



Onderzoeken over Rhizoctonia

<https://hdl.handle.net/1874/283299>

4. Dec. 192, 1925

ONDERZOEKINGEN OVER RHIZOCTONIA



K. SIMON THOMAS

ONDERZOEKINGEN OVER RHIZOCTONIA

ORIGINAL FROM THE UNIVERSITY OF UTAH

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK UTRECHT



3596 9090

Diss. Utrecht 1925

ONDERZOEKINGEN OVER RHIZOCTONIA

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN
DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN
NATUURKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVER-
SITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN
RECTOR MAGNIFICUS DR. H. F. NIERSTRASZ,
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER
WIS- EN NATUURKUNDE, VOLGENS BE-
SLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVER-
SITEIT, TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE
FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE
TE VERDEDIGEN OP MAANDAG 2 FEBR.

1925 DES NAMIDDAGS 4 UUR, DOOR

KAREL SIMON THOMAS,

GEBOREN TE ROTTERDAM



AAN MIJN VROUW

Aan het einde van mijn studie aan de Universiteit is het mij een behoefte U, Hoogleeraren in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde, te danken voor al hetgeen Gij tot mijn wetenschappelijke ontwikkeling bijgedragen hebt.

Hooggeleerde WESTERDIJK, Hooggeachte Promotrix, tot U wil ik in 't bijzonder een woord van hartelijke dank richten voor de leiding, die ik gedurende het bewerken van dit proefschrift van U genoten heb. Daarnaast echter hebt Gij mij de weg gewezen op het uitgebreide gebied der phytopathologie, en als ik mij in de toekomst aan de bestrijding der plantenziekten wijd, eerst dan zal ik ten volle beseffen, welk een voorrecht het geweest is de lessen ontvangen te hebben, die Gij uit Uw rijke ervaring aan Uw leerlingen meegeeft.

Tenslotte wil ik nog de gastvrijheid gedenken, die mij in het Phytopathologische Laboratorium „Willie Commelin Scholten” ten deel gevallen is en die ik zoo bijzonder op prijs gesteld heb.

INHOUD.

	Bladz.
<i>Inleiding</i>	1
HOOFDSTUK I.	
<i>Litteratuuroverzicht</i>	3
HOOFDSTUK II.	
<i>Materiaal</i>	22
HOOFDSTUK III.	
<i>Phytopathologisch onderzoek.</i>	
§ 1. <i>Inleiding</i>	26
§ 2. <i>Methode</i>	32
§ 3. <i>Resultaten</i>	33
HOOFDSTUK IV.	
<i>Mycologisch onderzoek</i>	42
§ 1. <i>Macroscopisch onderzoek</i>	43
§ 2. <i>Microscopisch onderzoek</i>	51
§ 3. <i>Invloed van de temperatuur op de myceliumontwikkeling</i>	56
HOOFDSTUK V.	
<i>Specifiek infectievermogen</i>	60
<i>Bespreking van de resultaten</i>	63
<i>Litteratuur</i>	66
<i>Tabellen</i>	73
<i>Verklaring van de platen</i>	98

INLEIDING.

Onder de vertegenwoordigers van het schimmelgeslacht *Rhizoctonia* zijn talrijke bekende plantenparasieten, waarvan die van de aardappelplant wel het meeste op de voorgrond treedt. Behalve de aardappel zijn het voornamelijk allerlei soorten van kiemplanten, die van aantasting door *Rhizoctonia* te lijden hebben.

De meeste onderzoekers beschouwen al deze parasieten als verschillende stammen van *Rhizoctonia Solani* K., enkele daarentegen rekenen hen tot meer dan één soort.

Bij mijn onderzoek heb ik mij de volgende vragen gesteld:

1. Is *Rhizoctonia Solani* K. een plurivore soort, tast hij talrijke soorten van planten aan, of heeft elke voedsterplant een bepaalde soort van *Rhizoctonia* tot parasiet en bestaan er dus nog andere parasitaire soorten?

2. Bestaan er van *Rhizoctonia Solani* K. stammen, die aan een bepaalde voedsterplant of een bepaalde familie gebonden zijn?

3. Welke zijn de microscopische en macroscopische kenmerken van deze soorten en stammen?

4. Behooren de Orchideeënsymbionten tot *Rhizoctonia Solani* K. en kunnen zij als parasieten optreden?

5. Behoort *Moniliopsis Aderholdii* Ruhl. tot het geslacht *Rhizoctonia*?

Deze vragen heb ik getracht op te lossen door van een groot aantal *Rhizoctonia*-stammen de pathogene werking op verschillende voedsterplanten, onder verschillende omstandigheden na te gaan en hen bovendien zeer nauwkeurig in hun groei en microscopische kenmerken te vergelijken. Op zulk

een uitgebreide wijze is tot nu toe niet met vertegenwoordigers van dit schimmelgeslacht gewerkt.

Het materiaal voor deze proeven heb ik gedeeltelijk uit de collectie van het Centraalbureau voor Schimmelcultures te Baarn betrokken, gedeeltelijk zelf geïsoleerd.

HOOFDSTUK I.

Litteratuuroverzicht.

A. P. DE CANDOLLE (1815) geeft de naam *Rhizoctonia* aan twee schimmels, waarvan de ééne op *Medicago sativa* een ziekte verwekt en *Rhizoctonia Medicaginis* genoemd wordt, de andere oorspronkelijk op *Crocus sativus* leeft en daarom *Rh. Crocorum* heet. Vóór die tijd zijn er ook al enkele mededeelingen over zulk een schimmel en een dergelijke ziekte verschenen, n.l. van DU HAMEL DU MONCEAU (1728) over een ziekte van *Crocus sativus* en van FOUGEROUX DE BONDAROY (1782) over een ziekte van *Asparagus* sp. DU HAMEL geeft aan de schimmel de naam *Tuberoides*, wegens de gelijkenis met *Tuber*, BULLIARD (1791) *Tuber parasiticum* en PERSOON (1801) *Sclerotium Crocorum*. Behalve de twee bovengenoemde soorten onderscheidt DE CANDOLLE ook nog een twijfelachtige soort, *Rh. Mali*, op appelboomen.

NEES VON ESENBECK (1816) noemt de *Crocus*-schimmel *Thanatophyllum Crocorum*. Naar zijn teekeningen te oordeelen is het wel degelijk *Rhizoctonia*.

FRIES (1823) beschouwt *Rhizoctonia* als verwant met het geslacht *Sclerotium* van de *Sclerotiaceae*. Daar FRIES' werk als uitgangspunt voor de mycologische nomenclatuur beschouwd wordt, is het van belang op te merken, dat hij in deze volgorde drie soorten aangeeft, 1°. *Rh. Crocorum* DC., 2°. *Rh. Medicaginis* DC. en 3°. *Rh. muscorum* Fr., verder *Rh. Mali* DC. onder de species ignotae. Zonder twijfel bedoelt hij hier de schimmels van *Crocus* en *Medicago*. Bovendien is volgens hem *Sclerotium Crocorum* Pers. synoniem met *Rh. Crocorum* DC. In 1828 vindt FRIES nog een nieuwe soort, *Rh. Batatas* op *Ipomoea Batatas*.

LINK (1824) schrapt *Rh. Mali* en voegt toe *Rh. strobilina*.

DUBY (1830) voegt er bij *Rh. Allii* Graves en plaatst het geslacht dicht bij *Sclerotium* (Sclerotaceae, Lycoperdaceae).

In 1843 deelt LÉVEILLÉ mede, dat op *Rubia tinctorum*, *Solanum tuberosum*, *Phaseolus* sp. en *Tulipa* sp. een *Rhizoctonia* gevonden is, maar welke soort het is, zegt hij niet. De *Rhizoctonia*, die op aardappel leeft, heeft een roodachtig mycelium. Zeer waarschijnlijk is het dus niet de later ontdekte *Rh. Solani*.

Alle genoemde *Rhizoctonia*'s, die morphologisch weinig verschillen, worden door de TULASNE's (1851) tot één soort, *Rh. violacea*, samengevoegd, ook die vormen, die zij zelf nog vinden op *Trifolium pratense* en *Citrus Aurantium*. Behalve hyphen en hyphenkluwens beschrijven zij ook dezelfde organen, die DE CANDOLLE „tubercules” genoemd heeft, n.l. de z.g. sclerotia. De TULASNE's noemen hen „corps miliaires”.

WESTENDORP (1852) beschrijft een nieuwe soort, *Rh. rapae*, die men volgens ROSTRUP (1886) echter moeilijk voor een *Rhizoctonia* houden kan.

In 1858 verschijnen de belangrijke onderzoekingen van KÜHN, die in de eerste plaats aantoonen, dat er nog een andere soort is, die vooral op aardappel voorkomt, afwijkend van de *Rhizoctonia* van *Crocus sativus*, enz. KÜHN beschouwt deze schimmel als een afzonderlijke soort, omdat zijn morphologische kenmerken sterk van die van de vroeger beschreven soorten verschillen, en noemt hem *Rh. Solani*. Daarnaast vindt hij op biet en wortel een violette *Rhizoctonia*, die hij nooit als afzonderlijke soorten beschreven heeft, maar als *Rh. Medicaginis*. Wat EIDAM en anderen hierover schrijven, berust op vergissingen. Op aardappel heeft KÜHN eerst na 1858 *Rh. Medicaginis* waargenomen. Echter is volgens hem *Rh. Solani* veel minder schadelijk dan *Rh. Medicaginis*, een opvatting, die ook in Amerika en Engeland lange tijd gegolden heeft.

Tot nog toe waren van *Rhizoctonia*, behalve het mycelium, alleen stroma-achtige organen bekend. Deze organen worden eerst voor het belangrijkste deel van de plant gehouden, of voor vruchtlichamen, later als pseudoparenchymatische lichamen herkend. Hun inwendige bouw onderscheidt hen ten eenen-

male van echte sclerotia. Een volkomen stadium was echter nooit aangetroffen, totdat in 1861 FÜCKEL samenhang tusschen *Byssothecium circinans* en *Rh. Medicaginis* meende te ontdekken, en van dat oogenblik af zijn verschillende *Ascomycetes* en *Basidiomycetes* als het sporenstadium van *Rhizoctonia* beschreven. De eenige gronden, waarop intusschen deze uitspraak van FÜCKEL steunt, zijn blijkbaar deze, dat beide vormen op dezelfde plant voorkomen en dat de perithecia van *Byssothecium circinans* violet slijm en violette sporen bevatten, terwijl *Rh. Medicaginis* violette hyphen heeft. Enkele jaren later (1869) rangschikt FÜCKEL *Rh. Asparagi* en *Rh. Solani* onder de *Fungi imperfecti*, terwijl *Rh. Medicaginis* blijkbaar bij de *Ascomycetes* behoort.

