie van den grond, waarbij de schimmel kan voorkomen, wordt deze door hen ingedeeld in één van de vier groepen, n.l. litrophile (alkalische grondreactie), mesantypiphile (neutrale), oxyphile (zure), en astatische (reactiegrenzen zeer groot). Zij plaatsen *Thielavia* in de mesantypiphile groep.

Voor het verrichten van eenige voedingsproeven met *Thielaviopsis* was het oorspronkelijk mijn bedoeling de schimmel op een synthetische voedingsoplossing te kweken. Daar de schimmel op de geprobeerde oplossingen niet of slecht groeide, heb ik ten slotte voor het bepalen van den invloed van den zuurgraad op den groei gebruik gemaakt van vloeibare mout, verkregen door moutextract met een saccharimeterwaarde 20 tot op een vierde te verdunnen. Hierop groeit de schimmel heel goed.

De gewenschte pH's verkreeg ik door toevoeging van de verschillende kaliumphosphaten in varieerende verhoudingen. Een voorloopige proef had bewezen, dat de schimmel goed groeit, indien de oplossing zoodanig is gebufferd, dat het PO_4 -gehalte 0.4% bedraagt. Behalve bij de beide hoogere waarden veranderden de pH's der oplossingen tijdens den schimmeligroei niet dusdanig, dat het noodzakelijk was, hen gedurende de proef bij te stellen.

De pH's der gekleurde vloeistof werden colorimetrisch met een comparator bepaald.

Iedere reeks van een bepaalde pH bestond uit 10 Erlenmeyerkolfjes van 100 cc., waarin 25 cc. vloeistof gepipeteerd was.

Het entmateriaal bestond uit gelijke, ronde, even oude stukjes, genomen aan den rand van een cultuur op boonenagar. De coni-

TABEL II.

Invloed van den zuurgraad op den groei van de schimmel.

pH begin v. d. proef.	pH einde v. d. proef.	Drooggewicht in mGr. na 14 dagen.
3.2	3.3 — 3.4	14.3
4.1	3.9 — 4.1	72.0
5.2	5.2 — 5.4	107.1
6.0	6.0 — 6.4	115.3
7.0	6.8 — 7.1	128.0
7.9	7.1 — 7.4	118.5
8.9	7.7 — 8.0	117.7

diën kwamen in de vloeistof dadelijk vrij, terwijl het op de agar aanwezige mycelium niet verder uitgroeide.

Het drooggewicht van de schimmels werd 14 dagen na enting bepaald, en is in tabel II weergegeven.

- Bij pH 3.0 heeft geen groei plaats, alleen de geënte stukjes mycelium zijn wit door de hierop nog gevormde conidiën. In een voorproef was in een reeks de begin pH = 3.4 opgelopen tot ruim 3.6. Daarbij was weinig ondergedoken, wit mycelium gevormd, terwijl aan de oppervlakte nog minder mycelium aanwezig was. Deze hyphen waren in kleine cellen gesegmenteerd en voorzien van kleine oliedruppels. Het ondergedoken mycelium was sterk gevacuoliseerd. Er waren geen chlamydosporen en geen conidiën gevormd.
- Bij pH 4.0 heeft zich nog geen aaneengesloten vlies op de vloeistof gevormd. Het ondergedoken mycelium is hyalin en duidelijk gevacuoliseerd en vormt sporadisch hyaline chlamydosporen. Het mycelium aan de oppervlakte is ook hyalin en bestaat weer uit vele kleine cellen met kleine oliedruppels. Chlamydosporen zitten meestal aan het einde van een hyphe en hebben hoogstens drie sporen, waarvan de bovenste meestal hyalin is of zij zitten in duidelijk zichtbare, groene plukjes op het vlies en zijn dan donker en meersporig. Conidiën nog betrekkelijk weinig.
- Bij pH 5.0 heeft zich een aaneengesloten grijsgroen vlies gevormd. De hyphen aan de oppervlakte zijn reeds zwak gepigmenteerd. Veel conidiën en veel veelsporige chlamydosporen.
- Bij pH 6.0 heeft zich ook een aaneengesloten grijsgroen vlies gevormd. Het ondergedoken mycelium vormt hyaline chlamydosporen met vele kleine oliedruppels. Het oppervlakmycelium is iets sterker gepigmenteerd en heeft grotere oliedruppels. Veel veelsporige chlamydosporen en veel conidiën.
- Bij pH 7.0 treedt de kieming het vlugst op. Er heeft zich een stevig, donker vlies gevormd, waarvan de hyphen donker gekleurd zijn.
- Bij pH 8.0 daalt de pH zeer snel, zoodat de ontwikkeling vrijwel gelijk is aan die bij pH 7.0.
- Bij pH 9.0 daalt de pH eveneens zeer snel. Er is een dun aaneengesloten vlies ontstaan. De conidiën kiemen hier niet zoo snel, wat evenwel niet wegneemt, dat ten slotte het drooggewicht ongeveer gelijk is aan dat bij pH 8.0. Het oppervlakmycelium heeft heel donkere hyphen en vormt veel veelsporige chlamydosporen en zeer weinig conidiën.

Wij zien dus dat bij pH 6.0 en hooger de schimmel flink groeit. Daar bij een begin pH = 8.9 de zuurgraad snel verandert kan deze serie niet als een reeks met een constante pH beschouwd worden.

Evenwel reageert de gebruikelijke *Primula*-teelaarde niet zoo alkalisch, dat van pH 9.0 sprake kan zijn, zoodat de groei van *Thielaviopsis* in een reeks met constante pH 9.0 hier niet verder behoeft te worden nagegaan.

Pigmentatie begint bij pH 5.0 op te treden, bij pH 7.0 zijn de hyphen flink gepigmenteerd; het ondergedoken mycelium blijft overal hyalin.

De chlamydosporen zijn bij pH 5.0 en hooger talrijk en veel-sporig. Het grootste aantal conidiën komt voor bij pH 5.0 tot 6.0.

Uit deze proef blijkt, dat *Thielaviopsis* op vloeibare mout bij pH 3.2 nagenoeg niet groeit; de groei neemt vrij snel toe met verhooging van de pH tot pH 6.0 en blijft dan bij nog hogere waarden vrijwel constant. Bij hoge pH's (van $\pm$ 8.0 af) gaat aan de ontwikkeling van de schimmel een daling van de pH der oplossing gepaard.

Dit resultaat komt ongeveer overeen met dat van Anderson, Osmun en Doran; evenwel met dit verschil, dat op vloeibare mout met een pH lager dan 5.3 de schimmel aan het oppervlak nog blijft groeien, wat bij hun proeven niet het geval was. Ook Schaffnit en Meyer-Hermann verkregen een optimale schimmelgroei bij pH 7; dit was tegelijk de hoogste pH der aarde, waarop zij den schimmelgroei bepaalden.

HOOFDSTUK IV.

Invloed van verschillende uitwendige omstandigheden op de infectie.

Invloed van de temperatuur.

Uit de oriënteerende infectieproeven bleek reeds, dat de mate van infectie o.a. van de temperatuur afhankelijk is.

Deze afhankelijkheid is ook heel duidelijk te constateeren bij het zwarte wortelrot der in Amerika gekweekte tabak. In Wisconsin komt het herhaaldelijk voor, dat een hevige en uitgebreide aantasting van tabaksplanten zich binnen twee of drie weken herstelt; het uitgebreide onderzoek van Johnson en Hartman (1919), waarbij zij den invloed van verschillende uitwendige omstandigheden op het zwart wortelrot hebben nagegaan, heeft geleerd, dat dit herstel in hoofdzaak te danken is aan een verhooging van de temperatuur. Zij vonden, dat bij tabak een hevige *Thielavia*-aantasting tusschen vrij enge temperatuurgrenzen n.l. 17° en 23° C mogelijk is. De geringe infectie bij lagere temperaturen is voor de praktijk van weinig of geen belang, daar de tabak dan een geringen groei heeft. Van 26° C af vermindert de aantasting, om bij 30° C geheel te verdwijnen. Heftig geïnfecteerde planten met geheel verrotte wortels, staande in geïnfecteerden grond, herstellen zich en vormen nieuwe wortels wanneer de grondtemperatuur blijvend op 30° C gebracht wordt. De temperatuur, waarbij de hevigste *Thielavia*-infectie plaats heeft (17°—23° C), is echter niet dezelfde als de optimum temperatuur van den schimmeligroei (30° C).

Registratie van de grondtemperatuur in tabaksvelden gedurende eenige op elkaar volgende jaren, liet ook weer uitkomen, dat het

optreden der ziekte voornamelijk door de temperatuur van den grond bepaald wordt.

Over het feit, dat de hevigste aantasting en de sterkste schimmelgroei niet bij gelijke temperatuur optreden, merken Fischer en G ä u m a n n (1929) nog het volgende op: „dasz auch hier der „Bodentemperatur ihren direkten Einfluss auf die Empfindlichkeit „und Widerstandsfähigkeit der Wirtsplanzen und nicht in erster „Linie auf die Aggressivität der Parasiten ausübt“, en „die Temperatur wirkt also antagonistisch: die gleiche Temperatur, die das „Wachstum der Parasiten fördert, stärkt die Widerstandskraft „des Wirtes und hindert dadurch die Entwicklung der Krankheit“. Volgens Conant (1927) is de oorzaak van dit weerstandsvermogen een kurkvorming in de wortelschors, die bij gevoelige variëteiten eerst bij hogere temperaturen optreedt. Op blz. 18 is reeds vermeld, dat hij deze kurkvorming bij lage temperaturen alleen bij resistente rassen aantrof. Bij gevoelige variëteiten treden eerst bij 25° C kurkreacties op, die bij 30° C krachtig zijn. Uit het onderzoek van Conant mag de conclusie getrokken worden, dat de verhoogde kurkvorming, optredende bij stijging van de temperatuur, voor de aantasting een beperkende factor is.

Bij tomaten verkrijgt Williams beneden 9° C een geringe infectie, boven 9° C wordt de infectie niet uitsluitend door de temperatuur beheerscht. De mate van aantasting is meer of minder afhankelijk van de groeisnelheid der plant. De optimum-temperatuur voor den schimmelgroei (25° C) valt niet samen met die der aantasting (19° C).

Proef. In Mei 1931 werden Primulaplantjes opgepot in aarde A en geïnfecteerde aarde A en in aarde B en geïnfecteerde aarde B. Van iedere reeks werden vijf plantjes in kas I en vijf in kas II gebracht.

Bij vergelijking van de temperaturen gedurende deze twee maanden vallen dadelijk de veel grootere dagelijksche schommelingen in kas I op. De laagste nachttemperaturen liggen tusschen 8° en 15° C in, terwijl op heldere dagen de hoogste dagtemperaturen tusschen 35° en 40° C varieeren. Deze temperaturen hebben betrekking op de lucht in de kas. Hoewel het temperatuursverloop van de aarde niet gelijk zal zijn aan dat der lucht, zullen toch

de temperatuursveranderingen der aarde in sterke mate daarvan afhankelijk zijn. In kas II is de gemiddelde laagste temperatuur 21° — 22° C. Daar deze kas beter tegen de zon geschut kan worden, is 's middags de temperatuur niet zoo hoog als in kas I, maar het maximum duurt hier veel langer voort.

Na 10 weken was het resultaat der infectie:

Aarde A kas I. De spruit is goed gegroeid en is groen. De worteltjes zijn om den pol gegroeid, wit met enkele bruine plekken, veroorzaakt door *Thielaviopsis* (in aarde A is *Thielaviopsis* in den grond aanwezig).

kas II. De spruit is nog iets grooter, de bladen zijn minder soepel. De worteltjes hebben den pol geheel omgroeid en hebben ook bruine plekken.

Geïnf. aarde A kas I. Van de 5 plantjes zijn 3 bijna dood, de 2 overige zijn iets beter. De worteltjes van alle 5 plantjes zijn bijna geheel bruin en zijn na het oppotten niet verder gegroeid.

kas II. De spruit is iets beter, de blaadjes zijn lichtgroen, de nerven ten deele rood. De worteltjes zijn wel iets gegroeid, maar zijn toch bruin.

Aarde B kas I. De spruit is iets kleiner dan die op aarde A. De dunnere worteltjes zijn blank en gaaf.

kas II. De plantjes zijn ongeveer gelijk aan die op aarde A. De worteltjes zijn blank en gaaf (aarde B is zonder *Thielaviopsis*).

Geïnf. aarde B kas I. 3 plantjes zijn dood, 2 bijna. De worteltjes zijn geheel verrot.

kas II. Alle plantjes zijn wat beter dan in kas I, maar wat slechter dan die op geïnfecteerde aarde A in deze kas.

De aantasting in kas I is nog wat heftiger geweest dan in kas II. De oorzaak hiervan zal waarschijnlijk gelegen zijn in de iets lagere gemiddelde temperatuur in kas I, daar die het dichtst bij het optimum van den schimmeligroei ligt.

October 1931 werden nogmaals Primulaplantjes met geïnfecteerde aarde opgepot en in kas I geplaatst. De temperatuur in deze kas schommelde tusschen gemiddelden van 9° en 21° C. De hoogste temperatuur kwam telkens maar gedurende korten tijd voor, het grootste gedeelte van den dag heerschte een temperatuur, die voor een goeden groei van *Thielaviopsis* niet gunstig is. Eind October werd de verwarming in de kas aangemaakt, waardoor de temperatuurschommelingen veel geringer werden en een gemiddelde

verkregen werd van ongeveer 16° C. Noch in het eerste gedeelte, noch in het tweede gedeelte der proef trad dan ook een *Thielaviopsis*-aantasting op. Gelijktijdig en onder dezelfde omstandigheden waren ook bruine boonen geïnfecteerd, ook deze infectie mislukte. Hoewel, zooals later blijken zal, de invloed van den stam van *Primula* Maarssen op de boon niet groot is, was deze hier toch wel zoo gering, dat van infectie nauwelijks sprake kon zijn.

Het uitblijven van infectie in deze gevallen kan daardoor verklaard worden, dat de temperatuur voor een goede *Thielaviopsis*-ontwikkeling te laag was.

In de Verslagen en Mededeelingen van den Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen wordt als een eigenaardigheid van *Thielavia basicola* vermeld, dat bij een temperatuur hooger dan 20° C haar virulentie sterk afneemt; zieke *Primula*-planten, gezet in een kas, waarvan de temperatuur van 20° tot 30° C opgevoerd werd, vormden na een paar weken weer nieuwe groene bladen en groeiden na anderhalve maand nog steeds door. Naar aanleiding van deze mededeeling meen ik te mogen opmerken, dat een afname van de virulentie van *Thielavia basicola* ten opzichte van *Primula*'s te beginnen bij 20° C niet waarschijnlijk is, daar ik herhaaldelijk een sterke infectie heb gekregen bij temperatuurschommelingen, waarvan het gemiddelde 23°—25° C bedroeg. Eerst bij nog hogere temperaturen treedt een afname op. Met dit laatste is in overeenstemming het bovengenoemde herstel der planten, wanneer deze bij een temperatuur van 30° C werden geplaatst. Bij deze temperatuur houdt de groei van de schimmel in reincultuur eveneens vrijwel op.