In 1882 verschijnen twee mededeelingen, één uit Nederlandsch-Indië en één uit Frankrijk, over een schimmel in kiembedden, die zich met groote snelheid verbreidt en in korte tijd tallooze plantjes doodt. MOENS vindt hem in bedden met jonge kina-zaailingen, waar de geheele grond „als met spindraadweefsel” bedekt is; hij waagt zich echter niet aan geslachts- of soortsbepaling. THERRY en THIERRY beschrijven hun schimmel daartegen als *Mortierella arachnoides*. Wel hebben zij geen fructificatie gevonden en bestaat de schimmel alleen uit zeer dunne, gesepteerde hyphen, maar hij komt zeer veel overeen met *Mort. Ficariae*, die ook in één nacht meters groeien kan. De schimmel, waarvan hier sprake is, is zonder eenige twijfel dezelfde als die, welke enkele jaren later in Duitschland als „Vermehrungspilz” beschreven is, maar waarvan de identiteit niet dadelijk vastgestaan heeft. SORAUER n.l. deelt in zijn „Handbuch der Pflanzenkrankheiten” (1886) mede, dat er in kassen dikwijls een zeer verwoestend mycelium optreedt, vooral als de temperatuur hoog is. De meening van de Fransche onderzoekers neemt hij niet voetstoots over, maar welke schimmel het dan wel is, maakt hij niet uit. Het voornaamste is, dat bestrijding mogelijk is. De verschillende *Rhizoctonia*-soorten zijn hem bekend, maar aan verwantschap daarmee denkt hij niet.

ROSTRUP (1886) vermeldt het eerste optreden van *Rhizoc-*

tonia in Denemarken en geeft tegelijkertijd critiek op vroegere onderzoekingen. Volgens hem zijn verschillende schimmels ten onrechte als *Rhizoctonia* beschreven, b.v. *Rh. muscorum* Fr., *Rh. strobilina* Link en *Rh. rapae* West. In Denemarken komt *Rhizoctonia* op *Daucus*, *Trifolium*, enz. voor. *Rh. Medicago*, die hij op *Trifolium* vindt, heeft behalve hyphen met wijnroode inhoud, talrijke kleine, donkerroode tot zwarte wratjes, 0.1 m.M. groot, en weinig „tubercules”, d.z. de z.g. sclerotia. *Rh. Solani* heeft hij niet aangetroffen.

Het volgende jaar heeft men een onderzoek van EIDAM over een schimmel op jonge bietenplanten, die afwijkt van *Rh. Medicago* door zijn hyphen, die eerst kleurloos, later bruin zijn, en zijn kleine, bruine sclerotia. Ten onrechte noemt EIDAM deze schimmel *Rh. Betae* K. Het moet zijn *Rh. Betae* EIDAM, en dan slechts als een synoniem van *Rh. Solani* K.

PRILLIEUX (1891) beschrijft een violette *Rhizoctonia* op de wortels van biet en één op die van lucerne, die weinig onderling verschillen. Ook hij vermeldt de aanwezigheid van „corps miliaires”.

In hetzelfde jaar vinden PRILLIEUX en DELACROIX aan de basis van aardappelstengels een witachtig-grijs schimmelovertreksel, dat niet in de epidermis dringt, maar bij droogte gemakkelijk loslaat. Zij determineeren deze schimmel als *Hypochnus Solani* n.sp.; de basidia dragen 4 sterigmata en 4 hyaliene sporen. Op de knollen, die normaal van grootte waren, hebben zij niets van een *Rhizoctonia* waargenomen; toch moet dit naar alle waarschijnlijkheid het fertiele stadium van *Rh. Solani* geweest zijn, al heeft het nog meer dan tien jaar geduurd, voordat men tot deze ontdekking kwam.

PAMMEL (1891) heeft het eerst in Amerika een *Rhizoctonia* op biet waargenomen. Uit de beschrijving blijkt, dat *Rh. Solani* bedoeld is, maar evenals EIDAM heeft hij de schimmel *Rh. Betae* K. genoemd.

In 1892 komt een mededeeling van ATKINSON over een steriele schimmel op katoen, die de jonge plantjes bij massa's doodt. ATKINSON heeft het geslacht en de soort niet bepaald, maar wel noemt hij enkele typische kenmerken van *Rhizoc-*

tonia, n.l. dat de zijhyphen aan de basis in de richting van het meristeem gebogen en iets ingesnoerd zijn en de eerste dwarswand op 15—20 μ afstand ligt. Drie jaar later vermeldt hij een dergelijke schimmel op allerlei zaailingen onder glas in Ithaca, o.a. sla, kool, radijs en *Solanum Melongena*.

PRUNET (1893) beschrijft de *Rhizoctonia*, die zoowel op als in de wortels van *Medicago sativa* leeft. De schimmel vormt twee soorten van sclerotia, hyphenkluwens en een ascosporen-vorm, identiek met *Byssothecium circinans*.

In 1894 wordt de bestudeering van de kweekkasschimmel („Vermehrungspilz”) in Frankrijk in een verkeerde baan geleid. PRILLIEUX en DELACROIX noemen de ziekte, door de schimmel verwekt: „maladie de la toile”, omdat er bij de wortelhals van de aangetaste plantjes een compleet weefsel ontstaat. De schimmel zelf is volgens hen een steriele vorm van *Botrytis cinerea*, die zij later op de plantjes aantreffen. MANGIN (1894) is van oordeel, dat eerst de aanwezigheid van de *Peziza*-vorm het onweerlegbare bewijs levert, dat men met een *Botrytis* te doen heeft, maar ook hij meent, dat de schimmel de meeste overeenkomst met *Botrytis* vertoont. Na hem betoogen SORAUER (1896), ADERHOLD (1897) en BEAUVÉRIE (1899) hetzelfde, van wie de laatste zelfs de voorwaarden opnoemt, waaronder *Botrytis cinerea* in zijn parasitaire, steriele vorm overgaat, n.l. een temperatuur van 30°—35°¹⁾, een met waterdamp verzadigde atmosfeer en een middelmatig rijke voedingsbodem. Ik behoef niet te zeggen, dat al deze resultaten het gevolg zijn van het feit, dat men niet steriel gewerkt heeft. De onderzoekingen van ADERHOLD zijn voor een groot deel zeer goed en bevatten verscheiden belangrijke gegevens, maar het duurt tot 1908, voordat RUHLAND het vraagstuk van de kweekkasschimmel in de goede richting stuurt.

FRANK (1898) beschrijft de „Kartoffelfäule” en noemt *Rhizoctonia Solani* K. als één van de verwekkers, maar hij ziet nog geen verband tusschen *Rhizoctonia Solani* en *Hypochnus Solani*, want in zijn boek: „Die Pilzparasitären Krankheiten

¹⁾ In deze publicatie wordt de temperatuur in graden Celsius uitgedrukt.

der Pflanzen" rangschikt hij deze onder de Basidiomycetes, gene, evenals alle andere Rhizoctonia's, onder de Ascomycetes, waarvan alleen het mycelium bekend is.

DUGGAR (1899) en STEWART (1899) vermelden het optreden van Rhizoctonia Solani in Amerika op biet, Dianthus en op verschillende andere zaailingen, hoewel de schimmel nog ten onrechte Rh. Betae K. genoemd wordt.

Men vindt in de „Sylloge Fungorum XIV" (1899) een lijst van alle, op dat oogenblik bekende, Rhizoctonia-soorten. Deze lijst bevat veel twijfelachtige species, maar het belangrijkste ervan is, dat hier Rhizoctonia Solani K. en de violette Rhizoctonia, hij moge dan violacea, Medicaginis of Crocorum heeten, als identiek beschouwd worden, want, als er twee Rhizoctonia's zijn, die belangrijk onderling verschillen, dan zijn het wel deze twee schimmels.

In 1899 verschijnt nog eens een artikel van SORAUER over de kweekkassschimmel, dat echter van een veranderde opvatting blijk geeft. Hij heeft de schimmel uitvoeriger bestudeerd en evenals ADERHOLD veel zwarte sclerotia en z.g. Monilia-kettingen gevonden. Over een verwantschap met Sclerotinia wordt niet meer gesproken, maar welke plaats in het systeem de schimmel dan wel inneemt, wordt evenmin gezegd.

GÜNTZ (1899) deelt als eerste het optreden van Rhizoctonia violacea op Solanum tuberosum in Duitschland mede. Daarnaast heeft hij de schimmel ook op Trifolium, Medicago, enz. gevonden.

DUGGAR en STEWART (1901) publiceeren een belangrijk onderzoek over Rhizoctonia als oorzaak van plantenziekten in Amerika. Deze mededeeling was als een voorloopige bedoeld, terwijl zij later in een uitvoerig artikel alle morphologische en physiologische bijzonderheden verzamelen en een beschouwing over de soortskwestie houden wilden. Door verandering van werkzaamheden evenwel hebben zij dit oorspronkelijke plan laten schieten en is in 1915 alleen van DUGGAR een stuk verschenen, waarop ik later nog terug kom. In 1901 dan bespreken DUGGAR en STEWART het geslacht Rhizoctonia, waartoe een aantal steriele wortelschimmels behooren.

Hier wordt eigenlijk voor het eerst de morphologie duidelijk beschreven, en wel zóódanig, dat men zich m.i. niet meer in *Rhizoctonia* vergissen kan. Maar men moet niet op één kenmerk alleen letten, maar juist op het totaal van microscopische en macroscopische bijzonderheden. Hoewel zij niets over de soort zeggen, is het zeer waarschijnlijk, dat zij alleen met verschillende stammen van *Rhizoctonia Solani* te maken hebben gehad. Wat betreft de aardappel, meenen zij, dat de Amerikaansche *Rhizoctonia* van de Europeesche verschilt, omdat zij nooit de rotting van een knol, die met sclerotia bezet is, waargenomen hebben, maar meestal gebeurt dat in Europa evenmin. En tenslotte vermelden zij nog, zonder bewijzen daarvoor aan te voeren, dat sommige stammen zeer gespecialiseerd zijn, wat de voedsterplant aangaat.

In 1902 en 1904 verschijnt het belangrijke werk van ROLFS, die aantoon, dat *Rhizoctonia Solani*, die in de grond leeft, onder bepaalde omstandigheden op de stengels van de aardappelplant tot een paar c.M. boven de grond een onschadelijk schimmelvertreksel vormt, dat basidiosporen draagt. In het eerste stuk beschrijft ROLFS de ziekteverschijnselen van de plant en de wijze van aantasting, de infectieproeven met reincultures en enkele bestrijdingsmiddelen, in het tweede de verschillende ontwikkelingsstadia van de schimmel, n.l. het *Rhizoctonia*-stadium, het sclerotium-stadium en het *Corticium*-stadium. Er bestaat veel overeenkomst met *Hypochnus Solani* Prill. & Delacr., maar toch moet de schimmel tot het geslacht *Corticium* gerekend worden, en in verband met de, voor dit geslacht afwijkende, parasitaire levenswijze, krijgt hij de naam *Corticium vagum* B. & C. var. *Solani* Burt. In 1916 evenwel verklaart BURT de onderscheiding var. *Solani* overbodig.

ERIKSSON (1903) vermeldt het eerste optreden van *Rhizoctonia violacea* in Zweden op *Daucus Carota*, verder op *Beta*, *Medicago* en *Solanum tuberosum*. Volgens ERIKSSON bestaat er een f. sp. (*forma specialis*) *Dauci*, die voornamelijk op *Daucus* voorkomt, maar ook op andere planten kan overgaan. Misschien bestaan er evenzoo een f. sp. *Betae*, een f. sp. *Medicaginis*, enz. ERIKSSON betwijfelt, of de *Rhizoctonia* van DUGGAR en

STEWART (1901) identiek met de Europeesche *Rhizoctonia violacea* is, en volgens mij terecht, aangezien gene *Rhizoctonia Solani* is. Ook bestaat er, naar ERIKSSON meent, nog groote onzekerheid over de sporenvorm, die bij *Rhizoctonia violacea* behoort.

In 1904 verschijnt een korte mededeeling van SELBY over een kiemplantenziekte van tabak, veroorzaakt door *Rhizoctonia*. Nadere bijzonderheden over de morphologie ontbreken, maar volgens zijn eigen opvatting is het waarschijnlijk *Rhizoctonia Solani*.

Twee jaar later neemt Güssow het identiteitsvraagstuk van *Rhizoctonia Solani* en *Rhizoctonia violacea* weer ter hand en volgt geheel de opvatting van SACCARDO. Zijn artikel heeft weinig invloed gehad en is van verschillende kanten bestreden. Daar Güssow het werk van ROLFS (1904) kende, ging hij nog een stap verder en verklaarde niet alleen de naam *Rhizoctonia Solani* K. vervallen, maar eveneens de naam *Rhizoctonia violacea* Tul. Alleen *Corticium vagum* var. *Solani* blijft dus over. In hetzelfde jaar reeds wordt deze opvatting in twijfel getrokken door LAUBERT, die zelf de fructificatie van *Rhizoctonia Solani* op aardappelstengels waarneemt en de schimmel als *Hypochnus Solani* determineert. Hierin wijkt hij dus van ROLFS af, hetgeen hij motiveert met de woorden: „Als ein *Corticium* kann der Pilz nach der neueren Pilz-Nomenklatur (Engler-Prantl, p. 114—117) nicht bezeichnet werden”. LAUBERT heeft ook aan de stengelbasis van *Melilotus albus* een *Hypochnus* in samenhang met *Rhizoctonia* op de wortel gevonden; daarom oppert hij het denkbeeld, dat misschien ook *Rhizoctonia violacea* een *Hypochnus* en geen *Leptosphaeria circinans* als sporenvorm heeft. Zijn bestrijding van Güssows artikel is niet krachtig, hij vraagt alleen, waarom er niet verscheiden biologische rassen van *Rhizoctonia violacea* bestaan kunnen.

FREEMAN (1908) noemt *Rhizoctonia violacea* op *Medicago*.

In 1908 komen wij een stap nader tot de oplossing van het identiteitsvraagstuk van de kweekkasschimmel door het reeds genoemde onderzoek van RUHLAND, die niet alleen de opvatting van PRILLIEUX, DELACROIX e. a. weerlegt, maar even-

eens elk verband met *Sclerotinia* afwijst. Wel heeft men RUHLANDS uitspraak willen bestrijden met de bewering, dat de kweekkasschimmel iets anders is dan de „toile”, maar hiervoor bestaan volgens hem geen argumenten. RUHLAND zet als 't ware het werk van ADERHOLD voort en geeft een zeer nauwkeurige beschrijving van de schimmel met vermelding van pseudoconidia en pseudosclerotia (niet sclerotia!) En hiermee komt de kweekkasschimmel, die de naam *Moniliopsis Aderholdii* krijgt, al dicht bij *Rhizoctonia* te staan.

Hetzelfde jaar levert een bewijs van de verwarring, door SACCARDO en zijn aanhangers gesticht. STEWART, in samenwerking met FRENCH en WILSON vermelden het optreden van *Rhizoctonia Medicaginis* op lucerne in New York, maar dat zij de typische *Rhizoctonia-sclerotia* aantreffen, is volgens mij het bewijs, dat het *Rhizoctonia Solani* geweest is. Op deze wijze wordt de bestudeering van de litteratuur zeer bemoeilijkt.

In 1909 wordt het *Rhizoctonia*-vraagstuk op een nieuw gebied uitgebreid door de klassieke onderzoekingen van BERNARD over de endophytische schimmels van Orchideeën-wortels. Als hij de schimmel geïsoleerd en in cultuur gebracht heeft en hem wil determineeren, valt hem op, dat de tabellen te weinig bevatten over de groeiwijze van het mycelium, en juist door die kenmerken is BERNARD tot de gevolgtrekking gekomen, dat de Orchideeënsymbionten nauw verwant met *Rhizoctonia Solani* zijn. Vooral *Rhizoctonia mucoroides*, één van zijn drie soorten, vertoont zeer groote overeenkomst met *Rhizoctonia Solani* (of *Rhizoctonia violacea* volgens SACCARDO). Alleen de afmetingen van de Monilia-achtige hyphen verschillen. Tot nu toe had men het geslacht *Rhizoctonia* altijd met sclerotia gekend, maar ook al ontbreken hier bij één soort de sclerotia, toch behoort die soort tot dit geslacht. De drie soorten zijn *Rh. repens*, *Rh. lanuginosa* en *Rh. mucoroides*. Het is BERNARD op geenerlei wijze gelukt de Orchideeënsymbionten tot fructificatie te brengen.

Nog in hetzelfde jaar verschijnt het bekende boek van BURGEFF: „Die Wurzelpilze der Orchideen”. Ook BURGEFF heeft een groot aantal wortelschimmels geïsoleerd, die wel

morphologisch verschillen, maar toch tot één groep behooren. De schimmels kenmerken zich o.a. door anastomose (gesp-vorming komt niet voor) en door conidiumkettingen, die niet uiteenvallen; deze zijn te vergelijken met de „filaments moniliformes” van BERNARD. BURGEFF durft BERNARD evenwel nog niet te volgen en noemt zijn schimmels voorloopig *Orcheomyces*, zonder eenig systematisch verband aan te geven. In 1911 deelt BURGEFF nog meer bijzonderheden mee. Hij vindt de gelijkenis tusschen *Rhizoctonia Solani* en de Orchideeën-symbionten zeer opvallend; het eenige verschil is de dikte van de hyphen. Tegelijkertijd voert hij een nieuwe benaming in, n.l. *Mycelium Radicis*, gevolgd door de genitivus van de soortnaam van de Orchidee, b.v. *M.R. (Ophrys) apiferae*. Hij beantwoordt niet de vraag, of de schimmels soorten of stammen zijn.

BARRUS (1910) beschrijft een stengelkanker van boon, waarop een *Rhizoctonia* gevonden is. De soort bepaalt hij niet, maar het myceliumkarakter en de vorming van sclerotia zijn volgens hem voldoende om aan *Rhizoctonia* te denken.

PETHYBRIDGE begint in 1910 een reeks rapporten over „Potato Diseases in Ireland”. In het eerste onderscheidt hij twee ziekten, door *Rhizoctonia* veroorzaakt, n.l. „Black Speck Scab” door *Corticium vagum* var. *Solani*, gewoonlijk ongevaarlijk, en „Mossburning” door *Rhizoctonia violacea*. Ook PETHYBRIDGE dus bestrijdt de opvatting van GÜSSOW, evenals STEWART (1910), die vermeldt, dat de *Rhizoctonia* op aardappel in Colorado en New York geen *Rhizoctonia violacea* is, want deze is violet, gene bruin. In het tweede rapport bespreekt PETHYBRIDGE de „Black Speck Scab” uitvoeriger. *Rhizoctonia Solani* onderscheidt zich ook hierdoor van *Rhizoctonia violacea*, dat hij niet door de schil kan groeien, zoodat de bewering, dat *Rhizoctonia Solani* een natrot van de knol teweegbrengt, volgens PETHYBRIDGE op een foutieve waarneming berust. In tegenstelling met de Amerikaansche onderzoekers gebruikt PETHYBRIDGE de naam *Hypochnus Solani*.

STEVENS en WILSON (1911) nemen in Westelijk Noord-Carolina *Rhizoctonia* sp. op boekweit waar.

In 1912 verschijnt een merkwaardig artikel van SHAW: „The Morphology and Parasitism of Rhizoctonia”. Hierin komen naast een enkele goede waarneming werkelijk de grootste onjuistheden voor. Volgens hem vindt men in Britsch-Indië *Rhizoctonia Solani* K. en *Corticium vagum* B. & C. Deze twee schimmels hebben gelijke hyphen, maar verschillende sclerotia. De laatste heeft macrosclerotia, de eerste microsclerotia en geen volkomen stadium. SHAW stelt als eenvoudigste oplossing voor *Corticium vagum* *Rhizoctonia violacea* te noemen en voor de andere schimmel de naam *Rhizoctonia Solani* K. te behouden. Ik behoef niet te zeggen, dat SHAW zich vergist en daardoor tot een geheel verkeerde voorstelling komt. DUGGAR (1915) bestrijdt zijn meening met de meeste kracht. De fout van SHAW is m.i. zijn opvatting, dat *Rhizoctonia* een morphologisch geslacht is, waartoe de vegetatieve stadia van zeer verschillende schimmels behooren. Dat is ook heel iets anders dan de uitspraak van DUGGAR, dat *Rhizoctonia* een schimmelgeslacht is, waarvan de soorten voorname-lijk aan het mycelium te herkennen zijn.

HARTLEY (1910, 1912) beschrijft een smeul van Coniferenzaailingen door *Rhizoctonia* sp. en merkt daarbij op, dat de verschillende stammen sterk in virulentie variëren.

In 1913 zet ERIKSSON zijn werk van 1903 voort, allereerst wat de specialisatie ten opzichte van de voedsterplant betreft. Hij komt tot de gevolgtrekking, dat *Rhizoctonia violacea* wel degelijk een specifieke parasiet is. In Amerika onderscheidt men slechts twee soorten, *Rhizoctonia Medicaginis* en *Rhizoctonia Betae* K., de rest noemt men stammen. In dit opzicht is ERIKSSON van een gansch andere meening; volgens hem n.l. zijn al die verschillende stammen afzonderlijke soorten. Naar aanleiding van PETHYBRIDGE's rapport (1911) zoekt hij ook bij *Rhizoctonia violacea* op *Daucus* een sporen-vorm, en hij vindt inderdaad een basidiumvorm, die hij *Hypochnus violaceus* noemt. Het bijzondere is, dat deze vorm op andere planten leeft, b.v. *Stellaria*, *Myosotis*. Of deze waarneming juist is, staat m.i. nog aan groote twijfel bloot.