Voor het kweekersbedrijf zal deze manier van bestrijding om oeconomische redenen geen praktische beteekenis krijgen; temeer niet, omdat de ervaring leert, dat het kweken van *Primula*'s in den kouden bak veel flinkere en groenere planten levert dan de cultuur in kassen.

De reeds op blz. 11 vermelde infectieproeven op vlas, genomen door Pethybridge, Lafferty, Rhynehart, door van der Meer en door Diddens hebben waarschijnlijk daarom verschillende uitkomsten opgeleverd, omdat zij genomen zullen zijn

bij temperaturen, die eenerzijds wel, anderzijds niet geschikt waren voor een effectieve *Thielavia*-infectie.

De groote invloed van de temperatuur op de heftigheid van het wortelrot zal ook nog uit de beneden vermelde proef blijken.

Invloed van de vochtigheid der aarde.

Uit de ervaringen omtrent het optreden van het zwarte wortelrot meende men tot 1919 te mogen afleiden, dat de hevigheid der aantasting in de eerste plaats afhankelijk is van den graad der vochtigheid van de aarde.

Sorauer (1895) schrijft reeds, dat het wortelrot van *Cyclamen*, veroorzaakt door *Thielavia basicola*, zou ontstaan of verergeren, wanneer de omstandigheden voor een aantasting van de schimmel gunstig zijn, bijv. een overvloedig water geven in een warme omgeving.

Clinton en Jenkins (1906) waren van oordeel, dat een koud, vochtig voorjaar, alsmede slechte ventilatie de ziekte verergeren. Ook Gilbert deelt mede, dat een zeer vochtige aarde tot een ernstige aantasting leidt. De infectie met *Thielavia basicola* gelukte Chittenden alleen, wanneer hij de proefplanten gedurende eenige dagen overvloedig water gaf; de overige uitwendige omstandigheden vermeldt hij echter niet. Om den invloed van de vochtigheid der aarde te onderzoeken gaan Johnson en Hartman uit van aarde, afkomstig van een geïnfecteerd veld, die zij resp. voor $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ of geheel met water verzadigen. Als resultaat van de proeven geven zij aan, dat de graad van aantasting niet beïnvloed wordt, zoolang de verzadiging der aarde met water $\frac{3}{4}$ niet te boven gaat. Zeer vochtige en geheel met water verzadigde aarde zal het optreden der ziekte bevorderen. Slecht gedraineerde aarde, die gedurende eenige dagen door hevige regens geheel verzadigd blijft, zal heviger infectie veroorzaken dan goed gedraineerde.

Proef. Eind Augustus 1931 worden Primulaplantjes met aarde A en B en met geïnfecteerde aarde A en B opgepot. Van iedere serie worden vijf plantjes bij drie verschillende temperaturen gezet, n.l. in den bak, in kas I, en in kas II: alle onder glazen stolpen. De aarde wordt steeds met water verzadigd gehouden, terwijl een bakje met water voor de verzadiging van de lucht onder de stolp

zorgt. Bovendien staan overal als contrôle ook plantjes zonder stulp.

Gedurende de proef schommelt de temperatuur in kas II de eerste weken gemiddeld tusschen 20° en 30° C, de laatste twee weken is ze iets lager. Voortdurend heerscht er een gunstige temperatuur voor den groei van *Thielaviopsis*. In kas I is de temperatuur veel lager en schommelt gemiddeld tusschen 22° en 11° C, wat voor den groei van de schimmel veel ongunstiger is. De temperatuurschommelingen zijn in den bak nog veel grooter dan in kas I.

Tabel III geeft den groei van de plantjes en den graad van de infectie weer; een afzonderlijke vermelding van de resultaten op aarde A en aarde B verkregen heeft niet plaats, omdat deze resultaten vrijwel aan elkaar gelijk waren.

Voor een onderlinge vergelijking der spruiten uit de verschillende reeksen is steeds de gemiddelde doorsnede en de hoogte gemeten; voor deze laatste is de afstand van de plaats van aanhechting van de bladschijf van de jongste, volgroeide bladsteel tot onder aan de rozet genomen. Deze beide maten werden genomen, omdat lang niet alle planten zich regelmatig ontwikkelen, terwijl de bladen van niet goed groeiende planten een neiging vertoonen om plat op de aarde te gaan liggen.

De groote verschillen in heftigheid der infectie in den kouden bak en in kas I eenerzijds en in kas II anderzijds moeten hoofdzakelijk op rekening van de temperatuur gesteld worden; terwijl deze in kas II zeer gunstig voor de infectie was, was ze in kas I en in den bak veel te laag voor een hevige infectie.

Gaan we vervolgens den invloed van groote vochtigheid op de infectie na, dan blijkt, dat in den bak, waarin de mooiste contrôleplanten (planten zonder stolpen) stonden, de aantasting van de planten onder de stolpen maar iets sterker was dan die van de contrôleplanten. In kas I liet de groote mate van vochtigheid zich reeds bij de niet geïnfecteerde planten onder de stolpen gelden; deze hadden n.l. zeer sterk uitgroeide bladstelen, terwijl de bladen niet grooter waren dan die van de contrôleplanten, hetgeen de plant een zeer spichtig uiterlijk gaf. Het verschil met de geïnfecteerde planten onder de stolpen was ook hier niet groot. Ook deze waren zeer spichtig. De infectie bij de contrôleplanten was gering; onder

den invloed van de groote vochtigheid is ze bij de geïnfecteerde planten onder de stolpen nu matig geworden.

TABEL III.

Invloed van de vochtigheid op den groei en de infectie.

Niet-geïnfecteerd.

	Hoogte.	Door- snede.	Spruit.	Worteltjes.	Infectie.
Bak	4.0	15.6	egaal geelgroen, stevig.	wit, om pol.	
contr. ¹⁾	6.25	20.9	mooiste pl. Bl. groen en groot, vele jonge bl.	wit, om pol.	
Kas I	7.5	18.0	zeer spichtig, geelgroen.	dun, wit, om pol.	
contr.	5.5	16.3	mooie pl., lichtgroen.	veel, dun, wit om pol.	
Kas II	3.1	13.6	sterk gedrongen, heel veel kleine, donkergroene bl.	heel dun, om pol. Aarde B iets aangetast.	

Geïnfecteerd.

Bak	4.9	15.4	groen, sommige bl. iets geteekend.	vuilwit—bruin.	middelmatig.
contr.	5.7	19.1	groen, goed gevormd.	vuilwit, om pol, vlekken.	matig.
Kas I	6.6	16.9	matgroen, minder spichtig.	vuilwit—bruin.	matig.
contr.	—	—	lichtgroen.	minder dan niet geïnfecteerde contr.	gering.
Kas II	2.75	13.0	sterk gedrongen, bl. stijf. donkergroen.	geheel bruin verrot.	zeer sterk.

In tegenstelling met de spichtige planten in kas I zijn de vochtig staande planten in kas II juist erg gedrongen. De bladstelen zijn kort, de donkergroene bladen zijn klein en stijf. Terwijl de infectie zeer sterk is, is er tusschen de geïnfecteerde en niet-geïnfecteerde planten onder de stolpen maar weinig verschil wat de spruiten betreft. De geïnfecteerde plantjes zijn ondanks de sterk verrotte worteltjes toch nog heel groen en zijn zelfs nog gegroeid.

¹⁾ Onder contrôleplanten wordt hier verstaan, de plantjes gekweekt zonder stolpen.

Zoodra echter deze overmatige vochtigheid opgeheven wordt, gaan de plantjes slap hangen. Het feit, dat de houtvaten weinig of niet door *Thielaviopsis* aangetast worden (blz. 17), zal er waarschijnlijk toe hebben bijgedragen, dat de spruiten zich in dit vochtige milieu nog dusdanig ontwikkeld hebben.

Wanneer de temperatuur voor een *Thielaviopsis*-infectie op *Primula*'s ongunstig is, zal de infectie door een zeer vochtige omgeving slechts in geringe mate toenemen.

Invloed van het stevig aandrukken der aarde.

Het was Johnson en Hartman (1919) reeds opgevallen, dat de dichtheid der aarde invloed op den graad van infectie bij tabak uitoefent. *Thielaviopsis* veroorzaakte in losse, goed omgewerkte aarde een veel geringere schade dan in niet of slecht omgewerkte, compacte aarde; dit komt geheel overeen met de ervaring in de cultuur.

In compacten grond is de ventilatie onvoldoende, zoodat het daarin gevormde koolzuur zich zal ophoopen en zijn invloed daar zal kunnen doen gelden. De inwerking van het koolzuur, zoowel op wortels als op *Thielaviopsis*, heeft Roodenburg bestudeerd. Door een koolzuurstroom door den grond te laten gaan, vermindert hij de resistentie van de wortels der daarin geplaatste Stambonen, waarna *Thielavia* parasitair optrad. Het geeft geen verschil in uitkomst, wanneer hij inplaats van zuiver koolzuur een mengsel van dit gas met lucht langs de wortels voert. Hij merkt verder op: „De *Thielavia* ontwikkelt zich speciaal op de oude wortelgedeelten, „waarvan de groei reeds is opgehouden. De in rust verkeerende „wortels, die van koolzuurbeschadiging het minst te lijden hebben, „zijn dus juist voor *Thielavia*-infectie extra vatbaar.” Eveneens gaat hij den invloed van koolzuur op den groei van de schimmel na, door een reincultuur van *Thielavia* op kersagar gedurende drie weken aan de inwerking van een koolzuurstroom bloot te stellen. Tijdens deze behandeling blijft de schimmel zich langzaam uitbreiden. „Bij opening van de kolf verraadt zich door den geur „een sterke alcoholvorming, hetgeen op een anaëroben groei wijst. „De schimmel heeft een dikke laag gevormd, wit aan de oppervlakte en inwendig donkerbruin, met talloze chlamydosporen en „schuifconidiën. De sporenvorming is onder deze omstandigheden

„bijzonder sterk en men zou zich dus kunnen voorstellen, dat de „*Thielavia*-aanval op de wortels na zoo'n koolzuurbehandeling „extra krachtig moet zijn.”

Proef. 28-5-1931 worden *Primula*-plantjes opgepot met geïnfecteerde en met niet-geïnfecteerde aarde A en B. De aarde wordt extra stevig in de potjes aangedrukt, de plantjes worden alle in kas I gezet.

Na 7 weken is het resultaat:

Aarde A. De plantjes zijn aangetast, de spruit is geelgroen. De worteltjes, die de plantjes bij het verpotten reeds hadden, zijn donkerbruin verrot.

Aarde B. Flinke groene plantjes. De pol is met zeer veel dunne witte worteltjes omgroeid.

Geïnf. aarde A. 3 plantjes zijn geheel, de overige bijna dood. De worteltjes zijn bruinzwart verrot.

Geïnf. aarde B. 3 plantjes zijn heel ziek, de andere wat minder. De worteltjes zijn bruin verrot.

Opvallend was de invloed van het stijver aandrukken voor de zieke aarde A. *Thielaviopsis* doet in deze stijf aangedrukte aarde het wortelstelsel geheel verrotten, terwijl ze in normale lossere aarde A, zooals uit vorige proeven is gebleken, alleen maar bruine of zwarte vlekken veroorzaakt. Het aandrukken van aarde B, waarin geen *Thielaviopsis* voorkomt, heeft op de worteltjes der daarin geplaatste plantjes geen invloed.

Het op aarde A bereikte resultaat komt overeen met dat der onderzoekingen van Roodenburg en kan op de door hem gegeven wijze verklaard worden.

Opnieuw bewijst deze proef, dat de schimmel aanwezig is in de van den kweeker afkomstige aarde.

Met het oog op de praktijk der *Primula*-cultuur vat ik de resultaten, verkregen bij het nagaan van den invloed der uitwendige omstandigheden, hier nog in het kort samen.

Temperatuur. De graad van aantasting door *Thielaviopsis basicola* op *Primula*-worteltjes is afhankelijk van de temperatuur. De infectie is hevig bij luchttemperaturen, waarvan de gemiddelden varieren van 20°—26° C. Bij hogere en lagere temperaturen neemt de hevigheid der aantasting af. Het kweken van *Primula*'s bij deze hoge temperaturen heeft evenwel het bezwaar, dat de

planten niet zoo stevig worden, terwijl de uitvoering voor de praktijk ook te duur zou zijn. In een warme periode zal men er zoo veel mogelijk voor moeten zorgen, dat de temperatuur beneden 20° C blijft.

Bij het aanbrengen van een broeilaag onder de Primula-aarde in den bak zal men er rekening mee moeten houden, dat deze de temperatuur van de aarde niet dusdanig verhoogt, dat een aantasting daarvan het gevolg kan worden.

Vochtigheid. Bij temperaturen, waarbij geen heftige infectie optreedt, zal een zeer vochtige omgeving de aantasting maar weinig bevorderen. Bij voor de aantasting gunstige temperatuur kan deze een sterke infectie in de hand werken. Ook om deze reden is flink luchten der bakken raadzaam.

Stevig aandrukken van de aarde. Dit bevordert de intensiteit van het bruine wortelrot. Wanneer er kans bestaat, dat voor het oppotten der Primulaplantjes *Thielaviopsis*-zieken grond gebruikt wordt, dient men ervoor te zorgen, dat de aarde zoo weinig mogelijk wordt aangedrukt. Wanneer de plantjes zonder potjes in den bak gezet worden, dan moet daarin de grond goed los gewerkt zijn en los gehouden worden.

HOOFDSTUK V.

Invloed van den zuurgraad op de infectie.

In Amerika maakte men oorspronkelijk voor de tabakscultuur gebruik van de bestaande, betrekkelijk zure gronden, waaraan men later voor vermeerdering van de opbrengst kalk toevoegde. Deze toevoeging geschiedde in die mate, dat de meeste velden in den loop der jaren een neutrale of alkalische reactie kregen. Nu hebben evenwel onderzoekingen van recenten datum geleerd, dat grond, waaraan in ruime mate kalk gegeven is, de ontwikkeling van zwart wortelrot begunstigt.

Uit waarnemingen, die hij met eenige proeven bevestigde, maakte Briggs (1908) reeds op, dat het zwarte wortelrot van tabak in veel ernstiger mate optrad, wanneer de grond door kalkbemesting alkalisch was geworden. Hij raadt daarom het gebruik van kalk af en stelt hiervoor in de plaats het gebruik van stoffen, die de alkalische reactie neutraliseeren.