WOLLENWEBER (1913) beschrijft een vruchtrot van groene

tomaten, veroorzaakt door *Rhizoctonia potomacensis* n. sp., WOLF (1914) een vruchtrot van *Solanum Melongena* door *Corticium vagum* var. *Solani*.

RANT (1915) komt met het vraagstuk van de kweekkasschimmel in aanraking, en wel in de tropen, in verband met de z.g. mopo-ziekte van de kina. Bij het bestudeeren van de kina-schimmel deed deze hem al spoedig denken aan de in Europa algemeen voorkomende kweekkasschimmel. Naar aanleiding hiervan vroeg hij uit Amsterdam een cultuur van *Moniliopsis Aderholdii* R. aan, vergeleek beide schimmels en kwam tot de gevolgtrekking, dat zij slechts zeer weinig van elkaar verschilden, niet meer dan dit bij twee willekeurige Javaansche stammen van de kina-schimmel het geval was. Ook de kina-schimmel was dus een *Moniliopsis Aderholdii* R.

Het zesde rapport van PETHYBRIDGE houdt wederom een bestrijding van Güssow in en verder de mededeeling, dat *Rhizoctonia violacea* in tegenstelling met *Hypochnus Solani* wel een rotting van de knol teweegbrengt, nadat hij met behulp van de „corps miliaires” door de schil gedrongen is.

In hetzelfde jaar verschijnen nog belangrijke onderzoeken van EDSON en DUGGAR. EDSON behandelt bietenziekten en vindt als één van de ziekteoorzaken *Rhizoctonia Solani* K. Eindelijk wordt hiermee de fout van EIDAM (1887) hersteld en de naam *Rhizoctonia Betae* K. geschrapt. Tevens bestrijdt EDSON de opvatting van Güssow; *Rhizoctonia violacea* onderscheidt zich zeer wezenlijk van *Rhizoctonia Solani*, omdat hij in cultuur niet groeit.

DUGGAR vervolgt zijn onderzoeken van 1901. Zeer uitvoerig worden *Rhizoctonia Crocorum* (synoniemen zijn *Rh. Medicaginis* en *Rh. violacea*) en *Rhizoctonia Solani* beschreven. De eerste onderscheidt zich van de laatste door het bezit van z.g. infection cushions, de „corps miliaires” van TULASNE en PETHYBRIDGE, en door het tot nu toe ontbreken van een sporenstadium. Bovendien is *Rhizoctonia Crocorum* niet in cultuur te kweken. Verdere studie is noodig om te beslissen, of er duidelijk verschillende stammen van deze soort bestaan. Het stuk van SHAW van 1912 wordt krachtig bestreden, maar

dit is geen beletsel voor SHAW om vlak daarop met medewerking van AJREKAR een nieuwe publicatie te laten verschijnen, getiteld: „The Genus Rhizoctonia in India”. Behalve de twee soorten van 1912, worden nu nog Rhizoctonia Napi West. en Rhizoctonia destruens Tassi beschreven, dat geen van beide Rhizoctonia's zijn.

PETERS (1916) vermeldt Moniliopsis Aderholdii R. als kweekkasschimmel.

Het zevende rapport van PETHYBRIDGE (1916) bestrijdt terstond het laatste artikel van SHAW en AJREKAR. Wat betreft het sporenstadium van Rhizoctonia Solani, PETHYBRIDGE ziet niet in, waarom DUGGAR tegen de regels in de naam Rhizoctonia Solani in plaats van Hypochnus Solani blijft gebruiken.

DUGGAR (1916) publiceert naar aanleiding van RANTS artikel van 1915 een literatuurstudie, die zijn werk van een jaar tevoren verbetert en aanvult. In zijn eerste mededeeling had hij gewaagd van de weinige aandacht, die men in Europa aan Rhizoctonia als kweekkasschimmel geschonken had, maar nu was hem gebleken, dat Rhizoctonia wel degelijk als zoodanig voorkwam, maar nog nooit als Rhizoctonia herkend en steeds anders genoemd was, b.v. „la toile”, „Vermehrungspilz” en Moniliopsis Aderholdii R. DUGGAR was n.l. van meening, dat, naar beschrijvingen en teekeningen te oordeelen, al deze organismen met de Amerikaansche „damping off fungus” overeenkwamen en van deze schimmel stond volgens hem vast, dat het Rh. Solani was.

In hetzelfde jaar verschijnt het laatste uitgebreide onderzoek over Rhizoctonia, n.l. dat van PELTIER. Het doel van zijn onderzoek is vast te stellen, of de infectie van alle mogelijke planten door één of door meer dan één stam of soort van Rhizoctonia veroorzaakt worden. PELTIER onderscheidt allereerst twee parasitaire soorten, Rhizoctonia Solani K. en Rhizoctonia Crocorum (Pers.) DC. Rhizoctonia Solani tast ongeveer 165 verschillende planten aan en uit de kruisinfecties blijkt, dat er van belangrijke specialisatie geen sprake is. Alle stammen behoren tot één soort, Rhizoctonia Solani K., hoewel zij in morphologische kenmerken onderling sterk afwijken.

DIEHL (1916) vermeldt, dat *Rhizoctonia Crocorum* in cultuur alleen op z.g. radicolagar groeit.

In verband met de opmerking van DUGGAR in 1901, dat de Amerikaansche *Rhizoctonia Solani* geen rotting van de knol tweegbrengt, verdient het de aandacht, dat telkens het tegendeel waargenomen wordt, b.v. door MORSE en SHAPOVALOV (1915), en ook nu weer door RAMSEY (1917) en later nog door SHAPOVALOV (1922). Ik voor mij geloof, dat onder bepaalde voorwaarden een min of meer oppervlakkig droogrot wel degelijk optreedt.

MATZ (1917) vermeedert het geslacht *Rhizoctonia* met een nieuwe soort, die een zeer afwijkende levenswijze heeft. *Rhizoctonia microsclerotia* n. sp. leeft n.l. op de bladeren, takken en vruchten van *Ficus carica* in Florida. Deze *Rhizoctonia* heeft wel overeenkomst met *Rhizoctonia Solani* K., maar de sclerotia zijn veel kleiner. Hoewel MATZ eenigszins op de wijze van SHAW de definitie van *Rhizoctonia* opvat en, vóórdat hij een nieuwe soortnaam overweegt, zijn schimmel met allerlei *Corticaria* en zelfs met de zilverdraadziekte van *Coffea arabica* vergelijkt, is *Rhizoctonia microsclerotia* zonder eenige twijfel een *Rhizoctonia*.

ERIKSSON (1917) theoretiseert verder over biologische vormen van *Rhizoctonia violacea*. Elke *Rhizoctonia* heeft zijn speciale voedsterplant en zijn eigen sporenvorm. *Rhizoctonia Medicaginis* op lucerne vormt perithecia van *Leptosphaeria circinans* of sclerotia, *Rhizoctonia violacea* op biet heeft basidia van *Hypochnus violaceus*, maar geen perithecia, en *Rhizoctonia Asparagi* op asperge is alleen aan zwarte sclerotia in de grond te herkennen.

In hetzelfde jaar komt de eerste mededeeling over *Rhizoctonia violacea* uit ons land. VAN DER LEK vindt *Rhizoctonia violacea* op *Daucus* en stelt een onderzoek in, of de uitspraken van ERIKSSON (1913, 1917) juist zijn. Het tegendeel blijkt. Wel ontstaat op de basis van de bladeren een violet overtreksel met een witte rand, maar dit draagt nooit basidia of basidiosporen en is dus geen soort *Hypochnus*. Evenmin is er bij *Rhizoctonia violacea* sprake van heteroecie, ook al komt de

schimmel op enkele onkruiden voor. VAN DER LEK ziet verder geen aanwijzing, dat *Rhizoctonia violacea* op verschillende voedsterplanten gespecialiseerd is. En tenslotte is volgens zijn meening *Rhizoctonia violacea* waarschijnlijk een *Ascomyces*, die het vermogen om te fructificeeren verloren heeft.

ROSENBAUM en SHAPOVALOV (1917) isoleeren van aardappel een achttal stammen van *Rhizoctonia Solani* en treffen daaronder één stam aan, die zoowel in pathogene werking als physiologisch en morphologisch van de andere afwijkt. Zij vergelijken die eene stam met *Rhizoctonia Crocorum* van DUGGAR; myceliummaten en sclerotiumstructuur komen wel overeen, maar de kleur en de vertakking van de hyphen verschillen.

HARTLEY (1918) bestudeert met MERRILL en RHOADS het „damping-off” van Coniferenzaailingen. De oorzaak is de gewone Amerikaansche *Rhizoctonia*, *Corticium vagum*. Als één van de typische *Rhizoctonia*-kenmerken geeft HARTLEY op, dat de jonge hyphen even breed als de oude zijn, een eigenaardigheid, die ook mij steeds opgevallen is. Het blijkt uit dit onderzoek dus, dat dezelfde *Rhizoctonia*-soort zoowel Coniferen als Dicotylen aantast. Al mag er misschien iets van specialisatie bestaan, dit heeft volgens de meening van HARTLEY toch in het geheel geen waarde voor de systematiek.

EDSON en SHAPOVALOV (1918) nemen een groot aantal infectieproeven met allerlei schimmels om uit te maken, of de bruine plekken op de onderaardsche stengeldeelen van de aardappelplant alleen door *Rhizoctonia Solani* veroorzaakt worden. Het tegendeel is waar, ook *Fusarium*, *Botrytis*, *Alternaria Solani*, enz. blijken hieraan schuldig te zijn. Tegelijkertijd merken zij op, dat de virulentie van de verschillende stammen geen verband met het tijdstip van isolatie of met de oorspronkelijke voedsterplant houdt. *Rhizoctonia potomacensis* Wr. is volgens hen niet anders dan een *Corticium vagum* B. & C.

PETERS (1918) vermeldt aantasting van jonge tabaksplanten door *Moniliopsis Aderholdii* R. en vergelijkt dit verschijnsel met de ziekte, in 1904 door SELBY beschreven. Als gevolg

van die vergelijking spreekt hij het vermoeden uit, dat in veel gevallen de schimmel, die door de Amerikaansche onderzoekers *Rhizoctonia* sp. genoemd wordt en ook herhaaldelijk op tabak gevonden is, niet anders dan de Europeesche *Moniliopsis Aderholdii* R. is. Zooals wij boven gezien hebben, heeft DUGGAR hieromtrent dezelfde opvatting.

In 1919 wordt voor het eerst door PIPER en COE *Rhizoctonia Solani* op Monocotylen waargenomen. Hij komt volgens hen op veel overblijvende grassen en allerlei onkruiden voor, waardoor er bruine plekken in het grasveld ontstaan.

WOLLENWEBER (1920) behandelt in zijn werk „Der Kartoffelschorf” ook de „Runzelschorf” door *Rhizoctonia* en onderscheidt evenals PETHYBRIDGE e.a. twee typen, n.l. „Schwarzgrind” door *Hypochnus Solani* en „Zwerggrind” door *Rhizoctonia violacea*. Deze twee schimmels hebben sclerotia van ongelijke grootte; die van *Hypochnus Solani* zijn soms wel $\frac{1}{2}$ c.M. in doorsnee, die van *Rhizoctonia violacea* hoogstens 1 m.M.

In 1920 vindt COOK *Rhizoctonia* op tomatenstengels aan de oppervlakte van de grond, MERKER een dicht violet mycelium op 4-jarige *Picea*-planten, dat waarschijnlijk aan *Rhizoctonia violacea* (syn. *Rhizoctonia Medicaginis*) toebehoort. Het volgende jaar beschrijft BEWLEY smeul van tomaat door *Rhizoctonia Solani* en HEALD een *Rhizoctonia* op jonge uien en aardbeiplanten.

Tijdens mijn onderzoekingen, waarmee ik eind 1921 begonnen ben, zijn nog de volgende publicaties verschenen. Allereerst in 1921, een onderzoek van MATSUMOTO, getiteld: „Physiological Specialisation in *Rhizoctonia Solani* K.” Het is bedoeld als een vergelijkende studie van zoodanige stammen als van verschillende ziekte typen van eenzelfde voedsterplant geïsoleerd kunnen worden, maar ik kan mij niet indenken, waarom een *Rhizoctonia*-stam van een aardappelknol geïsoleerd andere eigenschappen zou moeten bezitten dan één van een aardappelstengel afkomstig. MATSUMOTO vindt wel verschillen tusschen „knolstammen” en „stengelstammen”, maar eveneens tusschen „knolstammen” onderling. Hij heeft de

stammen, waarmee hij experimenteert, ruw in groepen verdeeld, van elke groep een vertegenwoordiger genomen en zijn proeven met zes stammen gedaan, maar deze opzet lijkt mij te weinig gemotiveerd. Verder neemt hij een groot aantal physiologische proeven, die hem echter niet veel gegevens opleveren om de stammen van elkaar te onderscheiden. Zijn infectieproeven omvatten zeer weinig planten en vormen een onvoldoende basis om op voort te bouwen. De conclusies, waartoe hij komt, vind ik dan ook niet van groote waarde. Twee jaar later verschijnt hierop nog een vervolg.

FARIS (1921) beschrijft nauwkeurig *Rhizoctonia Crocorum* op aardappel, waarvan nog niet vaststaat, of hij identiek met die van lucerne en biet is. Het is FARIS niet gelukt de schimmel kunstmatig te kweken. Dit feit en de beschrijving van de „infection cushions” stemmen geheel overeen met vroegere onderzoeken over deze schimmel.

PRITCHARD en PORTE (1921) bevestigen de mededeeling van COOK (1920), maar bewijzen, dat behalve *Rhizoctonia Solani* ook *Macrosporium Solani* en *Verticillium Lycopersici* dit stengelrot van tomaat veroorzaken en zelfs in sterkere mate dan *Rhizoctonia Solani*.

HUBER (1922) isoleert uit de moerasorchidee *Liparis Loeselii* een schimmel, die identiek met *Rhizoctonia repens* Bern. of *Orcheomyces psychodis* Burg. is.

BRENTZEL (1923) vermeldt een ziekte van vlas door een *Rhizoctonia*-soort, die voor verscheiden andere planten niet pathogeen is.

In 1921 en 1923 zijn drie publicaties van RICHARDS verschenen, waarin de invloed, die de bodemtemperatuur op de pathogeniteit van *Corticium vagum* B. & C. (= *Rhizoctonia Solani* K.) uitoefent, behandeld wordt. In de inleiding van Hoofdstuk III kom ik hierop uitvoerig terug.

En tenslotte krijgen wij in 1923 van MÜLLER en in 1924 van WELLENSIEK nog een mededeeling, die meer in het bijzonder betrekking op het vraagstuk van de identiteit van *Rhizoctonia Solani* K. en *Moniliopsis Aderholdii* R. heeft. MÜLLER, die de opvatting van DUGGAR (1916) bestrijdt, heeft bestudeerd

een *Rhizoctonia Solani*, door hemzelf van aardappel geïsoleerd en een schimmel, die op zieke *Cyclamen*bladeren voorkwam. Deze laatste determineerde hij als *Moniliopsis Aderholdii* R. en toen hij van het Centraalbureau voor Schimmelcultures in Baarn een exemplaar van *Moniliopsis Aderholdii* R. aanvroeg, bleek hem, dat beide schimmels identiek waren. De stam, die MÜLLER uit Baarn ontvangen heeft, is de stam van VAN LUIJK, in mijn onderzoek als *Rh. Sol. Begoniae* III aangeduid. MÜLLER baseert zijn uitspraak, dat *Moniliopsis Aderholdii* R. niet identiek met *Rhizoctonia Solani* K. is en niet tot het geslacht *Rhizoctonia* behoort (aan het slot van zijn artikel zegt hij immers: „... wir müssen die systematische Stellung von *Moniliopsis Aderholdii* weiterhin als ungeklärt bezeichnen.“) zoowel op morphologische als op physiologische kenmerken. Zulk een morphologisch kenmerk is de dikte van de hyphen. MÜLLER vindt als zoodanig voor *M. Aderholdii* R. 7 μ , voor *Rh. Solani* K. 8.3 μ .

Als physiologische kenmerken noemt MÜLLER o. a. de pathogeniteit en de invloed van de temperatuur op de myceliumontwikkeling. Volgens MÜLLER ligt de optimumtemperatuur voor *M. Aderholdii* bij 29°, en 4° hoger dan die voor *Rh. Solani*; als minimumtemperatuur voor *M. Aderholdii* geeft hij 14° op, terwijl *Rh. Solani* bij 7° nog iets groeit.

In het phytopathologische gedeelte van zijn onderzoek behandelt MÜLLER infectieproeven met aardappelknollen. De uitkomst van deze proefnemingen is, dat *M. Aderholdii* de jonge uitloopers niet aantast en niet de gewone *Rhizoctonia-sclerotia* op de knollen vormt. De infectieproeven met *Rh. Solani* geven alle een geheel tegengesteld resultaat. In tegenstelling met DUGGAR dus vindt MÜLLER de verschillen tusschen beide schimmels groot genoeg om hen tot afzonderlijke geslachten te rekenen.

De publicatie van WELLENSIEK (1924), die eerst na die van MÜLLER in mijn bezit gekomen is, bevat weinig nieuwe gegevens. Ook hier wordt de nadruk gelegd op het verschil in myceliumdikte en in pathogeniteit. WELLENSIEK heeft als materiaal gebruikt twee *Rhizoctonia*-stammen, één van aard-

appel en één, als een uitwendige parasiet, van *Cypripedium* geïsoleerd en drie *Moniliopsis*-stammen, waarvan de eene door PETERS te Berlijn-Dahlem geïsoleerd is en de twee andere, uit de collectie in Baarn afkomstig, dezelfde als mijn Rh. Sol. *Cinchonae*, en Rh. Sol. *Begoniae* III zijn. WELLENSIEK vindt als breedte van het mycelium van *Rhizoctonia* 9.05 en 10.2 μ en van dat van *Moniliopsis* 5.28, 6.14 en 6.75 μ .

Als resultaat van zijn infectieproeven, waarvoor ook hij aardappelknollen gebruikt heeft, geeft WELLENSIEK op, dat *Moniliopsis* niet in staat is aardappelknollen ziek te maken onder omstandigheden, dat *Rhizoctonia* dit wel kan. De conclusie van WELLENSIEK uit het een en ander is, dat *Moniliopsis* en *Rhizoctonia* niet identiek zijn en dat DUGGARS meening verworpen moet worden. Het is intusschen opmerkelijk, dat WELLENSIEK van oordeel is, dat zijn „Mon. Rant” (mijn Rh. Sol. *Cinchonae*) meer overeenkomst met mijn Rh. Sol. *Begonia* III vertoont dan met een willekeurige Rh. Solani-stam.

Als wij dus de tegenwoordige stand van het onderzoek over *Rhizoctonia* nagaan, zien wij, dat er in de eerste plaats een groote groep parasitaire *Rhizoctonia*-stammen is, vervolgens een aantal Orchideeënsymbionten, die zeer veel overeenkomst met *Rhizoctonia* vertoonen en ten deele ook onder die botanische naam bekend zijn en dat er tenslotte enkele schimmelstammen aangetroffen worden, die door sommige auteurs tot het geslacht *Rhizoctonia* gerekend, door andere als een afzonderlijk geslacht *Moniliopsis* opgevat worden.¹⁾

¹⁾ Nadat ik dit onderzoek beëindigd had, is in de Transactions of the British Mycological Society (Vol. IX, Part. IV) nog een mededeeling van H. R. BRITON-JONES verschenen, waarin deze onderzoeker bij eenige isolaties van Rh. Solani weliswaar belangrijke macroscopische en geringe microscopische verschillen constateert, maar toch van meening is, dat deze feiten geen onderscheiding in afzonderlijke soorten wettigen. Alle door hem bestudeerde *Rhizoctonia*'s zijn stammen van *Corticium vagum* B. & C. (= *Rhizoctonia Solani* K.)

HOOFDSTUK II.

Materiaal.

Zooals ik reeds opgemerkt heb, zijn zoowel parasitaire Rhizoctonia-stammen als endophytische Orchideeënschimmels in dit onderzoek betrokken. Voordat ik nu eenige bijzonderheden over het materiaal mededeel, moet ik eerst enkele opmerkingen maken over de wijze, waarop ik de door mij gebezigde Rhizoctonia's genoemd heb.

Voorzoover de auteurs de door hen geïsoleerde schimmels als een afzonderlijke soort van het geslacht Rhizoctonia beschreven hebben, levert de nomenclatuur geen moeilijkheden op, maar dit is slechts in twee gevallen gebeurd, n.l. bij Rhizoctonia microsclerotia Matz en Rhizoctonia mucoroides Bernard.

De manier, waarop BURGEFF zijn schimmels namen gegeven heeft, wijkt te veel af dan dat ik deze zonder verandering zou kunnen volgen. Het is ook nog maar een voorloopige benaming, zooals hij zelf opmerkt. Wel ziet BURGEFF evenals BERNARD groote overeenkomst tusschen de Orchideeënsymbionten en Rhizoctonia Solani, maar hij is er nog niet volkomen zeker van, of zij ook tot het geslacht Rhizoctonia zelf behooren. In 1909 noemt hij zijn schimmels Orcheomyces, met als nadere aanduiding de genitivus van de soortnaam van de Orchidee, waaruit de schimmel geïsoleerd is. BURGEFF ziet echter, dat men deze namen als geslachts- en soortnamen opvat, en gebruikt daarom in 1911 de omschrijving „Mycelium Radicis”, gevolgd door dezelfde genitivus; de endophyt uit Habenaria psychodes b.v. heet Mycelium Radicis (Habenaria) psychodis, of afgekort, M. R. psychodis. De eenige reden,

waarom BURGEFF nog aarzelt de Orchideeënsymbionten tot het geslacht *Rhizoctonia* te rekenen, is het verschil in de dikte van de hyphen.