Op zijn publicatie volgen vele mededeelingen, waarvan sommige met Briggs het gebruik van kalk afraden, terwijl andere daarin geen bezwaar zien. Dit is voor Johnson en Hartman (1919) aanleiding geweest om naast de andere invloeden ook dien van de bodemreactie op het zwarte wortelrot te bestudeeren. Zij besluiten uit hun potproeven, waarvoor zij natuurlijk-zuren grond met verschillende hoeveelheden kalk mengen en daarna infecteeren met gedroogde zieke worteltjes, dat in grond met een hoogen zuurgraad praktisch geen beschadiging optreedt, terwijl in minder zuren grond reeds een hevige aantasting kan plaats vinden. Ook in zeer zuren grond verkrijgen zij echter met een gevoelige variëteit een

hevige aantasting, indien zij gesteriliseerden grond sterker infecteeren, door in plaats van zieke worteltjes een suspensie van conidiën te nemen. Het resultaat van de infectie is in hooge mate afhankelijk van de gevoeligheid der variëteit, van de hoeveelheid infectiemateriaal en van de grondtemperatuur. Voorts vergelijken zij met veldproeven den invloed van kalk en van zure kunstmeststoffen en komen tot het besluit, dat onder de omstandigheden, zooals deze zich in Wisconsin voordoen, het geven van zure kunstmeststoffen aan alkalische of neutrale gronden de aantasting niet vermindert. „Although alkaline soils are more favorable to disease, than very acid ones, the use of lime on infested soils may not necessarily reduce the yield due to increased infection from *Thielavia basicola*.“

Ofschoon kalk weinig gebruikt wordt voor het kweken van violen heeft Reddick (1913) toch den invloed van kalk en van zure phosphaten op den graad van aantasting, veroorzaakt door *Thielavia*, op viooltjes nagegaan. Zure phosphaten hebben een nadeeligen invloed op den groei der planten; evenals kalk verergeren zij het wortelrot.

Anderson, Vincent Osmun en Doran (1926) hebben gedurende eenige achtereenvolgende jaren door middel van veldproeven den invloed van kalk op den groei van de tabak en op het zwart wortelrot onderzocht. Het onmiddellijk gevolg van het geven van kalk aan zuren grond is een verhooging van de opbrengst, zoowel wanneer de grond niet alsook wanneer hij sterk geïnfecteerd is. De toevoeging van kalk bevordert evenwel het optreden van het zwart wortelrot; maar de aantasting komt pas na twee of drie jaar tot volledige ontwikkeling. Dit komt doordat *Thielavia* slechts langzaam groeit en er voor de aantasting een voldoende hoeveelheid schimmel aanwezig moet zijn. In gronden met een pH lager dan 5.6 treedt weinig of geen zwart wortelrot op; daarentegen veroorzaakt het ernstige schade in alle gronden met een pH hooger dan 5.9. De kritische afstand tusschen pH 5.6 en 5.9 is een zône, waarin de mate van aantasting afhankelijk is van de temperatuur, de dichtheid van den grond en den graad van infectie. Groei-bepalingen van de schimmel bij verschillenden zuurgraad hebben de resultaten van de veldproeven bevestigd. Morgan, Anderson en Dorsey (1929) publiceeren onder

meer de grondreacties van vele tabaksvelden met den stand van de daarop voorkomende tabak. Al hun waarnemingen leeren dat ernstig zwart wortelrot hoofdzakelijk optreedt op velden waarvan de pH hooger dan 6.4 is. Velden met een pH 4.8 tot 5.6 leveren de beste oogst. De meeste velden in de Connecticut Valley hebben een pH tusschen 5.0 en 5.4 en zijn dientengevolge beschermd tegen het zwarte wortelrot. Beneden pH 4.8 wordt de grond te zuur voor een goede tabaksoogst.

Tisdale (1928) deelt mede, dat in Florida de laatste jaren geen kalk meer wordt gebruikt ter bestrijding van het zwarte wortelrot.

Doran (1929) heeft onderzocht of de laagste pH der aarde, waarbij het zwarte wortelrot optreedt, afhankelijk is van de temperatuur van den grond. Hij kweekt daartoe tabak bij verschillende grondtemperaturen, terwijl hij bij ieder van deze temperaturen planten in aarde met verschillende pH's zet. Bij pH 5.6 of lager treedt bij geen enkele temperatuur zwart wortelrot op; pH 5.7 kan een merkbare schade veroorzaken, wanneer de grondtemperatuur 15° C is; pH 5.8 bij 21° tot 24° C; pH 5.8—5.9 bij 27° C. Geen beschadiging treedt op bij 30° C, zelfs niet in aarde met pH 6.0—6.9. Om grond met verschillende pH's te krijgen neemt hij monsters van een veld, waaraan drie jaar geleden kalk toegevoegd is, en van grond, die daarmede niet is behandeld. Daarna vermeerderd hij het aantal pH's nog met gebluschte kalk en zwavelzuur. Hierbij mag worden opgemerkt, dat gronden die een verschillende behandeling met kalk hebben ondergaan volgens Anderson c. s. verschillende hoeveelheden infectiemateriaal zullen bevatten; hij gaat dus niet uit van even sterk geïnfecteerde gronden, maar van gronden, waarvan mag worden aangenomen, dat de hoeveelheid infectiemateriaal niet gelijk is. Dezelfde auteur publiceert in 1931 het resultaat van zijn veldproeven, die tot doel hadden het opsporen van een methode om de pH van gronden, die met *Thielavia* geïnfecteerd zijn, snel te doen verminderen. Hij beschouwt zwavel als het meest geschikte middel om de pH van gekalkte velden te verlagen. De graad van aantasting van het wortelrot wordt door het geven van zwavel reeds hetzelfde jaar verminderd; evenwel is de opbrengst van de tabak het daaropvolgende jaar grooter dan in het jaar dat de zwavel gegeven werd. Het

brengen van zwavel op niet-gekalkte velden verhoogt de opbrengst van de tabak weinig of in het geheel niet.

Schaffnit en Meyer-Hermann (1930) gaan uit van natuurlijk-zuren grond, waaraan verschillende hoeveelheden kalk zijn toegevoegd. Deze gronden met verschillende pH's werden alle op dezelfde manier geïnfecteerd. Voor proefplanten gebruikten zij lupine en tabak. In beide gevallen werden de planten bij alle verschillende grondreacties even sterk aangetast en konden zij geen invloed van de grondreactie op den graad van aantasting vaststellen.

De oorzaak van het verschillend resultaat der proeven van Schaffnit en Meyer-Hermann en die van Doran kan wel daarin gelegen zijn, dat bij de veldproeven van laatstgenoemde, die zich over eenige jaren uitstrekken, een infectiemateriaal werkzaam is zooals dit naar omstandigheden in de aarde voorkomt, terwijl de eersten gebruik maken van gronden met verschillende pH's, waarin zij gelijke hoeveelheden infectiemateriaal brengen. Hoewel het niet uitdrukkelijk vermeld wordt, is het wel waarschijnlijk, dat zij hun proeven hebben genomen onder omstandigheden, die gunstig zijn voor de ontwikkeling van de schimmel.

Watercultures.

Bij het nagaan welken invloed de zuurgraad op de infectie van *Thielaviopsis* op de *Primula*'s heeft, heb ik van watercultures gebruik gemaakt.

Voor deze cultures nam ik glazen potten (± 350 cc. inhoud), die vooraf achtereenvolgens zwart en wit geverfd waren. Voor voedingsoplossing gebruikte ik de oplossing van v. d. Crone. Hierop groeiden de plantjes wel goed; werd evenwel de oplossing iets zuurder gemaakt, dan was de groei minder goed en ontwikkelden de worteltjes zich veel slechter. Een toevoeging van borium aan de voedingsoplossing had een zeer gunstigen invloed op de wortelvorming en dientengevolge op den groei van de spruit.

De onderstaande tabel geeft de metingen weer, verricht op twee reeksen ieder van vijf plantjes, gekweekt op een aangezuurde oplossing van v. d. Crone, waarbij aan de eene reeks H_3BO_3 0.0005 Gr. per Liter werd toegevoegd, terwijl de andere reeks geen extra boorzuur kreeg.

De planten der tweede reeks hadden veel mooiere spruiten en

ook veel beter ontwikkelde worteltjes, die geheel wit waren. De toevoeging van boorzuur maakt het dus mogelijk om flinke gezonde planten te kweken op watercultures met een pH lager dan die der normale v. d. Crone oplossing.

TABEL IV.

Invloed van boorzuur op den groei van Primula.

	pH.	Aantal Bladen.	Gemidd. door- sneede.	Hoogte.	Lengte der wortels.
Zonder H_3BO_3	6.4	9.2	11.5	3.3	9.9
Met "	6.4	15.6	19.4	4.9	10.9

In bovenstaande zoowel als in de hierna te bespreken proeven werd de pH der voedingsoplossing der verschillende reeksen colorimetrisch bepaald en door een dagelijksche bijstelling met HCl 0.1 n. of KOH 0.1 n. zoo goed mogelijk constant gehouden.

De plantjes werden 10 tot 14 dagen, nadat zij op de oplossing gezet waren, geïnfecteerd door stukjes agar, waarop de schimmel gegroeid was, tusschen de worteltjes en wel boven in het wortelstelsel te brengen.

12-4-'32 werden jonge Primulaplantjes in reeksen van 5 gezet op een oplossing van v. d. Crone nadat de pH der vloeistof resp. op 8.0, 7.2, 6.4, 5.6, 4.8 gebracht was; aan alle oplossingen was H_3BO_3 0.0005 Gr. per Liter toegevoegd.

Voor elk dezer pH's werd eveneens een contrôlereeks aangezet ter vergelijking van den invloed van den zuurgraad op den groei van de Primula.

De contrôleplanten, gekweekt in de oplossing met pH 8.0, 7.2, 6.4 zijn heel goed gegroeid. Op de oplossing met pH 6.4 hebben zich de mooiste exemplaren ontwikkeld; forsche, goed gevulde planten met stevige, groote, groene bladen. Ofschoon er een flinke bos fijne, witte worteltjes gevormd was, was deze toch dunner en korter dan die bij de beide hoogere pH's. De meeste worteltjes waren gevormd bij pH 8.0, daarentegen waren de groene spruiten bij deze pH kleiner.

De planten, gegroeid op de oplossing met pH 5.6, hebben zich eerst wel ontwikkeld, maar hebben later den nadeeligen invloed ondervonden van eenige zeer warme dagen, waartegen zij blijkbaar niet bestand waren. De spruit werd geel, terwijl de worteltjes zich nauwelijks verder ontwikkelden. Voor het geel worden waren de bladen stugger en stijver en donkerder van kleur dan bij de andere planten, terwijl hun nerven een neiging tot rood worden vertoonden. De planten der andere reeksen ondervonden van de hooge temperatuur geen dergelijken schadelijken invloed.

De plantjes gekweekt op de oplossing met pH 4.8 ontwikkelden zich zeer slecht. De blaadjes verdroogden ten deele en waren overigens zeer flets van kleur. Ook de worteltjes ontwikkelden zich niet verder.

Deze resultaten komen overeen met die van Wiggins en Gourley (1931). Zij hebben voor een groot aantal kasplanten de grondreactie, waarbij deze het beste groeien, bepaald. Voor de meeste gewone kasplanten is voor een succesvolle ontwikkeling geen speciale grondreactie noodzakelijk; evenwel is een extreem-zure of extreem-alkalische grond niet geschikt voor een goeden groei. Zij noemen aarde met een reactie van pH 5.0 zeer zuren grond en die met een reactie pH 9.0 zeer alkalisch. De meeste planten verkiezen een iets zuren grond boven een alkalischen. Daarentegen geeft de *Primula* (*obconica* en *malacoides*) de voorkeur aan een alkalische grondreactie. „The Primulas were very „sensitive to extreme acidity, a marginal drying out of the foliage „and a stunted growth resulting from to high acidity. The amount „of trouble increased in proportion to the acidity.” Wiggins en Gourley leggen ten slotte hun uitkomsten vast in verscheidene tabellen; en nu is het met het oog op een mogelijke vergelijking met mijn uitkomsten wel jammer, dat zij van de *Primula* geen tabel geven.

Zoowel in hun proeven als in de mijne komt echter het slecht groeien van *Primula*'s onder zure omstandigheden zeer duidelijk naar voren.

In tabel V worden de karakteriseerende maten der series van vijf plantjes, aan het einde der proef, dit is na verloop van 6 weken, weergegeven, terwijl figuur 5 het drooggewicht der spruiten uit de verschillende reeksen in beeld brengt.

TABEL V.

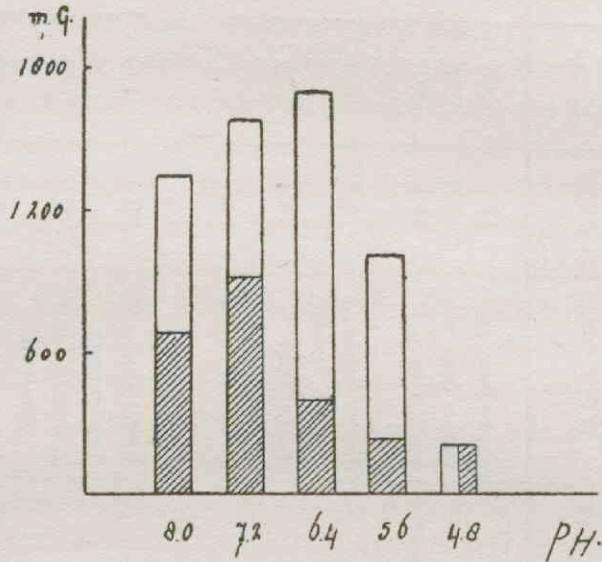
Invloed van den zuurgraad op den groei en de infectie van Primula.
Niet-geïnfecteerd.

PH.	Aantal bladen.	Doorsnede.	Hoogte.	Drooggewicht.	Spruit.	Worteltjes.	Lengte.	Drooggewicht.	Infectie.
8.0	8.—	14.7	3.5	1360	groen.	flinke bos, wit.	12.3	208	
7.2	9.2	16.4	3.9	1590	groen, stevig.	flinke bos, wit.	12.9	220	
6.4	15.6	19.4	4.9	1720	mooie, flinke, groene pl. Stevige, groote bl. slap.	minder wit.	10.9	186	
5.6	7.2	13.7	2.6	1030		topjes worden zwart.	6.6	108	
4.8	5.6	7.2	1.1	202	flets, tendeele verdroogd.	zwart, niet gegroeid.	4.4	25	

Geïnfecteerd.

8.0	7.2	12.5	2.3	808	groen.	bovenaan bruin, benedenaan wit.	10.9	130	matig.
7.2	9.—	13.8	2.8	932	groen.	grootere lengte aangetast.	9.6	148	middelmatig.
6.4	6.—	7.8	1.5	404	slecht, geel.	bijna geheel zwart.	8.3	40	sterk.
5.6	—	—	0.7	240	heel slecht.	niet gegroeid, geheel zwart.	4.6	25	sterk.
4.8	—	—	0.6	202	heel slecht.	niet gegroeid, geheel zwart.	3.1	18	sterk.