In de overige gevallen hebben de auteurs of hun *Rhizoctonia* als *Rh. Solani* gedetermineerd of zich in 't geheel niet over de soortskwestie uitgelaten. Gemakshalve heb ik mij daarom bij deze onderzoeken van de volgende voorloopige benaming bediend. De schimmels van BERNARD en MATZ hebben hun oorspronkelijke naam behouden, de schimmels van BURGEFF heeten *Rhizoctonia*, gevolgd door de genitivus van de soortnaam van de Orchidee, waaruit zij geïsoleerd zijn, en de overige stammen worden *Rh. Solani* genoemd, met als nadere onderscheiding de genitivus van de voedsterplant. Zijn er meer dan één stam van eenzelfde voedsterplant geïsoleerd, dan wordt dit door Romeinsche cijfers aangegeven.

Hieronder volgen enkele bijzonderheden over de isolatie van de schimmels, n.l. van welke plant, waar, in welk jaar en door wie zij geïsoleerd zijn.

1. *Rh. microsclerotia* Matz, van *Ficus carica* in Florida, 1917 (J. MATZ).
2. *Rh. mucoroides* Bernard, uit *Vanda tricolor* te Parijs, 1909 (N. BERNARD).
3. *Rh. psychodis* Burgeff, uit *Habenaria psychodes* te Jena, 1909 (H. BURGEFF).
4. *Rh. suavis* Burgeff, uit *Vanda suavis* te Jena, 1909 (H. BURGEFF).
5. *Rh. Sol. Betae*, van *Beta vulgaris* in Wisconsin, 1915 (H. A. EDSON).
6. *Rh. Sol. Solani tuberosi* I, van *Solanum tuberosum* te Baarn, 1921 (K. SIMON THOMAS).
7. *Rh. Sol. Solani tuberosi* II, van *Solanum tuberosum* in Noord-Maine, 1917 (J. ROSENBAUM & M. SHAPOVALOV).
8. *Rh. Sol. Solani tuberosi* III, van *Solanum tuberosum* in Noord-Amerika, ± 1914 (M. SHAPOVALOV).
9. *Rh. Sol. Solani tuberosi* IV, van *Solanum tuberosum* te Baarn, 1922 (K. SIMON THOMAS).

10. Rh. Sol. Brassicae Napi I, van Brassica Napus te Baarn, 1920 (Mej. E. KAISER).
11. Rh. Sol. Brassicae Napi II, van Brassica Napus te Baarn, 1922 (K. SIMON THOMAS).
12. Rh. Sol. Brassicae Napi III, van Brassica Napus te Baarn, 1922 (K. SIMON THOMAS).
13. Rh. Sol. Brassicae Napi IV, van Brassica Napus te Baarn, 1922 (K. SIMON THOMAS).
14. Rh. Sol. Begoniae I, van Begonia hybrida Gloire de Lorraine te Baarn, 1922 (K. SIMON THOMAS).
15. Rh. Sol. Begoniae II, van Begonia hybrida Gloire de Lorraine te Baarn, 1922 (K. SIMON THOMAS).
16. Rh. Sol. Gossypii, van Gossypium herbaceum in Alabama (F. A. WOLF). ¹⁾
17. Rh. Sol. Cichorii Endiviae I, van Cichorium Endivia te Buitenzorg, 1922 (C. P. HARTLEY).
18. Rh. Sol. Cichorii Endiviae II, van Cichorium Endivia te Buitenzorg, 1922 (Mej. M. B. SCHWARZ).

Behalve deze Rhizoctonia-stammen heb ik ook de twee schimmels bestudeerd, die onder de naam *Moniliopsis Aderholdii* R. in de collectie te Baarn voorkomen en als de stam van RANT en die van VAN LUIJK onderscheiden worden. Over deze beide stammen moet ik het volgende opmerken. De stam van VAN LUIJK, in September 1914 van een Begonia-variëteit in de kas geïsoleerd, is identiek met *Moniliopsis Aderholdii* R. Een cultuur hiervan is in 1914 aan RANT te Buitenzorg gezonden, die, hem met zijn kina-schimmel vergelijkend, tot de gevolgtrekking kwam, dat de kina-schimmel met *Moniliopsis Aderholdii* R. identiek was. RANT heeft toen in 1915 een cultuur van zijn schimmel onder de naam *Moniliopsis Aderholdii* R. aan het Centraalbureau gezonden en dit is de stam van RANT, die nog al van *Moniliopsis Aderholdii* R. van VAN LUIJK verschilt en veel meer met de gewone

¹⁾ Het jaar van de isolatie is niet bekend, maar in 1914 is deze schimmel aan het Centraalbureau gezonden.

Rhizoctonia Solani overeenkomt. Ik heb beide stammen als volgt aangeduid:

19. Rh. Sol. Begoniae III, van Begonia sp. te Amsterdam, 1914 (A. VAN LUIJK).
20. Rh. Sol. Cinchoniae, van Cinchona sp. div. te Buitenzorg, 1915 (A. RANT).

HOOFDSTUK III.

Phytopathologisch onderzoek.

§ 1. *Inleiding.*

Het is het doel van mijn infectieproeven geweest om niet alleen in algemeene zin de pathogene werking van een aantal Rhizoctonia- en Moniliopsis-stammen op verschillende voedsterplanten na te gaan, maar ook de invloed van bepaalde factoren op dit proces te bestudeeren, n.l. de invloed van de temperatuur, de beteekenis van het gebruik van gesteriliseerde grond en de vraag, of er bij deze schimmels ook biologische rassen aangetroffen worden.

Rhizoctonia Solani is bekend als een zeer plurivore soort. Niet alleen de onderaardsche deelen van de aardappelplant worden aangetast, maar ook talloze soorten van stekken in de kas en de bak en een ontzaglijk groot aantal soorten van kiemplanten worden door deze schimmel gedood. PELTIER geeft in zijn werk: „Parasitic Rhizoctonias in America” een lijst van 165 plantensoorten, die door Rhizoctonia aangetast worden, maar deze lijst dateert van 1916, geldt alleen voor de V. S. van Noord-Amerika en kan dan ook met een groot aantal namen verlengd worden. Er bestond dus voor mij een ruime keuze van materiaal, waardoor ik zonder moeite een aantal proefplanten kon uitkiezen, die gemakkelijk in groote hoeveelheid te krijgen en tevens eenvoudig in cultuur waren. Ik heb mij tot enkele kiemplanten en stekken beperkt en mij bij de keuze van mijn proefplanten door de volgende overwegingen laten leiden. Allereerst wilde ik een drietal planten gebruiken, die in de tuinbouw dikwijls sterk van Rhizoctonia te lijden hebben, n.l. raapsteel (*Brassica Napus*),

postelein (*Portulaca oleracea*) en sla (*Lactuca sativa*). In de zaaibedden van deze gewassen vallen vaak door het optreden van *Rhizoctonia* groote plekken totaal weg. De eerste proefplant, raapsteel, diende voor het vraagstuk van de biologische rassen. Onder de gebruikte *Rhizoctonia*-stammen bevinden er zich n.l. vier, Rh. Sol. Brassicae I, II, III en IV, die van raapsteel geïsoleerd zijn, de eerste in 1920 door Mej. E. KAISER en de drie andere in 1922 door mij. Ik heb zodoende kunnen nagaan, of een bepaalde soort proefplant gevoeliger voor *Rhizoctonia*-stammen, van diezelfde soort geïsoleerd, dan voor willekeurige andere stammen is. Als vierde proefplant nam ik tuinkers (*Lepidium sativum*), een tweede Crucifeer, om te kunnen onderzoeken, of *Rhizoctonia* zich tegenover twee Cruciferen op gelijke wijze gedroeg. Verder heb ik vlas (*Linum usitatissimum*) gebruikt als voorbeeld van een plant, die alleen buiten geteeld wordt en een lagere optimumtemperatuur heeft.

Naast deze kiemplanten dienden als stekken drie *Begonia*-variëteiten, n.l. *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine, *Begonia hybrida* Vesuvius en *Begonia gracilis* Prima Donna. Hun optimumtemperatuur ligt hooger dan die van de bovengenoemde gewassen. Ook hier zijn van één variëteit, Gloire de Lorraine, twee van de gebezigde *Rhizoctonia*-stammen door mij geïsoleerd, n.l. Rh. Sol. *Begoniae* I en II in 1922.

Evenals de proefplanten hebben ook de *Rhizoctonia*-stammen een verschillende optimumtemperatuur. Van de 18 stammen, waarmee ik mijn infectieproeven gedaan heb, behooren er 5 in onze tuingrond en 3 in onze kassen thuis. De andere 10 stammen zijn uit het buitenland afkomstig, 2 van aardappel en biet in Noord-Maine en Wisconsin, dus uit gematigde streken, 2 van katoen en vijg in Alabama en Florida, die in een warmere streek thuis behooren en 3 van Java, van kina en andijvie; de overige 3 zijn endophyten van tropische Orchideeën, die in Europeesche kassen gekweekt worden.

In twee opzichten heb ik de invloed van de temperatuur bestudeerd, ten eerste, hoe de myceliumontwikkeling van al deze stammen bij verschillende temperaturen verloopt (hierop

kom ik later, in Hoofdstuk IV, terug) en ten tweede, welke invloed de temperatuur op de infectie uitoefent. Over deze invloed zijn in 1921 en 1923 drie mededeelingen van RICHARDS verschenen. Hij heeft de bodemtemperatuur nauwkeurig opgenomen en komt tot de conclusie, dat deze geen belang voor de resistentie van de proefplant heeft, maar wel bestaat er volgens hem een bepaalde bodemtemperatuur, waarbij de pathogene werking van *Rhizoctonia* optimaal is. Deze kan door verschillende oorzaken lager zijn dan de temperatuur, waarbij de schimmel zich in cultuur het beste ontwikkelt. RICHARDS vindt b.v., dat boven 20° het infectievermogen van *Rhizoctonia* sterk afneemt, terwijl de optimale temperatuur voor de groei in cultuur bij $\pm 23^{\circ}$ ligt. Volgens hem kan de oorzaak hiervan zijn, dat het mycelium bij hogere temperaturen meer aan de oppervlakte groeit of dat het pathogene enzym bij 18° (temperatuur van maximale infectie) van grootere kracht is of in grootere hoeveelheid afgescheiden wordt.