Overgaande tot de bespreking der infectieproeven moet allereerst worden vermeld, dat daarbij de invloed van den zuurgraad op de infectie duidelijk te voorschijn komt.



Figuur 5.

Drooggewicht van de spruiten bij verschillenden zuurgraad; het gearceerde deel heeft betrekking op de geïnfecteerde planten.

Bij pH 8.0 was de infectie slechts matig. Bij alle planten uit deze serie zijn de worteltjes alleen bovenaan, dus op de plaats waar het infectie-materiaal is aangebracht, aangetast en bruin; onderaan zijn ze nog wit. Het aantal gevormde worteltjes is echter geringer dan dat der contrôleplanten.

Bij pH 7.2 heeft de aantasting der worteltjes over een grootere lengte plaats gehad. De meeste zijn onderaan nog wit, een enkel geheel zwart worteltje loopt er tusschen door. Zoowel de spruit als de worteltjes zijn in slechtere conditie dan de contrôleplanten.

Bij pH 6.4 treedt een hevige infectie op. De worteltjes zijn over de geheele lengte aangetast en zijn geheel zwart. Er hebben zich ook veel minder worteltjes ontwikkeld dan bij pH 7.2, terwijl de spruit klein en geel is.

Bij pH 5.6 zijn de worteltjes geheel zwart en geheel met mycelium en chlamydosporen bedekt. Zij zijn na de infectie niet verder

gegroeid. De niet verder doorgegroeide spruit is geel van kleur.

Bij pH 4.8 zijn de worteltjes ook geheel zwart en rijkelijk voorzien van mycelium en sporen. Ook hier een slechte spruit.

Waar de contrôleplanten bij pH 5.6 en 4.8 al slecht bleken te groeien, is de uitkomst der infectie in deze gevallen hiermee wel in overeenstemming: daar de schimmelgroei bij dezen zuurgraad nog vrij goed is (blz. 28), zal een flinke aantasting der zwakke worteltjes kunnen optreden.

Het duidelijkste verschil tusschen geïnfecteerde en contrôleplanten kwam bij pH 6.4 aan den dag. In deze reeks hebben de contrôleplanten zich het best ontwikkeld, terwijl in dezelfde reeks de infectie ook zeer sterk is. Zooals uit de graphiek blijkt is voor deze pH het verschil in drooggewicht verreweg het grootst. Dit is een ander resultaat dan Williams vond bij het infecteeren van tomaten: dat n.l. de intensiteit van de aantasting varieert met de groeisnelheid van de plant. Zijn conclusie, dat langzaam groeiende planten ernstig aangetast kunnen worden, terwijl zij bij verhooging van de groeisnelheid de schimmel beter kunnen weerstaan, geldt blijkbaar niet voor de *Primula*'s, daar de snelst groeiende planten, op pH 6.4, juist het meest van de aantasting te lijden hebben.

De uitkomst van deze proeven geven mij nog tot de volgende opmerking aanleiding. Uit den invloed van den zuurgraad op den groei (blz. 28) blijkt, dat de schimmel op vloeibare mout met pH 6.0 of hooger zich heel goed ontwikkelt.

Het verschil in hevigheid der infectie zal dan waarschijnlijk niet toe te schrijven zijn aan een verschil in ontwikkeling van de schimmel, maar eerder door de wat minder sterke wortelvorming bij pH 6.4 en de wat sterkere wortelvorming bij pH 8.0 verklaard kunnen worden.

Potproeven.

Na de zoojuist besproken watercultuurproeven heb ik vervolgens den invloed van den zuurgraad van den grond op de infectie nagegaan.

Daar het mijn bedoeling is geweest om mij hierbij te bepalen tot de aarde, die voor de *Primula*-cultuur geschikt is, heb ik de voor dit onderzoek gewenschte methode niet volledig kunnen vol-

gen. De pH van de gebruikte Primula-aarde B (zie blz. 8) is reeds 6.8, waardoor het hier niet mogelijk was om als uitgangspunt te nemen natuurlijk-zuren grond, waaraan dan verschillende hoeveelheden kalk toegevoegd zouden moeten worden.

De Primula-grond werd neutraal en alkalisch gemaakt met kalk resp. 1.4 en 3.0 Gr. per L. aarde. Voor verlaging van de pH der aarde tot pH 6.3 en 5.7 met behulp van zwavelzuur, was slechts een zeer geringe hoeveelheid daarvan noodig. Daar toevoeging van $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ aan den grond den zuurgraad verandert, ofschoon niet in zoo sterke mate als zwavelzuur werd aan een reeks ook $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.75 Gr. per liter aarde toegevoegd.

Bovendien werd nog een serie aangezet, waarbij aan de aarde NaNO_3 0.9 Gr. per liter aarde was gegeven; dit gebeurde om na te gaan of stikstof, in den vorm van NaNO_3 aan de plant verstrekt, de infectie nog extra beïnvloedt.

De proef werd eind Augustus begonnen. Uit vorige proeven is reeds gebleken, dat de infectie in het najaar langzaam verloopt. Daar de door mij eind Juni gezaaide, langzaam groeiende Primula's op dit tijdstip voor het gebruik nog niet groot genoeg waren, en het niet wenschelijk was de proef later te beginnen, werden hiervoor plantjes van een kweker afkomstig gebruikt. Deze hadden reeds eenige dagen in den bak gestaan, zoodat de mogelijkheid van aantasting bestond. Dit bezwaar bleek helaas niet denkbeeldig, want de worteltjes van de contrôleplanten werden gedurende de proef door *Thielaviopsis* min of meer aangetast. Dientengevolge zullen enkele cijfers in de tabel, die op de contrôlereeks betrekking hebben, wat te laag zijn.

De plantjes werden in grootere potten opgepot om de samenstelling zoo goed mogelijk gelijk te houden. Het gebruik van groote potten heeft het bezwaar, dat de vorm der planten daardoor minder mooi wordt dan bij het kweken op kleine potjes het geval is.

Elke reeks wordt gevormd door 5 contrôleplanten en 5 planten op geïnfecteerde aarde.

De aarde werd niet sterk geïnfecteerd om beter de eventuele verschillen te doen uitkomen.

In tabel VI zijn de verkregen resultaten weergegeven.

De contrôleplanten op de normale Primula-aarde, waaraan niets toegevoegd was, waren het best gegroeid en hadden zich tot ge-

zonde, flinke planten ontwikkeld. De invloed van de infectie in deze reeks uitte zich in hoofdzaak in het duidelijke verschil in grootte der planten, terwijl ook het drooggewicht van de worteltjes veel geringer was. Daarentegen waren de worteltjes maar weinig aangetast: ze waren alleen bovenaan wat bruin; verder wit met zwarte vlekjes.

TABEL VI.

Invloed van de verandering van den zuurgraad der Primula-aarde op den groei en de infectie.

Aarde met:	pH:		Doorsnede:		Infectie.
	begin	eind	contrôle	geïnfecteerd	
CaCO ₃ 3.0 Gr.	7.7	7.5	7.3	4.5	vrij sterk.
CaCO ₃ 1.4 Gr.	7.0	7.0	6.6	3.0	zeer sterk.
H ₂ SO ₄	6.3	6.4	5.25	5.0	vrij sterk.
H ₂ SO ₄	5.7	5.9	4.5	3.8	zeer sterk.
(NH ₄) ₂ SO ₄	6.8	6.5	9.2	3.7	zeer sterk.
NaNO ₃	6.8	6.8	10.2	6.7	middelmatig.
(normaal)	6.8	6.8	12.6	6.6	middelmatig.

De contrôleplanten, gekweekt op aangezuurden grond, groeiden het slechtst, vooral die op aarde met pH 5.7. De worteltjes, waarmee ze overgepot waren, zijn bruin geworden en ook de nieuw gevormde worteltjes hebben zwarte vlekjes. De invloed van de infectie is in deze reeks zeer hevig. De plantjes hebben geheel verrotte worteltjes, die na het oppotten niet meer gegroeid zijn. De geïnfecteerde plantjes op aarde met pH 6.3 waren in kleinere potjes opgepot en hadden waarschijnlijk dientengevolge een goeden vorm, de kleur evenwel was geel en ongezond.

Op aarde, waaraan per liter 1.4 Gr. CaCO₃ was toegevoegd, hebben de Primula's zich wat slechter ontwikkeld dan op de meer CaCO₃ houdende aarde. De worteltjes waren bovenaan bruin; er hebben zich evenwel enkele nieuwe, lange, witte worteltjes gevormd. Op deze aarde verliep de infectie zeer sterk; de worteltjes waren geheel verrot, terwijl de spruiten geelgroen en klein waren.

De infectie bij gebruikmaking van de grootste hoeveelheid CaCO_3 (pH 7.7) is vrij hevig.

De contrôleplanten, gekweekt op aarde, waaraan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ toegevoegd was, waren wel goed gegroeid, maar toch kleiner gebleven dan die op normale aarde. Sommige hadden heel groene bladen. Van de oude worteltoef waren wel enkele worteltjes bruin. De uitwerking van de infectie in deze reeks was zeer hevig, zoodat het verschil met de contrôleplanten zeer groot was. De plantjes waren klein en fletsgeel met geheel bruin verrotte worteltjes.

De plantjes op aarde, waaraan NaNO_3 was toegevoegd, waren in ontwikkeling maar weinig bij die op de normale aarde achter gebleven. De geïnfecteerde plantjes zijn daarentegen in alle opzichten iets beter dan die op geïnfecteerde normale aarde; enkele oude worteltjes zijn bruin; er hebben zich nieuwe, flinke wortels gevormd, waarop hier en daar zwarte vlekken voorkomen.

Hoewel $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ aan het eind van de proef de pH der aarde dusdanig verlaagd heeft, dat deze ongeveer gelijk geworden is aan die der aarde vermengd met H_2SO_4 (pH 6.3) groeien toch de contrôleplanten beter op de aarde met $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; evenwel is de infectie op de geïnfecteerde aarde heviger dan die op de aarde met H_2SO_4 . Dit verschil in infectie wordt dus niet uitsluitend door de pH bepaald en is evenmin ook niet alleen van de groeisnelheid afhankelijk. Ook deze uitkomst wijst op een verschil met hetgeen Williams voor tomatenplanten vond (blz. 11).

Doran (1927) heeft aan zijn veldproeven vooraf laten gaan eenige potproeven met geïnfecteerde aarde uit het veld. Wanneer hij de pH van deze aarde door middel van zwavelzuur lager maakte, dan verminderde hij hierdoor ook de aantasting door *Thielavia* veroorzaakt. Een vermindering van aantasting onder soortgelijke omstandigheden treedt bij de *Primula* niet op. In tegenstelling met de werkwijze van Doran heb ik eerst de aarde met zwavelzuur behandeld en daarna geïnfecteerd.

Bovendien heb ik *Thielaviopsis* geënt op gesteriliseerde aarde, waarvan de pH met zwavelzuur eveneens tot 5.7 was verlaagd; de schimmel ontwikkelde zich hierop heel goed.

Bij de *Primula* is de aantasting in aarde, waarvan de pH door $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ of zwavelzuur is verlaagd, dan ook heviger dan in geïnfecteerde normale aarde.

Behalve met zwavelzuur verlaagt D o r a n ook de pH der aarde door middel van salpeterzuur of orthophosphorzuur. Salpeterzuur heeft op den grond denzelfden invloed als zwavelzuur, maar is voor de tabaksplant vergiftiger. Orthophosphorzuur bevordert den groei van tabak in sterkere mate dan zwavelzuur; het verlaagt de pH van de aarde evenwel minder sterk. Een vermindering van den graad van aantasting, wanneer phosphorzuur de pH der aarde tot 5.0 heeft verlaagd, trad evenwel niet op, integendeel werd bij deze lage pH in dit geval een sterkere aantasting geconstateerd. Wanneer de grond niet gekalkt was en ook niet ernstig geïnfec-teerd, trad geen verergering van het wortelrot op na toediening van phosphorzuur.

Evenals bij de watercultures de infectie bij pH 8.0 geringer was dan die bij pH 7.2, en deze weer minder hevig dan die bij pH 6.4, zoo is er ook verschil in aantasting in de gronden met verschillende hoeveelheden kalk. In den grond met de meeste kalk, pH 7.7, is de infectie minder sterk dan in de aarde met pH 7.0, evenwel is de aantasting weer heviger dan die op geïnfecteerde normale aarde, pH 6.8.

Het is opmerkelijk, dat op de normale aarde, vroeger door mij Primula-aarde B genoemd, waaraan geen extra stoffen zijn toegevoegd, zich de gezondste contrôleplanten vormen.

Verder blijkt uit de laatst beschreven proef, dat wanneer de grond geïnfec-teerd is, het geen uitwerking ten goede heeft, wanneer hij op de een of andere manier wat zuurder gemaakt wordt, en dat een toevoeging van CaCO_3 de aantasting verergert. Van de door mij toegevoegde stoffen was NaNO_3 de eenige, die de aantasting niet verergerde; deze stof heeft eerder een geringe vermindering in aantasting ten gevolge.

S c h a f f n i t en M e y e r-H e r m a n n noemen *Thielavia basi-cola* bij de schimmels, die niet te bestrijden zijn door middel van verandering van de grondreactie.

HOOFDSTUK VI.

Invloed van verschillende grondsoorten op de infectie.

Verskillende onderzoekers hebben nagegaan welken invloed in den grond aanwezige organische stoffen op het voorkomen van *Thielavia* en op de door haar veroorzaakte aantasting hebben.

Zoo vond S o r a u e r reeds in 1895 mycelium van de schimmel niet alleen in beuken- en in gemengde bladaarde, waarop door het wortelrot aangetaste Cyclamen gekweekt werden, maar ook in de andere door hem onderzochte, willekeurige monsters bladaarde. Hij vermoedt, dat *Thielavia* in humusrijken grond zeer verbreid is, maar alleen dan de planten aantast, wanneer zij door een of andere oorzaak vatbaar voor de aantasting geworden zijn.

In ongeveer alle publicaties wordt op grond van veldwaarnemingen opgegeven, dat de graad van aantasting afhankelijk is van de hoeveelheden humus en andere organische stoffen, die in de aarde aanwezig zijn.

Het zijn ook weer J o h n s o n en H a r t m a n (1919) geweest, die den invloed van organische stoffen in de aarde op de infectie hebben nagegaan. In tegenstelling met de andere onderzoekers vonden zij, dat de hoeveelheid organische stof, die in de aarde aanwezig was of die zij erin brachten, geen zeer belangrijke factor is voor den graad van aantasting. Een groot bedrag aan organische stoffen zal gunstig zijn voor het voortbestaan van de schimmel in den grond. Als de grond hevig geïnfecteerd is, treedt een aantasting evenwel eerder op in zuiver zand dan wanneer daarin ook nog organische stoffen aanwezig zijn.

Het voorkomen van *Thielavia* in bladaarde blijkt ook uit de

proeven van R o o d e n b u r g, die de aanwezigheid van de schimmel eerst na de vroeger besproken koolzuurbehandeling (blz. 38) op de wortels van de in zoodanige aarde gekweekte boonen vond.

Over het meest geschikte grondmengsel voor een Primula-cultuur loopen de meeningen der kweekers zeer uiteen. Als een der bestanddeelen van het mengsel wordt losse, voedzame klei algemeen aanbevolen; men oordeelt zeer verschillend over den invloed van het toevoegen van bladaarde of turfstrooisel of van beide aan deze klei. Ter vergelijking van deze verschillende mengsels zijn voor enkele jaren in den Proeftuin te Leeuwarden Primula's op verschillende combinaties van gronden gekweekt (Handelsblad). De mooiste exemplaren groeiden op een mengsel: $\frac{1}{2}$ tuingrond, $\frac{1}{4}$ turfstrooisel, $\frac{1}{4}$ scherp zand; het mengsel: $\frac{2}{3}$ tuingrond, $\frac{1}{3}$ turfstrooisel voldeed echter ook wel. Een mengsel: $\frac{1}{2}$ tuingrond, $\frac{1}{2}$ overjarige bladgrond gaf een groote kans op kleine en geel gekleurde planten.

Verscheidene kweekers hebben evenwel de overtuiging, dat het gebruik van turfstrooisel bij het kweken van Primula's ten zeerste is af te raden. Daartegenover staat, dat in sommige kweekerijen grond, waarin o.a. klei, bladaarde en wat turfstrooisel aanwezig zijn, in normale omstandigheden prachtige Primula-exemplaren levert.

Een dergelijk resultaat wordt ook wel verkregen met een mengsel, dat alleen uit klei en bladaarde bestaat.

De volledige samenstelling van het voorlaatst genoemde mengsel is als volgt:

$\frac{1}{4}$ deel tuingrond (Vechtklei, pH 7.5).

$\frac{1}{4}$ „ bladaarde (het blad is overjarig; hoofdzakelijk afkomstig van iep, kastanje, linde en plataan).

$\frac{1}{4}$ „ bagger (uit de Vecht, pH 6.7. De bagger wordt voornamelijk gebruikt om oeconomische reden voor uitsparing van tuingrond).

$\frac{1}{4}$ „ goed omgewerkte tweejarige varkensmest, geringe hoeveelheden turfstrooisel en zand.

Voor de verschillende bestanddeelen van dit mengsel heb ik achtereenvolgens nagegaan:

1. den groei van de schimmel.

2. na sterilisatie den groei van *Primula's* (contrôleproef); deze contrôle werd ook genomen voor het volledige mengsel.
3. de aanwezigheid van *Thielaviopsis*. Hierbij was het vooral de vraag in welke bestanddeelen de schimmel in zoodanige mate aanwezig is, dat daardoor de worteltjes der op dit bestanddeel gekweekte *Primula's* werden aangetast.
4. den graad van aantasting na infectie met *Thielaviopsis*, voor elk der bestanddeelen afzonderlijk en ook voor verschillende hiermede gevormde mengsels.

De uitkomsten van deze proeven komen op het volgende neer:

1. De groei van de schimmel.

Om deze te bepalen wordt *Thielaviopsis* geënt in Erlenmeyer-kolfjes, waarin 25 cc. tuingrond, resp. bladaarde, bagger of mest, alle gesteriliseerd, gebracht was.

Tuingrond: de schimmel is weinig uitgegroeid. Het witte mycelium heeft fijne hyaline hyphen met tamelijk veel chlamydosporen en conidiën gevormd.

Bladaarde: zij heeft zich meer over het oppervlak verspreid. De hyphen zijn wat breeder en sommige zijn donkerder van kleur, weinig chlamydosporen zijn gevormd, daarentegen veel conidiën.

Bagger: ongeveer hetzelfde resultaat als met tuingrond.

Mest: zij groeit in een dunne laag. Op de plaats van de enting heeft zich een zeer wollig en wit mycelium gevormd. Zeer veel conidiën en chlamydosporen.

Hieruit blijkt, dat de grondsoort wel eenigen invloed uitoefent op den groei van de schimmel: bij mest is deze het sterkst.

2. De groei van *Primula's*, na sterilisatie van de grondsoorten.

Deze proef is bedoeld als een contrôle op de resultaten der infecties, die sub 3 en 4 zullen worden aangegeven.

Jonge *Primula*-plantjes zijn met deze gesteriliseerde grondsoorten eind Mei opgepot. Na 7 weken is het resultaat op:

Tuinaarde: de groene plantjes zijn goed ontwikkeld, de worteltjes zijn wit en bijna geheel om den pol gegroeid.

Bladaarde: de plantjes zijn iets groener dan die der vorige serie, maar overigens gelijk. De worteltjes zijn wit en goed om den pol gegroeid.

Bagger: de plantjes zijn kleiner dan die der beide vorige reeksen. Zij hebben geen mooien vorm; de blaadjes zijn klein en geel. De slechte groei

blijkt ook uit de zeer vroege bloeieiging. Er zijn veel minder worteltjes gevormd.

$\frac{1}{2}$ tuinaarde en $\frac{1}{2}$ varkensmest: daar de nieuw gevormde bladstelen zeer kort zijn, liggen de blaadjes plat op de aarde: ze zijn abnormaal donkergroen. De worteltjes beginnen eerst laat te groeien en zijn juist aan de oppervlakte van den pol te zien. De gebruikte hoeveelheid mest is voor de gewone cultuur feitelijk veel te groot, maar dit moest zoo genomen worden om de omstandigheden gelijk te maken aan die sub 3.

$\frac{1}{4}$ tuingrond, $\frac{1}{4}$ bladaarde, $\frac{1}{4}$ bagger, $\frac{1}{4}$ mest, vermengd met nog een klein beetje turfstrooisel: geeft mooie, losse, groene planten. De witte worteltjes zijn geheel om den pol gegroeid.

Op het laatste bijna volledige mengsel, waaraan alleen het zand ontbreekt, ontwikkelen zich de mooiste planten; zij zijn grooter dan de plantjes alleen op tuingrond of alleen op bladaarde. Bladaarde en turfstrooisel tezamen en in een goede verhouding in den grond gebracht, schijnen geen nadeeligen invloed op de ontwikkeling van de *Primula* te hebben.

Daarentegen hebben de plantjes op bagger en op $\frac{1}{2}$ tuingrond + $\frac{1}{2}$ mest zich slecht ontwikkeld. Enkel bagger is zeker niet geschikt, daar deze zeer dicht is en bij geringe vochtigheid dadelijk hard wordt, maar is ook alweer genomen, omdat sub 3 nagegaan wordt in welke mate *Thielaviopsis* daarin voorkomt.

3. De aanwezigheid van *Thielaviopsis* in de verschillende grondsoorten.

Deze proef en ook de volgende verlopen gelijktijdig met de voorgaande.

Tuingrond: de planten hebben zich goed ontwikkeld. De worteltjes zijn juist om den pol gegroeid. Hier en daar zijn ze bruin en enkele plekken op den pol zijn ook geheel aangetast. Na het schoonspoelen der worteltjes blijken de bruine en witte worteltjes door elkaar te loopen, enkele witte worteltjes hebben zwarte vlekjes. De aantasting is over de lengte van het wortelstelsel regelmatig verdeeld. Op de aangetaste plekken komen chlamydosporen van *Thielaviopsis* voor.

Bladaarde: de plantjes zijn goed gegroeid, de worteltjes zijn geheel wit en volkomen gaaf. Schimmel afwezig.

Bagger: de plantjes zijn klein en geel. Eén plantje heeft geheel bruin verrotte worteltjes, die vol mycelium en chlamydosporen van *Thielaviopsis* zitten. Van de schoongespoelde worteltjes der overige plantjes waren de middelste bovenaan meestal bruin en zwart. Het

deel van de worteltjes, dat aan den buitenkant van den pol gezeten heeft, is veel witter. Alle aangetaste plekken zaten vol chlamydosporen.

$\frac{1}{2}$ tuinaarde en $\frac{1}{2}$ varkensmest: de spruit is geelgroen en heeft roode nerven. De polletjes, waarmee de plantjes opgepot zijn, zijn bruin en zitten vol sporen. Er heeft zich een betrekkelijk klein aantal nieuwe worteltjes gevormd; voor zoover deze aan den buitenkant van den pol te voorschijn komen zijn ze wit.

In het grondmengsel, dat door de kweekers gebruikt wordt, komt *Thielaviopsis* zoowel in den tuingrond als in de bagger in dusdanige mate voor, dat aantasting van de worteltjes daarvan een gevolg is. De plantjes op de bagger zijn sterker aangetast dan die op de tuinaarde. In de vorige proef ontwikkelden de *Primula*-plantjes zich op gesteriliseerde bagger niet goed. Vroeger (blz. 39) is reeds besproken, dat het stijf aandrukken van de aarde, wat bij de bagger spontaan plaats vindt, de aantasting door *Thielaviopsis* verergert. Deze beide invloeden werken samen op de in bagger gekweekte *Primula*'s, waardoor de sterke aantasting verklaard kan worden.

Daarentegen komt *Thielaviopsis* in de bladaarde, die toch eveneens zeer rijk is aan organische stoffen, niet voor of slechts in zoo geringe mate, dat zij op de worteltjes geen infectie veroorzaakt.

Het toevoegen van een groote hoeveelheid mest aan de tuinaarde bevordert de aantasting: het is echter niet geheel buiten gesloten, dat deze sterkere aantasting ten deele een gevolg is van het feit, dat de gebruikte mest nog wat te weinig was omgewerkt.

4. De graad van aantasting na infectie met *Thielaviopsis*.

De aarde is niet sterk geïnfecteerd; een week na de infectie werden de jonge plantjes gelijktijdig met de andere reeksen met deze geïnfecteerde aarde opgepot. De omstandigheden voor infectie, vooral wat de temperatuur betrof, waren gunstig.

Het resultaat der aantasting na 7 weken is in onderstaand overzicht weergegeven.

De aantasting op tuinaarde, bladaarde of bagger, ieder apart, is hevig tot zeer hevig.

Wordt tuinaarde met bladaarde vermengd, dan is de aantasting iets minder hevig. Door het vermengen van beide grondsoorten

Graad van aantasting in verschillende, geïnfecteerde grondmengsels.

Grondsoort.	Spruit.	Worteltjes.	Infectie.
Tuinaarde	blaadjes, behalve de middelste, verdroogd.	bruin, nauwelijks gegroeid.	sterk.
Bladaarde	2 dood, rest bijna dood.	bruin, nieuwe zijworteltjes gevormd.	zeer sterk.
Bagger	2 dood, rest bijna dood.	geheel bruin verrot.	zeer sterk.
$\frac{1}{2}$ tuinaarde	flets geelgroene	wat gegroeid, komen aan opp.;	vrij sterk.
$\frac{1}{2}$ bladaarde	bladen, die verdrogen.	grootendeels bruin.	
$\frac{1}{2}$ tuinaarde	3 bijna dood, 2 iets beter.	geheel bruin verrot.	zeer sterk.
$\frac{1}{2}$ bagger			
$\frac{1}{2}$ tuinaarde	geelgroen, jongste	bruin.	vrij sterk.
$\frac{1}{2}$ mest	blaadje groenrood.		
$\frac{1}{2}$ bladaarde	zwak gekleurde blaadjes	bruin, komen aan opp.	vrij sterk.
$\frac{1}{2}$ mest	jongste groen.		
$\frac{1}{3}$ tuinaarde	flets groene blaadjes,	bruin.	vrij sterk.
$\frac{1}{3}$ bladaarde	roode nerven, jongste		
$\frac{1}{3}$ mest	blaadje groenrood.		
$\frac{1}{3}$ tuinaarde	spruiten groter dan	wel aangetast,	middelmatig.
$\frac{1}{3}$ bladaarde	in de andere series.	maar niet verrot.	
$\frac{1}{3}$ mest + turfstrooisel	Bladen geelgroen of groen.		
$\frac{1}{4}$ tuinaarde	1 dood, 3 bijna dood,	geheel bruin verrot.	zeer sterk.
$\frac{1}{4}$ bladaarde	1 iets beter.		
$\frac{1}{4}$ mest			
$\frac{1}{4}$ bagger + turfstrooisel			

ontstaat een mengsel, dat minder compact is dan enkel tuinaarde, hetgeen de infectie tegengaat.

Dat de infectie in het mengsel tuinaarde en bagger zeer sterk is, moet stellig toegeschreven worden aan de compactheid hiervan.

Een geringe hoeveelheid turfstrooisel, nog extra in een mengsel verwerkt, schijnt den graad van aantasting wat te verminderen: werd n.l. aan het mengsel $\frac{1}{3}$ tuinaarde, $\frac{1}{3}$ bladaarde en $\frac{1}{3}$ mest nog turfstrooisel toegevoegd dan ontwikkelen zich hierop veel betere *Primula's*, dan op dit mengsel zonder turfstrooisel, terwijl

de aantasting ook minder hevig is. De gunstige invloed van turfstrooisel zal wel daarin zijn oorzaak vinden, dat het de aarde losser maakt. Dit volgt ook nog daaruit, dat wanneer nog bagger aan dit mengsel met turfstrooisel wordt toegevoegd, de aantasting dadelijk weer toeneemt.

Het vermengen van bagger met Primula-aarde heeft dus een zeer nadeeligen invloed op de ontwikkeling van de Primula's, wanneer in de Primula-aarde *Thielaviopsis* voorkomt of wanneer de schimmel in de bagger zelf aanwezig is.

Het bijmengen van turfstrooisel werkt juist tegengesteld en is gunstig voor de ontwikkeling van de Primula's.

Johnson deelde reeds in 1916 mede, dat de meeste *Gramineën* immuun tegen *Thielavia basicola* zijn. Naar aanleiding van deze mededeeling heb ik in enkele potjes met goed geïnfecteerde aarde naast de Primula's ook enkele grasplantjes laten groeien. De uitkomst was geheel in overeenstemming met die van Johnson. Terwijl de worteltjes van de Primula's nauwelijks gegroeid en geheel verrot waren, had het gras een flink wortelstelsel gevormd. De wortels hadden den pol geheel omgroeid; zwarte vlekjes kwamen niet voor.

Ook de muur, *Stellaria media* Cyrillo, die veelvuldig in een bak tusschen zieke Primula's voorkwam, bleek lang niet in die mate gevoelig voor *Thielaviopsis* te zijn als de Primula. Hoewel de lange wortelharen van de muur niet geheel wit waren, werden microscopisch geen chlamydosporen op de worteltjes gevonden; evenwel heb ik toch in dit geval *Thielaviopsis* kunnen isoleeren.