Het is mij door gebrek aan kasruimte van constante temperatuur niet mogelijk geweest de minimum-, optimum- en maximumtemperatuur voor infectie door *Rhizoctonia* te bepalen. Wel is mij gebleken, dat er door de temperatuur een zeer groote invloed op de infectie door de verschillende stammen uitgeoefend wordt, zoo zelfs, dat ik in verband met die invloed tot een verdeling van de *Rhizoctonia*-stammen in temperatuurgroepen gekomen ben. Deze indeeling zal ik in Hoofdstuk IV uitvoerig behandelen. Daar ik het meerendeel van mijn proeven in een kas genomen heb, was het voldoende met behulp van een thermograaf de luchttemperatuur van uur tot uur te registreeren, niet alleen, omdat deze voor de proefplant het belangrijkste was, maar ook, omdat, zooals uit enkele opmetingen bleek, de bodemtemperatuur zeer constant was en weinig van de gemiddelde luchttemperatuur afweek. Door het gemiddelde van 10 dagen vast te stellen was het verloop van de temperatuur gedurende het tijdvak van Februari 1922 tot Januari 1924 door een kromme weer te geven (vgl. Pl. I). Zooals men hierop zien kan, was de omstandigheid, dat de proeven in verschillende tijden van het jaar

genomen werden, op zichzelf al voldoende om de temperatuur, waarbij de infectie plaats had, te laten variëren.

Bij diezelfde onderzoeken heeft RICHARDS voor een gedeelte van zijn proeven gesteriliseerde grond gebruikt om vast te stellen, of een zoodanige verandering vóór- of nadeelig voor het infectieproces is. Uit zijn resultaten blijkt, dat het steriliseeren van de grond geen bijzondere invloed heeft. Deze sterilisatie heeft tweeërlei gevolg, n.l. de groei van de proefplant onder abnormale omstandigheden en de ontwikkeling van het *Rhizoctonia*-mycelium in een bodem, die geheel vrij van andere schimmels of bacteria is. Voorzover ik dit in mijn proefnemingen heb kunnen nagaan, is de sterilisatie van de grond zonder belang. Mijn proefplanten ontwikkelden zich niet anders dan in niet gesteriliseerde grond en *Rhizoctonia* heeft zoo weinig van de mededinging van andere schimmels te lijden, dat de afwezigheid van mogelijke concurrenten het infectievermogen niet beïnvloedt.

Behalve deze uitwendige factoren zijn er andere, die meer betrekking hebben op de toestand van de schimmel, waarmee geïnfecteerd wordt, zooals de ouderdom van de isolatie, de ouderdom van de cultuur, het specifieke infectievermogen en de virulentie.

Uit de aard van de zaak lette ik op de ouderdom van de isolaties, omdat naast zeer jonge, van 1920—1922, niet alleen enkele van 1914—1917, maar ook zelfs een drietal van 1909 voorkwamen. Deze laatste zijn Orchideeënsymbionten, waarvan BERNARD en BURGEFF vermelden, dat hun vermogen om Orchideeëenzaad tot kieming te brengen niet langer dan een enkel jaar blijft bestaan. Op het Laboratorium „WILLIE COMMELIN SCHOLTEN” heeft men echter de ondervinding opgedaan, dat dit vermogen veel jaren kan behouden blijven. Wat hun ontwikkeling op een kunstmatige voedingsbodem betreft, deze wijkt voor twee van hen, *Rh. psychodis* Burgeff en *Rh. suavis* Burgeff, niet van die van de andere stammen af. *Rh. mucroides* Bernard daarentegen is een stam, die onder alle omstandigheden veel langzamer dan de overige groeit. Deze feiten zouden dus op een achteruitgang door de langdurige,

kunstmatige kweeking kunnen wijzen. Of daarnaast hun infectievermogen in die dertien jaar verminderd is, kan men niet beoordeelen, omdat er in 1909 geen infectieproeven met deze schimmels gedaan zijn, maar mijn algemeene indruk is, dat zij niet achteruitgegaan zijn. Onder de stammen van 1914—1917 zijn er b.v. enkele, die nu nog zeer virulent zijn, zooals Rh. Sol. Cinchonae en Rh. Sol. Solani tuberosi II.

De ouderdom van de cultuur evenwel is van groot belang voor het slagen van de infectieproef. Het ligt ook voor de hand, dat de voedingsbodem door de myceliumontwikkeling spoedig zijn water verliest en uitdroogt. Het gevolg daarvan is weer, dat de schimmelhyphen in een ongunstigere toestand komen en na hun overbrenging op de plant niet terstond uitgroeien. Men moet daarom voor het infecteeren niet te oude cultures gebruiken, maar materiaal, dat 2—5 weken oud is, al naarmate de stam zich snel of langzaam ontwikkelt.

Specifiek infectievermogen en virulentie zijn heel wat moeilijker begrippen, die vaak lastig van elkaar te onderscheiden zijn. Onder specifiek infectievermogen verstaat men dit, dat een bepaalde stam bij voorkeur bepaalde proefplanten aantast en andere plantensoorten zelden of nooit ziek maakt. Bestaat er een bijzonder op de voorgrond tredend specifiek infectievermogen, dan heeft men met biologische rassen te maken. Met virulentie duidt men quantitatief het infectievermogen van de een of andere stam ten opzichte van een bepaalde plant aan. De virulentie kan dus door uitwendige factoren vergroot of verkleind worden, terwijl specifiek infectievermogen bestaat of afwezig is, maar niet naar gelang van de omstandigheden wisselt. Er zijn nu gevallen, die zonder twijfel door een verschil in virulentie verklaard kunnen worden. Als men b.v. met een bepaalde schimmelstam een aantal exemplaren van een willekeurige plantensoort infecteert met het gevolg, dat 100 % ziek wordt, en men na eenige jaren, waarin men die stam in cultuur gehouden heeft, dezelfde proef herhaalt, maar nu, terwijl alle andere factoren zooveel mogelijk van gelijke invloed zijn, tot resultaat krijgt, dat slechts 50 % van de planten ziek wordt, dan moet men hier-

uit de gevolgtrekking maken, dat een vermindering van de virulentie de oorzaak hiervan is. Iets dergelijks heb ik echter bij mijn proeven nooit opgemerkt, omdat voor dat doel het tijdvak, waarin de proeven plaats gehad hebben, waarschijnlijk te kort is.

Hiertegenover staan andere gevallen, die niet op zulk een eenvoudige wijze verklaard kunnen worden. Stel, men heeft twee, van verschillende plantensoorten geïsoleerde schimmelstammen A en B, waarmee men 10 exemplaren van 5 proefplanten infecteert. Het resultaat is, dat stam A alle 5 ziek maakt, terwijl stam B er slechts 2 aantast. Men kan nu deze uitkomst op tweeërlei manier verklaren; of stam A is virulenter dan stam B en daardoor in staat meer plantensoorten aan te tasten, of stam A is niet zoo gespecialiseerd als stam B en kan daardoor gemakkelijker op andere plantensoorten als parasiet leven. Beide eigenschappen kunnen dus de oorzaak van hetzelfde verschijnsel zijn. In een dergelijk geval kan men slechts met behulp van een zeer groot aantal kruisinfecties een juist beeld van de specialisatie ten opzichte van de voedsterplant krijgen. Bij *Rhizoctonia* echter staat de zaak geheel anders. Daar komt, zooals in Hoofdstuk V nader uiteengezet wordt, geen specifiek infectievermogen voor. Wel zien wij bij enkele stammen een voorkeur voor de oorspronkelijke voedsterplant (vgl. Tabel IV, V en XXII); onder de acht plantensoorten, die ik als proefplanten voor mijn infecties gebruikt heb, zijn er n.l. twee, raapsteel en *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine, waarvan door anderen en mijzelf *Rhizoctonia*-stammen geïsoleerd zijn, die als materiaal voor dit onderzoek gediend hebben. Dit zijn *Rh. Sol. Brassicae* I—IV en *Rh. Sol. Begoniae* I en II.

Bij de behandeling van de resultaten van de infectieproeven heb ik mij van twee soorten van tabellen bediend. De eerste vorm stelt ons in staat de pathogene werking van eenzelfde stam op alle proefplanten vergelijkenderwijze na te gaan. Onder de naam van elke proefplant vindt men drie kolommen; in de eerste staat de datum, waarop het infecteeren plaats gehad heeft, in de tweede het aantal kiemplanten of stekken,

dat geïnfecteerd is en in de derde het aantal exemplaren, dat ziek geworden is. Hierbij zijn alleen die planten aangevend, die door *Rhizoctonia* aangetast zijn. Werd echter een plant ziek, zonderdat er later de *Rhizoctonia*-stam uit te isoleeren was, dan werd zoo'n plant beschouwd als gezond gebleven te zijn. Ik heb het aantal gelukke infecties niet door een procent weergegeven, omdat dergelijke getallen eerst bij zeer groote hoeveelheden waarde krijgen en ook zonder hen de grootte van de virulentie duidelijk aangegeven kan worden. De uitkomst van de verschillende proeven staat onder elkaar en is opgeteld. Daaronder wordt door een + of — het positieve of negatieve resultaat van de infectie voorgesteld.

De tweede vorm dient om de vatbaarheid van één proefplant voor alle stammen te demonstreeren. In deze tabellen zijn de proeven met niet gesteriliseerde grond en die met gesteriliseerde grond in afzonderlijke groepen geplaatst, zoodat men een indruk van de beteekenis hiervan kan krijgen. In beide groepen zijn de proeven chronologisch gerangschikt. Ook hier is elke infectieproef door twee getallen voorgesteld en het resultaat in de laatste kolom door een + of — weergegeven.

§ 2. *Methode.*

Het materiaal van de proefplanten verkreeg ik op de volgende wijze. De *Begonia*'s werden in scherp zand gestekt, het zaad soms in pannen gezaaid en later in potten verspeend, soms dadelijk in de potten gezaaid en dan later gedund, in beide gevallen in goede bladgrond.

Voor de proeven met gesteriliseerde grond werd het zand of de aarde in een sterilisator gedurende 45 minuten tot 121° (één atmosfeer overdruk) verhit en de potten met formaline gedesinfecteerd; 1 à 2 uur lagen de potten in 4 % formaline, vervolgens bleven zij een geheele nacht in leidingwater liggen, opdat de formaline eruit kon trekken, voordat zij met grond gevuld werden.

Het infectiemateriaal werd op aardappelstukjes gekweekt.

Dit bleek niet alleen een zeer goede voedingsbodem te zijn, maar ook een gemakkelijke substantie om mee te infecteeren, in tegenstelling met moutagar of moutsalepagar.

Het infecteeren had, als volgt, plaats: de aarde werd aan de wortelhals van het kiemplantje verwijderd, een stukje voedingsbodem met schimmel tegen het onderaardsche stengeldeel gelegd en vervolgens met een beetje aarde bedekt. De stekken echter werden tegelijk met het entmateriaal in het zand gestoken. Alles geschiedde met steriele instrumenten. De controleplanten bleven geheel onbehandeld. Als nu de infectie gelukte, vielen na eenige tijd de planten om of verschrompelden de stengels. De aangetaste planten werden dan op een kersagar-plaat gelegd en, als *Rhizoctonia* de oorzaak van het ziekteproces was, kwam deze spoedig te voorschijn, vaak, zonderdat er verontreiniging door de een of andere schimmel optrad. De controleplanten bleven, op een hoogst enkele uitzondering na, gezond.