De aanwezigheid van onkruid in een Primula-bak zal de werking van de schimmel niet direct beïnvloeden; indirect kan echter wel schade veroorzaakt worden, doordat het onkruid de aarde minder los maakt.

HOOFDSTUK VII.

Vergelijkende infectieproeven met eenige *Thielaviopsis*-stammen op verschillende voedsterplanten.

Rosenbaum (1912) infecteert kiemplantjes van *Panax* en van tabak, gekweekt in glazen schalen op vochtig filtreerpapier, met verschillende chlamydosporen-suspensies van *Thielavia*, n.l. met één van een isolatie van *Panax*, met één van tabak en met één van katoen. Met alle drie de isolaties worden de kiemplantjes even sterk ziek. Bij zijn proeven met oudere planten verkreeg hij met deze drie stammen alleen dan aantasting, zwarte vlekken, wanneer hij stukjes agar, waarop de schimmel gegroeid was, op de wortels bracht en deze tegelijkertijd beschadigde. Zonder beschadiging kreeg hij met geen van de drie stammen infectie.

Hij besluit hieruit, dat de stammen van *Thielavia basicola*, gevonden op drie verschillende gastheeren, katoen, tabak en *Panax*, identiek zijn.

Ook Johnson (1916) heeft voor het opmaken van de lijst van voedsterplanten (blz. 9) steeds alle proefplanten opgepot in aarde, afkomstig uit tabaksvelden, waarvan bekend was, door het optreden van zwart wortelrot der tabak, dat *Thielavia* in ruime mate in de aarde aanwezig was. Hij merkt dan ook op, dat de infectie van bijna 100 verschillende plantensoorten met *Thielavia basicola* van tabak een bewijs te meer is, dat geen gespecialiseerde rassen van deze schimmel bestaan.

Van de soorten, waarvan het reeds bekend was, dat zij door

Thielavia aangetast worden, werden alleen *Nicotiana tabacum* en *Viola odorata*, gekweekt op deze aarde uit het tabaksveld, hevig geïnfecteerd. Van de vele nieuw onderzochte soorten werden alleen enkele *Nicotiana species* sterk aangetast.

Peters (1921) vermeldt het voorkomen van *Thielavia basicola* op verscheidene lupinesoorten op de proefvelden te Dahlem. Hij gaat na of er van *Thielavia basicola*, van verschillende voedsterplanten geïsoleerd, verschillende rassen bestaan dan wel of hier van onderscheid in rassen geen sprake is. Hij infecteert jonge kiemplantjes van eenige lupinesoorten op vochtig filtreerpapier in glazen doozen met sporen-suspensies, verkregen van twee isolaties van twee verschillende lupinesoorten. Met de isolaties van *Lupinus angustifolius* krijgt hij geen infectie op *Lupinus albus*, terwijl deze wel door die van *Lupinus luteus* aangetast wordt.

Daarna doet hij nog grondinfectie-proeven met isolaties van 5 verschillende lupinesoorten en komt tot het besluit, dat in Dahlem op de onderzochte lupinesoorten 2 biologische rassen van *Thielavia basicola* voorkomen. Het eene ras komt in den regel alleen op *Lupinus angustifolius* voor en kan deze en *Lupinus mutabilis* en *pilosus* aantasten, het andere komt op de vier andere soorten voor en kan deze vier en ook *Lupinus angustifolius* infecteeren.

Bij mijn eerste infectieproeven van *Primula*'s met *Thielaviopsis* (Oct. 1930) heb ik niet alleen met den geïsoleerden stam *Primula* Maarssen geïnfecteerd, maar ook met een door Gilbert geïsoleerden stam van tabak, afkomstig uit het „Centraal Bureau voor Schimmelcultures", waarin deze schimmel reeds gedurende eenige jaren aanwezig was.

Bij deze infectieproeven, die in het najaar verliepen, trad in beide gevallen slechts een heel geringe aantasting op. Dat de infectie met den stam *Primula* weinig resultaat opleverde kan, zooals mij later gebleken is, verklaard worden door de uitwendige omstandigheden, waaronder de proef genomen werd. Daar ditzelfde het geval zou kunnen zijn voor dien van tabak, heb ik met deze de proef herhaald onder gewijzigde omstandigheden.

Behalve met dezen stam van tabak heb ik ook nog enkele infecties verricht met een in 1932 door Johnson geïsoleerden stam van tabak. Daar ik deze eerst later gekregen heb, zijn de infectie-

proeven hiermee niet op den zelfden tijd als die met de overige stammen uitgevoerd.

Gelijktijdig met den invloed van de twee eerstgenoemde stammen heb ik ook nagegaan dien van een stam *Primula*, geïsoleerd van het zieke materiaal, afkomstig uit Bussum, en dien van een eveneens in 1931 geïsoleerden stam van slecht groeiende *Poinsettia*'s.

Den invloed van deze stammen op *Primula* heb ik met dien op andere voedsterplanten, n.l. tabak en bruine boon, vergeleken.

Vergelijkt men eerst de stammen in reincultuur, dan valt dadelijk een verschil op tusschen die van tabak en die van *Primula*. De laatste vormen in cultuur op boonen- en neutrale moutagar een vlak, egaal schimmeldek, resp. blauwgrijs en donkergroen van kleur; het mycelium bestaat hoofdzakelijk uit breede, donkergekleurde hyphen met veel chlamydosporen en conidiophoren.

De beide stammen van tabak, zoowel de oude stam van Gilbert als de nieuw geïsoleerde stam van Johnson, vormen, in tegenstelling met de vorige, op dezelfde voedingsbodems een heel wollig, dik, grijs schimmeldek. Er heeft zich veel mycelium gevormd, met smalle, lichtgekleurde en breede, donkere hyphen. De laatste vormen veel conidiophoren, daarentegen maar weinig en dan meestal alleen-zittende chlamydosporen.

De stam van *Poinsettia* komt vrijwel met dien van *Primula* overeen. Op het donkergroene schimmeldek zitten heel duidelijk zichtbaar plukjes mycelium, waaraan zeer veel chlamydosporen in dichte toefjes, waardoor het aanzien wat wolliger is dan dat van den stam van *Primula*.

Primula.

19-4-'32 werden in 6 reeksen van 5, jonge *Primula*plantjes met aarde B opgepot. Behalve de contrôle-serie gebruikte ik voor de reeksen resp. aarde geïnfecteerd met den stam *Primula* Maarssen, geïsoleerd in 1932, met een isolatie gemaakt eind 1930, met den stam Bussum, met den stam van tabak Gilbert en met dien van *Poinsettia*.

De plantjes staan in kas I.

Na eenige weken is een duidelijk verschil in aantasting zichtbaar (plaat III). Het resultaat na 9 weken is:

Contrôle:	forsche, gezonde, groene planten: de worteltjes zijn dicht om den pol gegroeid.
Stam Primula Maarssen '32:	de plantjes zijn zeer sterk aangetast, 4 zijn dood. De worteltjes zijn geheel bruin verrot.
„ „ Maarssen '30:	3 plantjes zijn bijna dood, 2 zijn iets minder aangetast, maar hebben toch geelwitte bladen. De worteltjes zijn bruin verrot en komen niet aan den buitenkant van den pol te voorschijn.
„ „ Bussum:	deze plantjes zijn ook sterk aangetast. De spruiten zijn, met uitzondering van de jongste blaadjes, geheel verdroogd. De worteltjes zijn bruin verrot.
„ Tabak Gilbert	stevige, lichtgroene spruiten. De worteltjes zijn om den pol gegroeid; kleine zwarte vlekjes komen verspreid voor.
„ Poinsettia:	stevige, lichtgroene spruiten. Er hebben zich nog iets meer worteltjes dan in de vorige reeks gevormd. Het aantal zwarte vlekjes is ongeveer gelijk.

Uit de onderstaande tabel blijkt ook nog duidelijk het verschil in aantasting bij de onderscheiden reeksen.

TABEL VII.

Invloed van verschillende Thielaviopsis-stammen op Primula.

Thielaviopsis-stammen.	Hoogte.	Doorsnede.	Drooggewicht.		Lengte wortel.	Infectie.
			spruit.	wortel.		
Ongeïnfecteerd.	3.6	14.2	620.—	247.5	12.5	
Primula M '32.	1.0	3.5	47.5	18.6	—	zeer sterk.
„ M. '30.	1.7	7.3	159.—	46.—	3.9	sterk.
„ Bussum.	0.9	5.2	100.—	20.—	4.0	zeer sterk.
Tabak G.	4.5	14.4	511.—	181.3	9.6	gering.
Poinsettia.	4.2	14.3	560.—	176.3	10.9	gering.

De volgorde der stammen naar den graad van aantasting, die zij veroorzaken, is:

Primula Maarssen '32, Bussum, Maarssen '30, Tabak Gilbert, Poinsettia.

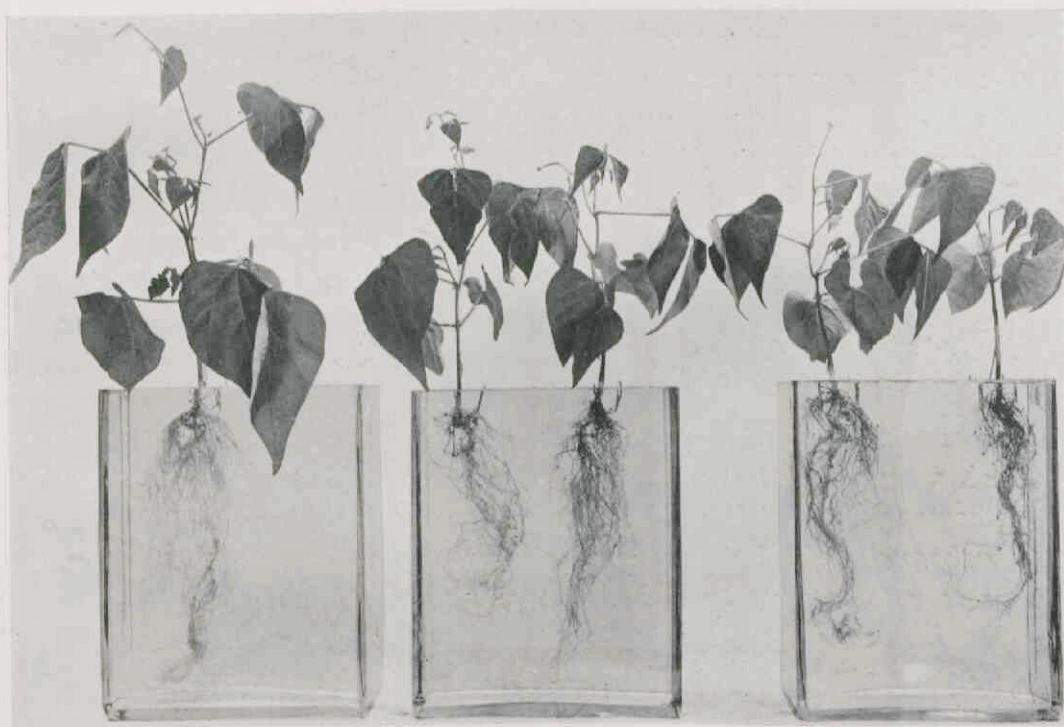


1 2 3 4 5 6

Plaat III

Infectie van *Primula* met verschillende *Thielaviopsis*-stammen.

1. ongeïnfecteerd, 2. infectie met stam *Primula* Maarssen isolatie 1932,
3. met idem Maarssen isolatie 1930, 4. met idem Bussum, 5. met stam tabak, Gilbert,
6. met stam *Poinsettia*.



1 2 3 4 5

Plaat IV

Infectie van boon met verschillende *Thielaviopsis*-stammen.

1. ongeïnfecteerd, 2. infectie met stam *Primula* Maarssen, 3. met idem Bussum,
4. met stam tabak, Gilbert, 5. met stam *Poinsettia*.

Twee weken later zijn jonge Primulaplantjes met aarde B resp. geïnfecteerd met den stam Primula Maarssen '30 en '32 en Bussum en den stam tabak Johnson, opgepot en in den bak gezet. Tegelijkertijd werd nog een serie plantjes op aarde B, geïnfecteerd met den stam Johnson, in de kas gezet. Door het plotseling intreden van eenige bijzonder heldere, warme dagen zijn deze plantjes in de toen nog niet gewitte kas verbrand. Deze serie nog weer opnieuw aan te zetten had feitelijk geen zin meer, daar de andere reeksen reeds te ver ontwikkeld waren om ze nog met een nieuw aan te zetten reeks te kunnen vergelijken.

In den kouden bak, evenals vroeger in de kas, veroorzaakten de stammen Primula Maarssen '32 en Bussum een zeer sterke infectie. De aantasting, teweeg gebracht door den stam Maarssen '30, was weer iets minder hevig dan die door de twee vorige veroorzaakt.

De plantjes gekweekt op aarde, geïnfecteerd met den stam Johnson, waren veel gezonder dan die der drie vorige reeksen. De worteltjes waren geheel om den pol gegroeid, en hadden verscheidene bruine vlekken. De graad van aantasting in vergelijking met de reeksen uit de kas, zou matig genoemd kunnen worden.

Ook hier treedt weer een duidelijk verschil in graad van aantasting, veroorzaakt door den stam Primula eenerzijds en den stam tabak anderzijds, aan den dag.

Tabak.

Braziliaansche tabak werd eind Maart opgepot met geïnfecteerde aarde. Voor de infectie zijn dezelfde stammen genomen als die, welke bij de proeven met Primula's gebruikt zijn, alleen met dit onderscheid, dat voor den stam Primula Maarssen enkel de isolatie '32 werd genomen.

Na 2 weken was het resultaat als volgt:

Ongeïnfecteerd: mooie, groene planten. De worteltjes komen reeds aan den buitenkant van den pol.

met Primula M: de planten zijn geelgroen en kleiner dan de controleplanten. De schoongespoelde worteltjes zijn niet geheel wit.

„ „ B: van de geïnfecteerde planten heeft deze reeks de mooiste spruiten, ze zijn kleiner en lichter van kleur dan die der controleplanten. Geen *Thielaviopsis*-vlekken op de worteltjes aanwezig.

„ Tabak G: de plantjes zijn klein en sprieterig, de onderste blaadjes zijn geel. De bruinachtige worteltjes hebben hier en daar zwarte vlekken.

„ Poinsettia: de plantjes zijn iets kleiner en geler dan de met stam Maarssen

geïnfekteerde. De worteltjes zijn niet geheel wit, vooral daar waar zijworteltjes gevormd zijn, zijn ze zwart.

Naar de hevigheid der aantasting is de volgorde der stammen: Tabak Gilbert, Poinsettia, Primula Maarssen en idem Bussum.

Dit duidelijke verschil in aantasting bleef nog een tweetal weken voortbestaan. Daarna begonnen de plantjes van alle geïnfekteerde reeksen, waarschijnlijk tengevolge van verhooging van temperatuur, wat beter te groeien, zoodat de onderlinge verschillen veel geringer werden. Een verdere vergelijking heb ik daarom achterwege gelaten.

Uit een weer later aangezette infectieproef bleek, dat de stam van tabak Johnson eveneens in staat is de gebruikte Braziliaansche tabak flink aan te tasten.

Boon.

Bruine boonen, na desinfectie gekiemd in gesteriliseerd zand, werden na acht dagen overgepoot op bladaarde, die ook weer met dezelfde vier stammen geïnfekteerd was.

Na 16 dagen (8-4-'32) was er reeds een goed verschil in graad van aantasting zichtbaar, dat in de volgende drie weken nog toenam (plaat IV).

Het volgende overzicht geeft den toestand na 5 weken weer:

- Ongeïnfekteerd: frissche, stevige planten met groene bladen. De vruchtvorming is reeds begonnen. De wortels om den pol zijn lichtgeel.
- met Primula M: de planten zijn kleiner en minder fors, en ook iets lichter groen dan de contrôleplanten. De vruchtvorming is minder ver gevorderd. De wortels zijn korter en minder gaaf, maar hebben wel dezelfde kleur. Het aantal vlekken, waarop mycelium en chlamydosporen voorkomen, is gering. Toch is de invloed van de schimmel op het wortelstelsel hier wel te constateeren.
- „ „ B: de spruiten zijn kleiner dan de vorige. De wortels zijn bovenaan bruin tot roodbruin, onderaan bruingeel met bruine vlekken.
- „ Tabak G: deze planten zijn het kleinst. Zwarte vlekken zijn over alle wortels verspreid. Ook op één der stengels zit onderaan een zwarte vlek. De wortels, die oogenschijnlijk niet zoo sterk aangetast zijn, hebben het kleinste drooggewicht van alle series.
- „ Poinsettia: hier is de infectie het hevigst. De planten zijn spichtig. Ze bloeien nog en hebben enkele kleine vruchtjes. De stengel is ook aangetast: op plaat IV is duidelijk een zwarte vlek op den stengel zichtbaar. De wortels zijn over een grooten afstand

roodbruin. De wortelknolletjes zijn geheel zwart en zitten vol mycelium en sporen.

In onderstaande tabel zijn de resultaten kort samengevat.

TABEL VIII.

Invloed van verschillende Thielaviopsis-stammen op boon.

Thielaviopsis-stammen.	Hoogte.	Drooggewicht.		Lengte wortel.	Infectie.
		spruit.	wortel.		
Ongeïnfecteerd	27.2	1534	380	36.4	
Primula M.	24.—	1131	246	31.2	matig.
" B.	20.4	1103	300	30.2	middelmatig.
Tabak G.	17.4	915	234	29.2	middelmatig.
Poinsettia.	19.—	834	246	26.4	sterk.

Voor de boon bestaat ook weer een duidelijk verschil in de sterkte der aantasting door de verschillende stammen. De volgorde der stammen in afdalenden graad van aantasting is:

Poinsettia, Tabak Gilbert, Primula Bussum en ten slotte idem Maarssen.

De invloed, dien de stam van tabak Johnson op de boon uitoefent, is niet meer nagegaan, daar de uitwendige omstandigheden, waaronder deze infectie zou verlopen, niet gelijk zouden zijn aan die, waaronder de besproken infecties hebben plaats gehad. Dientengevolge zou geen juiste vergelijking te maken zijn.

Uit een vergelijking van de resultaten der infecties op de drie voedsterplanten blijkt, dat de gebruikte stammen deze planten in verschillende mate aantasten. De opgetreden verschillen zijn zeer evident.

Terwijl de stammen van Primula een hevig wortelrot bij de Primula kunnen veroorzaken, is de door deze stammen toegebrachte schade op de tabak en boon veel geringer. Wat de aantasting betreft van de beide stammen Primula op de boon en de tabak treedt zelfs nog eenig onderling verschil op, daar de tabak nog

iets sterker door den stam Maarssen, en de boon iets krachtiger door den stam Bussum wordt aangetast.

De invloed, die uitgaat van den stam Poinsettia op de drie voedsterplanten is ook zeer verschillend. Van de vier stammen tast zij de boon het hevigst aan, op tabak volgt zij in intensiteit der aantasting op den stam tabak, terwijl zij op de Primula slechts een geringe aantasting teweeg brengt.

Een soortgelijk verschil in graad van aantasting is ook voor den stam tabak op te maken. Deze stam is het schadelijkst voor de tabak, de mate van aantasting op de boon is maar iets sterker dan die, welke de stam Primula Bussum veroorzaakt, terwijl de invloed op de Primula maar gering is.

De van de verschillende plantensoorten geïsoleerde stammen van *Thielaviopsis* zijn van elkaar te onderscheiden door de mate van infectie op éénzelfde voedsterplant: zij zijn dus niet identiek wat hun pathogeniteit betreft.

Primula malacoides.

Ten slotte heb ik ook nog nagegaan of *Thielaviopsis basicola* in staat is *Primula malacoides* aan te tasten.

Over het algemeen worden deze Primula's wat later dan de *Primula obconica* gezaaid, zoodat zij ook wat later op de markt komen.

De door mij gebruikte plantjes waren in Juni gezaaid, zij waren eerst eind September voor proefneming groot genoeg. Daar het uit infectieproeven reeds gebleken is, dat in het najaar de infectie in kas I slechts in geringe mate verloopt, werden zoowel in kas I als in kas II plantjes gezet.

De aarde werd geïnfecteerd met de stammen Primula Maarssen en Bussum.

Na 10 weken hadden de contrôleplanten in kas I (gemidd. temperatuur beneden 15° C) zich goed ontwikkeld en bloeiden reeds. De plantjes op geïnfecteerde aarde waren veel kleiner gebleven en bloeiden nog niet. Hun worteltjes hadden wel den pol omgroeid, maar op deze worteltjes kwamen zwarte en bruine vlekjes voor.

De *Primula malacoides* ontwikkelde zich in kas II slechter dan in kas I. In kas II heerschte gedurende de proef een gemiddelde temperatuur van 23°—21° C. Deze temperatuur is voor het kweken

van *Primula malacoides* waarschijnlijk wat hoog; de bladen der contrôleplanten waren roodgroen gekleurd en de onderste bladstelen waren slap, waardoor de bladen plat op de aarde lagen. Ook hadden de worteltjes zich minder goed ontwikkeld.

De spruiten van de plantjes op geïnfecteerde aarde waren ook in deze kas kleiner gebleven dan die der contrôleplanten, zij hadden dezelfde kleur. In beide infectiereeksen kwamen de worteltjes nauwelijks aan den buitenkant van den pol te voorschijn.

Beide stammen van *Primula* veroorzaakten veel meer en grootere zwarte en bruine vlekken op de worteltjes dan dit in kas I het geval was.

Uit het resultaat van deze proef mag m.i. besloten worden, dat *Primula malacoides* wel vatbaar is voor aantasting door *Thielaviopsis basicola*.

HOOFDSTUK VIII.

Bestrijding.

De groote schade, die het zwarte wortelrot reeds in de tabakscultuur aangericht heeft, heeft geleid tot het zoeken naar afdoende bestrijdingsmiddelen. Men gaat hierbij uit van een drietal verschillende methoden: sterilisatie van den grond, verandering van de grondreactie, en ten derde het kweken van voor zwart wortelrot resistente tabaksrassen.

Sterilisatie. Reeds Clinton en Jenkins (1906) adviseeren het steriliseeren van de kiembedden; van de verschillende hiervoor geprobeerde methodes voldeed het gebruik van formaline het beste. Voor de bestrijding van de ziekte bij de te velde staande planten hebben zij geen afdoend middel kunnen vinden; zij bepalen zich ertoe om in geval van mislukking van de oogst wisselbouw voor een paar jaar aan te raden.

In een publicatie in 1928 vermeldt Doran het goede resultaat, dat hij verkreeg bij het desinfecteeren van de aarde met azijnzuur. Aan aarde, waarvan bekend is, dat deze geïnfecteerd is met *Thielavia*, wordt azijnzuur toegevoegd. Tabak, na vier weken hierop gezaaid, ontwikkelt zich goed, terwijl geen zwarte vlekken op de wortels optreden. Wanneer aequivalente hoeveelheden citroen-, wijnsteen-, melk-, en appelzuur van dezelfde normaliteit in de geïnfecteerde aarde gebracht worden, wordt de aantasting niet voorkomen.

Daar azijnzuur de pH van den grond slechts voor korten tijd verlaagt, vindt de gunstige werking van dit zuur dus niet zijn oorzaak in een verandering van de grondreactie.

Het gebruik van azijnzuur is goedkooper dan dat van formaline. Volgens D o r a n is een toevoeging van 24 liter 1—1.2% azijnzuur per m², 14 tot 10 dagen voor het zaaien, voldoende.

De toepassing van gronddesinfectie zal voor de bestrijding van het bruin wortelrot van *Primula*'s door *Thielaviopsis* veroorzaakt wel bruikbaar te maken zijn.

Bij het gebruik van bakken en van bloempotten zal men dan rekening moeten houden met de mogelijkheid, dat deze door vroeger gebruik reeds geïnfecteerd zijn, waardoor de schimmel zich eventueel heel gemakkelijk van de bakken en potten uit door de gedesinfecteerde aarde zal kunnen verspreiden.

Voor desinfectie van den grond gebruikte ik formaline en uspulun, welk laatste middel in de Verslagen en Mededeelingen van den Plantenziektenkundigen Dienst voor de bestrijding van *Thielavia* op *Primula obconica* aanbevolen wordt. Geheel steriel gekweekte *Primula*plantjes werden opgepot met tuingrond afkomstig uit Maarssen, waarin, zooals in hoofdstuk VI reeds gebleken is, *Thielavia* voorkomt. De aarde is minstens 10 dagen voor het gebruik met formaline ($\frac{1}{2}$ L. 40% in 6 L. warm water 50° C) of met uspulun (oplossing van $\frac{1}{4}$ %) behandeld.

De plantjes werden zoowel in kas I als in kas II gezet.

In beide kassen hebben de plantjes, opgepot met aarde bewerkt met formaline of op aarde bewerkt met uspulun, zich heel goed ontwikkeld. Alle worteltjes waren geheel wit en gaaf, zwarte vlekjes kwamen dus niet voor.

Bij gebrek aan materiaal heb ik tot mijn spijt niet na kunnen gaan of azijnzuur met hetzelfde succes kan worden aangewend ter bestrijding van het bruine wortelrot der *Primula*'s zooals D o r a n dit voor de tabak constateerde.

Bij de gronddesinfectie zal men dan gunstige resultaten mogen verwachten, wanneer de ziekte der *Primula obconica* inderdaad het wortelrot is, veroorzaakt door *Thielaviopsis basicola*; deze desinfectie zal echter geen gunstigen invloed hebben op *Primula*'s, die tengevolge van een verkeerde kweekwijze chlorotisch geworden zijn.

Verandering van de grondreactie. Het verlagen van de pH van den grond der gekalkte tabaksvelden tot pH 5.6 met behulp van

zwavel, zooals D o r a n dat aangeeft (blz. 43), is in de praktijk goed uitvoerbaar.

Uit hoofdstuk V is evenwel gebleken, dat in het geval van *Primula*, in het veranderen van de grondreactie der aarde geen bestrijdingsmethode gezocht kan worden.

Kweken van resistente rassen. Verscheidene onderzoekers hebben met succes gezocht naar tabaksvariëteiten, die tegen *Thielaviopsis* resistent zijn. Vooral J o h n s o n en M i l t o n (1919), O r t o n en O l s o n (1925), en J o h n s o n (1930) moeten hier genoemd worden, terwijl in het verslag van de Dominion Exp. Farms of Canada (1924) en dat van Agr. Exp. Stat. of Florida hieromtrent ook mededeelingen gedaan worden.

Het is wenschelijk dat bij het winnen van nieuwe *Primula*-rassen op de gevoeligheid voor *Thielaviopsis* gelet zal worden.

SUMMARY.

In many nurseries considerable damage has been done in recent years by a root-rot of *Primula obconica* Hance. The first symptom of this disease is the appearance of small black spots on the roots. These spots may extend into a brown discoloration. In serious cases, most of the roots are entirely brown and disintegrated.

The result of this root-rot is a shrivelling of the oldest leaves of the plant, while the others become yellow with the exception of the youngest one, which shows a stunted growth and may assume a greenish-red colour. In less serious cases the older ones become distinctly mottled. The leaf-parenchyma becomes greenish-yellow or yellow, sometimes even white, with the exception of a green zone along the principal veins.

On the black spots on the roots occur masses of chlamydospores of the fungus *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris. In the disintegrated root-tissues the mycelium and the spores of the same fungus can be detected easily. By inoculation-experiments this fungus was proved to be the cause of the disease under discussion.

External conditions influence the amount of damage done to the plant by the fungus. Experiments on the influence of temperature and pH on the growth of the fungus and the infection were performed.

The growth of *Thielaviopsis basicola* proved to be very different at different temperatures (fig. 4). Inoculations were most successful when performed at the temperatures at which *Thielavia basicola* develops well (20°—26° C).

Furthermore, the fungus was grown in malt-solutions of different acidities. A fair development occurred over a pH range of

5.2 to 8.0. In more acid solutions growth decreased, and hardly any development took place at pH 3.2.

To investigate the influence of the pH on the infection, *Primula*-plants were grown in culture-solutions with a pH of 4.8, 5.6, 6.4, 7.2 and 8.0. (As the plants proved to develop very well in a culture-solution of v. d. Crone, to which 0.0005 gr. H_3BO_3 per L. had been added, this solution was used as a standard-solution).

At pH 6.4 the best development resulted. If the solution was more alkaline, the size of plants decreased. In a more acid solution the plants developed poorly, especially so at pH 4.8.

Inoculations-experiments with *Thielaviopsis basicola* showed that the plants grown at pH 4.8, 5.6 and 6.4 were very susceptible. The plants grown at pH 7.2 and especially at pH 8.0, were less seriously damaged (fig. 5).

Another series of experiments was performed with plants grown in ordinarily soil used for cultivation of *Primulas*. The pH of this soil (6.8) was changed by adding either CaCO_3 or NaNO_3 , or either H_2SO_4 or $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ to it. Plants developed well on ordinary *Primula*-soil, while growth was less vigorous when any one of the chemicals just mentioned was added.

When these plants were inoculated with *Thielaviopsis basicola*, very serious damage was done to those grown in soil to which $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ had been added. The plants grown in soil to which either CaCO_3 or H_2SO_4 had been added, showed serious symptoms of disease, too, while those grown in soil to which NaNO_3 had been added or in ordinary *Primula*-soil, showed only moderate symptoms of disease.

As a result of these experiments it can be stated that the disease cannot be controlled by adding NaNO_3 or CaCO_3 , H_2SO_4 or $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ to the soil.

The composition of the soil is very important in the cultivation of *Primula obconica*. Nursery-men have the best results when they use the following mixture: $\frac{1}{3}$ garden-soil, $\frac{1}{3}$ leaf-mold (more than one year old), $\frac{1}{3}$ well prepared manure, peat-litter and sand.

Thielaviopsis basicola proved to be present in garden-soil, and also in the „mud” (bagger) that is often used in nurseries. Plants grown in these kinds of soil are therefore apt to contract the disease. Especially when manure that has not been well prepared

is added a serious infection may result. Primulas grown on a mixture of garden-soil, leaf-mold and manure may show rather serious symptoms of disease. If peat-litter, which changes the texture of the soil and makes it looser, is added, the symptoms decrease. By adding compact „mud” the favorable influence of peat-litter is destroyed.

If one has to use soil contaminated with *Thielaviopsis basicola*, one must take care that this soil is not pressed into the pots, for in very compact soil the disease is more liable to become serious.

Inoculations were performed with two strains of *Thielaviopsis basicola* isolated from Primula, one from tobacco, and one from Poinsettia. These strains proved not to be identical in their pathogenicity. Primula-plants were more seriously damaged by the strains from Primula than by that from tobacco, while the strain from Poinsettia was less virulent to them than that from tobacco.

Tobacco-plants were more seriously attacked by the strain from tobacco than by that from Poinsettia, while the strains from Primula were less virulent to them than that from Poinsettia.

Bean-plants were more seriously damaged by the strain from Poinsettia than by that from tobacco, while the strains from Primula were less virulent to them than that from Poinsettia.

To control this root-rot of *Primula obconica* various methods of soil disinfection are recommended.

LITERATUURLIJST.

- Aderhold, R. Impfversuche mit *Thielavia basicola* Zopf.
 1905 Arb. Biol. Abt. für Land und Forstwirtschaft. Bnd. 4. p. 463.
- Anderson, P. J. en Morgan, M. F. Black rootrot and soil reaction.
 1925 Conn. Agr. Exp. Stat. Tobacco Stat. Bull. 6 1926 p. 59T.
 ———, Vincent Osmun, A. en Doran, W. L. Soil reaction
 and black root-rot of tobacco.
 1926 Mass. Agr. Exp. Stat. Bull. 229 p. 118.
- Berkeley, M. J. en Broome, C. E. *Torula basicola* n.s.
 1850 Ann. and Mag. of Nat. Hist. 2 ser. Vol. V p. 461.
- Brierley, W. B. The „Endoconidia” of *Thielavia basicola* Zopf.
 1915 Ann. of Bot. Vol. 29 p. 483.
- Briggs, L. J. The field treatment of tobacco root-rot.
 1908 U. S. Dep. Agr. Bur. of Plant Industry Circ. 7 1908.
- Capus, G., Leulliot, F. en Foëx, E. Le tabac.
 1929 Tome 2 p. 195.
- Chittenden, F. J. On some plant diseases new to, or little known in Britain.
 1911 Journ. Roy. Hort. Soc. Vol. 37 1912 p. 545.
- Clinton, G. P. Root rot of tobacco. *Thielavia basicola* (B. et Br.) Zopf.
 1906 Conn. Agr. Exp. Stat. Rep. 1906 Part V. p. 342 1907.
 ——— Root rot of tobacco. II.
 1907 Conn. Agr. Exp. Stat. Rep. 1907 Part VI. p. 363 1908.
 ——— en Jenkins, E. H. Root rot of tobacco.
 1906 Conn. Agr. Exp. Stat. Bull. Immed. Inform. 4.
- Conant, G. H. Histological studies of resistance in tobacco to *Thielavia basicola*.
 1927 Am. Journ. of Bot. Vol. 14 p. 457.
- Decrock, E. Anatomie des Primulacées.
 1901 Ann. des Sciences Nat. 8 sér. Bot. Tome 13 p. 1.
- Diddens, H. A. Onderzoekingen over den vlasbrand veroorzaakt door
Pythium megalacanthum de Bary.
 1931 Diss. Amsterdam.
- Doran, W. L. Relation of the adjustment of soil reaction to black root-rot
 of tobacco.
 1927 Science 66 p. 661.
 ——— Effects of soil temperature and reaction on growth of tobacco
 infected and uninfected with black root-rot.

- 1929 Journ. Agr. Res. Vol. 39 p. 853.
 ——— Increasing soil acidity as a means of controlling black root-rot of tobacco.
- 1931 Mass. Agr. Exp. Stat. Bull. 276 p. 118.
 ——— Acetic acid as a soil disinfectant.
- 1928 Journ. Agr. Res. Vol. 36 p. 269.
- Eristavi, E. M. en Mordvintzeff, A. I. (A brief survey of plant diseases in Abkasia in 1929).
- 1930 Publ. Agr. Exp. Stat. Abk. ref.: Rev. Appl. Myc. 1931 p. 345.
- Ferraris, T. Hyphales Soc. Bot. Ital. Flora Ital. Crypt. 1 p. 233.
 cit: McCormick. Perithecia of *Thielavia basicola* Zopf in Culture 1925.
- Fischer, E. en Gäumann, E. Biologie der Pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze.
 1929 Jena.
- Gäumann, E. Vergleichende Morphologie der Pilze.
 1926 Jena.
- Gilbert, W. W. The root-rot of tobacco caused by *Thielavia basicola*.
 1909 U. S. Dep. Agr. Bur. of Plant Industry. Bull. 158.
 ——— An improved method for isolation of *Thielavia basicola*.
 1926 Phytopath. Vol. 16 p. 579.
- Handelsblad voor den Tuinbouw.
 1931 Jaarg. 7 No. 26.
- Johnson, J. Host plants of *Thielavia basicola*.
 1916 Journ. Agr. Res. Vol. 7 p. 289.
 ——— Resistance in tobacco to the root-rot disease.
 1916 Phytopath. Vol. 6 p. 167.
 ——— Breeding tobacco for resistance to *Thielavia* root-rot.
 1930 U. S. Dep. Agr. Techn. Bull. 175.
 ——— en Hartman, R. E. Influence of soil environment on the root-rot of tobacco.
 1919 Journ. Agr. Res. Vol. 17 p. 41.
 ——— en Milton, R. H. Strains of White Burley tobacco resistant to root-rot.
 1919 U. S. Dep. Agr. Bull. 765.
- Jones, L. R. Experimental work on the relation of soil temperature to disease in plants.
 1922 Transact. Wisc. Acad. Vol. 20 p. 433.
 ——— The relation of environment to disease in plants.
 1924 Am. Journ. Bot. Vol. 11 p. 601.
 ———, Johnson, J. en Dickson, J. G. Wisconsin studies upon the relation of soil temperature to plant disease.
 1926 Agr. Exp. Stat. Univ. Wisc. Res. Bull. 71 p. 40.
- Kamienski, Fr. von Zur vergleichende Anatomie der Primeln.
 1875 Diss. Strazburg.

- Labrousse, F. en Sarejanni, J. Recherches physiologiques sur quelques champignons parasites.
 1930 Phytopath. Zeitschr. Bnd. 2 p. 1.
- McCormick, Fl. A. Perithecia of *Thielavia basicola* Zopf in culture and the stimulation of their production by extracts from other fungi.
 1925 Ann. Agr. Exp. Stat. Bull. 269 p. 539.
- McKay, M. B. *Thielavia basicola* on watermelon in Oregon.
 1922 Phytopath. Vol. 12 p. 445.
- Mandelson, L. F. Black root-rot of tobacco in New South Wales.
Thielavia basicola (B. et Br.) Zopf.
 1927 Agr. Gaz. New South Wales 38 p. 523. ref: Rev. Appl. Myc. Vol. 7 p. 66. 1928.
- Massee, G. A disease of sweet peas, asters and other plants.
 1912 Roy. Bot. Gardens Kew. Bull. Misc. Inform. p. 44.
- Meer, J. H. H. vander. Vlasbrand.
 1928 Tijdschr. over Plantenziekten. Jaarg. 34 p. 126.
- Morgan, M. F. en Anderson, P. J. The effect of some nitrogenous fertilizers on soil reaction.
 1927 Conn. Agr. Exp. Stat. Rep. Tobacco Stat. 1927 Bull. 10 p. 51T 1928.
 ———, ——— en Dorsey, H. Soil reaction and liming as factors in tobacco production in Connecticut.
 1929 Conn. Agr. Exp. Stat. Bull. 306 p. 773.
- Narberhaus, W. Feinde und Krankheiten der *Primula obconica*.
 1926 die Gartenwelt. Jahrg. 30 p. 212.
- O'Gara, P. J. Occurrence of *Thielavia basicola* as a root-rot parasite of watermelons in the Salt-Lake Valley Utah.
 1915 Science n.s. Vol. 42 No. 1079.
- Orton, C. R. en Olson, O. Tobacco resistant to black root-rot in Pennsylvania.
 1925 Pennsylv. State Coll. Agr. Exp. Stat. Bull. 193.
- Pape, H. Ueber eine Blatterkrankung bei *Primula obconica* Hance.
 1924 Angew. Bot. 6 p. 255.
- Peglion, V. Marciume radicale delle piantine di tabacco causata dalla *Thielavia basicola* Zopf.
 1897 Centrbl. Bakt. Abt. 2 Bnd. 3. p. 580.
 ——— La moria della piantine nei semenzai. Ricerche intorno ai mezzi de difesa.
 1900 Staz. Sper. Agr. Ital. Vol. 33 p. 221.
- Peters. Zur Biologie von *Thielavia basicola* Zopf.
 1921 Mitt. Biol. Reichsanst. Land u. Forstwirtschaft. Jahresber. 16 p. 63.
- Pethybridge, G. H., Lafferty, H. A. en Rhynehart, J. G. Investigations on flax diseases.
 1922 Journ. Dep. of Agr. and Techn. Inst. for Ireland. Vol. 22 p. 110.
- Reddick, D. Diseases of the violet.
 1913 Mass. Hort. Soc. Transact. 1913 p. 85.

- Roodenburg, J. W. M. Zuurstofgebrek in den grond in verband met wortelrot.
1927 Diss. Utrecht.
- Rosenbaum, J. Infection experiments with *Thielavia basicola* on ginseng.
1912 Phytopath. Vol. 2 p. 191.
- Saccardo, P. A. *Thielavia basicola* Zopf.
1882 Syll. Fung. Vol. 1 p. 39.
——— *Torula basicola* B. et Br.
1886 Syll. Fung. Vol. 4 p. 257.
——— *Clasterosporium fragile* (Sorok.) Sacc.
1886 Syll. Fung. Vol. 4 p. 386.
- Schaffnit, E. en Meyer-Hermann, K. Ueber den Einfluss der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen.
1930 Phytopath. Zeitschr. Bnd. 2 p. 99.
- Schoevers, T. A. C. Grondontsmetting.
1931 Versl. en Meded. Plantenziektenk. Dienst No. 63 p. 12.
- Selby, A. D. Investigations of plant diseases in forcing house and garden.
1896 Ohio Agr. Exp. Stat. Bull. 73.
——— Tobacco diseases and tobacco breeding.
1904 Ohio Agr. Exp. Stat. Bull. 156, 95.
——— Soil treatment of tobacco plant beds.
1906 Ohio Agr. Exp. Stat. Circ. 59.
- Slagg, C. M. 1924 Rep. Tobacco Division. Dep. of Agr. Dom. of Canada.
- Sorauer, P. Ueber die Wurzelbräune der Cyclamen.
1895 Zeitschr. Pflanzenkrankh. Bnd. 5 p. 18.
- Sorokin, N. Ueber *Helminthosporium fragile* s.n.
1876 Hedwigia Bnd. 15 p. 113.
- Taubenhaus, J. J. The diseases of the sweet pea.
1914 Delaw. Coll. Agr. Exp. Stat. Bull. 106 p. 10.
- Thaxter, R. Fungus in violet-roots.
1891 Conn. Agr. Exp. Stat. Ann. Rep. 1891 p. 166.
- Tisdale, W. B. Tobacco diseases in Gadsen County. in 1922.
1922 Univ. Flor. Agr. Exp. Stat. Bull. 166 p. 103.
——— Tobacco culture in Florida.
1928 Univ. Flor. Agr. Exp. Stat. Bull. 198 p. 392, 425.
- Verslagen en Mededeelingen van den Plantenziektenkundigen Dienst, Wageningen.
1928 Verslag over het jaar 1928 No. 58 p. 30.
1929 Verslag over het jaar 1929 No. 62 p. 35.
- Wiggin, W. W. en Gourley, J. H. Studies on the reaction of greenhouse soils to the growth of plants.
1931 Ohio Agr. Exp. Stat. Bull. 484 p. 24.
- Williams, P. H. Root-rot of the tomato caused by *Thielavia basicola*.
1925 Exp. and Res. Stat. Cheshunt. Ann. Rep. 11 p. 74.

-
- Thielavia root-rot of the tomato.
- 1926 Exp. and Res. Stat. Cheshunt. Ann. Rep. 12 p. 26.
- Zopf, W. Ueber Thielavia basicola, einen endophytischen Parasiten in den Wurzeln des Senecio elegans.
- 1876 Verhdl. Bot. Ver. Prov. Brandenb. Jahrg. 18 p. 101.
-
- 1890 Die Pilze.
-
- Ueber die Wurzelbräune der Lupinen, eine neue Pilzkrankheit.
- 1891 Zeitschr. Pflanzenkrankh. 1 p. 72.

STELLINGEN

I.

De verwelkingsziekte van katoen, in Egypte, wordt door verschillende *Fusarium* species veroorzaakt.

Fikry. Ann. of Bot. Vol. 36 1932.

II.

Phytophthora leptovascularum is de oorzaak van de zeefvatenziekte der koffie.

Phytopath. Zeitschr. Bnd. IV 1932,
pag. 65 en 539.

III.

Door verandering van de reactie van den grond kan het wortelrot van *Primula obconica*, veroorzaakt door *Thielaviopsis basicola*, niet bestreden worden.

IV.

Flory heeft niet bewezen, dat de cotylen van *Helianthus* geen groeistof bevatten.

Jahrb. wissensch. Bot. Bnd. 77 1932.

V.

Het is zonder meer niet geoorloofd met Beyer te concludeeren, dat bij de door hem verkregen geotropische krommingen geen groeistof in het spel is.

Planta Bnd. 18 hft. 3 1932.

VI.

Ten onrechte beschouwt Tüxen de beukenbosschen van het westelijk deel der Noordduitsche laagvlakte als cultuurbosschen.

Hesmer Zeitschr. Forst. u. Jagdwesen Jahrg. 64 1932.

VII.

De veenwouden van de laagvlakte van Oost-Sumatra moeten als hoogveen beschouwd worden.

VIII.

De amylase van speeksel en pancreas kan bij vertebraten (met uitzondering van den mensch) hoofdzakelijk slechts beteekenis hebben voor de vertering van glycogeen.