§ 3. Resultaten.

Aan de hand van de tabellen I—XXIV zullen wij nu de uitslag van de infectieproeven bespreken.

Tabel I.

Rh. Sol. Solani tuberosi I (1921) behoort tot die stammen, die een gering infectievermogen bezitten. Alleen de infectie van *Begonia gracilis* Prima Donna gelukt. Deze *Begonia*-variëteit (vgl. ook tabel XIX) is blijkbaar zeer vatbaar voor *Rhizoctonia*, aangezien hij door alle stammen geïnfecteerd wordt.

Tabel II.

Rh. Sol. Solani tuberosi II (1917) is al dadelijk het voorbeeld van een geval, dat twee stammen, die van dezelfde voedsterplant geïsoleerd zijn, niet in alle opzichten gelijk zijn. Deze stam tast niet alleen *Begonia gracilis* Prima Donna aan, maar ook postelein, raapsteel en tuinkers, hoewel slechts voor een zeer klein percentage. Ook in morphologisch opzicht bestaat er

tusschen beide stammen verschil, maar hierop kom ik later terug.

Tabel III.

Rh. Sol. Betae (1915) is ook in staat de andere twee Begonia-variëteiten ziek te maken, verder postelein en tuinkers in kleine hoeveelheid.

Tabel IV—VII.

De volgende vier tabellen betreffen de Brassicae-stammen (geïsoleerd van raapsteel) en die zal ik daarom tegelijk bespreken. Met de stammen I en II heb ik veel proeven kunnen doen, met III en IV slechts een enkele, omdat zij bij hun isolatie met bacteria verontreinigd waren en het geruime tijd geduurd heeft, voordat ik hen hiervan volkomen gezuiverd had.

Rh. Sol. Brassicae I (1920) is één van de twee stammen, die alle proefplanten infecteert; Rh. Sol. Cinchonae is de andere. En in de meeste gevallen is het percentage ook aanzienlijk; alleen postelein en sla zijn weinig vatbaar voor deze stam.

Met Brassicae II (1922) gelukt niet de infectie van postelein en vlas, terwijl ook hier maar een enkele slaplant ziek wordt. Beide stammen infecteeren raapsteel, waarvan zij geïsoleerd zijn, en tuinkers voor 100 %. Hetzelfde resultaat leveren de infectieproeven met Brassicae III en IV, beide van 1922, op. Hier heeft men dus een duidelijk voorbeeld van de voorkeur van deze Rhizoctonia-stammen voor hun oorspronkelijke voedsierplant.

Tabel VIII, IX en X.

Deze drie schimmels zijn van Begonia geïsoleerd; stam III is reeds sinds 1914 in cultuur, terwijl de stammen I en II eerst in 1922 geïsoleerd zijn, zoodat hiermee in 1923 slechts enkele proeven gedaan zijn. Stam I en III zijn virulenter dan stam II, zoowel ten opzichte van Begonia-variëteiten als van raapsteel. Terwijl nu de stammen I en II van Begonia hybrida Gloire de Lorraine geïsoleerd zijn, staat dit van stam III niet vast. De beide eerste stammen (Tabel VIII en IX)

tasten hun oorspronkelijke voedsterplant aan, maar het infecteeren van *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine met stam III heeft geen resultaat gehad (Tabel X), terwijl de beide andere *Begonia*-variëteiten blijkbaar wel vatbaar voor stam III waren. Deze afwijkende uitkomst behoeft niet hierdoor veroorzaakt te zijn, dat stam III *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine niet ziek kan maken, want bij deze proeven, die in September en October 1922 plaats hadden, heeft ongetwijfeld de lage temperatuur een ongunstige invloed op de ontwikkeling van het mycelium van deze stam gehad. Eind September n.l. bedroeg de temperatuur meestal $\pm 19^{\circ}$, maar enkele dagen daalde het gemiddelde tot 15° , eind October was het dagelijksche gemiddelde steeds beneden 14° . Rh. Sol. *Begoniae* III behoort nu juist, zooals men op tabel XXV zien kan, tot de groep stammen, waarvan de optimumtemperatuur boven 17° ligt, en hij verkeerde bij de bovengenoemde proeven dus in een slechte conditie. Twee andere stammen, Rh. Sol. *Betae* en *Brassicae* I, die daarentegen een lagere optimumtemperatuur hebben, infecteerden in die maanden dan ook wel.

Rh. Sol. *Begoniae* II tast raapsteel in 't geheel niet aan, *Begoniae* I en III wel, soms zelfs voor 100 %.

Bij deze drie *Begoniae*-stammen merken wij op, dat stam III, sinds 1914 in cultuur, zijn infectievermogen nog niet verloren heeft, zelfs virulenter dan stam II van 1922 is.

Tabel XI.

Rh. Sol. *Gossypii* maakt verscheiden proefplanten ziek, twee *Begonia*-variëteiten (met *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine is geen proef gedaan), postelein en raapsteel.

Tabel XII.

Ik heb reeds opgemerkt, dat Rh. Sol. *Cinchonae* alle proefplanten infecteert, en vaak voor een belangrijk percentage. Wel behoort hij tot die stammen, die zich boven 17° beter ontwikkelen dan daar beneden, maar zijn virulentie is blijkbaar zoo groot, dat uitwendige omstandigheden niet zoo spoedig een ongunstige invloed hebben.

Tabel XIII.

Rh. microsclerotia Matz heeft een gering infectievermogen. Alleen de infectie van postelein gelukt, en die nog niet eens altijd.

Tabel XIV—XVI.

Tenslotte komen wij tot de drie Orchideeënsymbionten, die enkele proefplanten aantasten. *Rh. mucoroides* Bernard is het minst virulent; in de inleiding van dit hoofdstuk heb ik er reeds op gewezen, dat deze stam het langzaamste van alle groeit, onverschillig, of de temperatuur 17° of 27° bedraagt, en ook zijn infectievermogen is niet groot. Alleen één *Begonia*-variëteit, *Gloire de Lorraine*, en raapsteel worden ziek.

Rh. psychodis Burgeff en *Rh. suavis* Burgeff, die onderling meer gelijkenis vertoonen dan met *Rh. mucoroides* Bernard, hebben ook, wat hun pathogene werking betreft, groote overeenkomst. Beide tasten dezelfde twee *Begonia*'s aan, verder een *Crucifeer* en vlas.

In de hieronder volgende tabellen vindt men, zooals reeds opgemerkt is, de pathogene werking van alle *Rhizoctonia*-stammen, telkens ten opzichte van één proefplant.

Tabel XVII.

Met *Begonia hybrida* *Gloire de Lorraine* zijn in de maanden September—Januari proeven genomen en altijd heeft er aantasting plaats gehad, hoewel niet steeds door alle stammen. Allereerst valt ons de infectie met *Rh. Sol. Begoniae* I, II en III op. Terwijl op blz. 35 reeds uiteengezet is, wat waarschijnlijk de oorzaak is, dat stam III deze variëteit niet ziek gemaakt heeft, hebben infecties met de stammen I en II succes gehad, stam I altijd en voor 100 %, stam II alleen bij een temperatuur van $\pm 15^\circ$; bij een lagere temperatuur (13°) gelukte dit niet. Hier hebben wij dus een voorbeeld van twee schimmelstammen, onder dezelfde omstandigheden van dezelfde voedsterplant geïsoleerd, die in hun virulentie verschillen.

Eenzelfde gedrag als stam I vertoont *Rh. Sol. Cinchonae*;

ook deze stam infecteert *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine voor een groot percentage, ongeacht de lage temperatuur (13°) in een enkel geval.

Verder is de infectie met Rh. Sol. Betae en Brassicae I positief, terwijl de drie Orchideeënsymbionten niet in staat blijken te zijn deze *Begonia*-variëteit aan te tasten.

De sterilisatie heeft geen invloed.

Tabel XVIII.

De proeven met *Begonia hybrida* Vesuvius hebben alleen in 1922 plaats gehad, zoodat de pathogene werking van Rh. Sol. Begoniae I en II niet nagegaan is, wel die van stam III. Deze tast *Begonia hybrida* Vesuvius aan, maar niet altijd. Dit ongelijke resultaat is niet door een verschil in temperatuur te verklaren, want in Februari (20°) gelukt de infectie, in Januari (17.°5) en Maart (21°) niet.

Rh. Sol. Solani tuberosi I en II maken deze *Begonia*-variëteit niet ziek, Betae en Brassicae I en II wel.

Ook Rh. Sol. Gossypii en Cinchonae infecteeren *Begonia hybrida* Vesuvius; het resultaat met de eerste stam is alleen in Januari (17.°5) en September (18°) positief, niet in Maart en April (beide 21°). Toch is Rh. Sol. Gossypii een stam, die bij 21° beter groeit dan bij 18°.

Van de drie Orchideeënsymbionten zijn er twee, Rh. psychodis Burgeff en Rh. suavis Burgeff in staat deze *Begonia*-variëteit aan te tasten.

Proeven met gesteriliseerde grond zijn niet genomen.

Begonia hybrida Vesuvius is dus niet zoo resistent tegen *Rhizoctonia* als *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine.

Tabel XIX.

Begonia gracilis Prima Donna is nog zwakker. Niet alleen is het resultaat met alle stammen positief, maar ook gedurende het geheele tijdvak van Mei tot October, terwijl in Juli en September de aantasting voor acht stammen 100 % bedraagt.

De proef met gesteriliseerd zand heeft geen afwijkende uitkomst.

Tabel XX.

Postelein wordt door de *Rhizoctonia*-stammen, die ik gebruikt heb, slechts weinig aangetast, het sterkst door *Rh. Sol. Gossypii* en *Cinchonae*, voor een klein percentage door *Rh. Sol. Solani tuberosi* II, *Betae*, *Brassicae* I en *Rh. microsclerotia* Matz.

De andere stam van aardappel, *Solani tuberosi* I, en van raapsteel, *Brassicae* II, zijn niet in staat postelein te infecteeren; ook hier dus weer een voorbeeld van twee stammen van dezelfde voedsterplant, die in hun infectievermogen verschillen.

De Orchideeënsymbionten kunnen postelein niet infecteeren. De sterilisatie heeft geen invloed.

Tabel XXI.

Sla blijkt een groot weerstandsvermogen tegenover *Rhizoctonia* in het algemeen te bezitten. Alleen twee stammen van raapsteel, *Brassicae* I en II, maken hem voor een klein percentage ziek, en verder *Rh. Sol. Cinchonae*, tegen welke schimmel geen enkele proefplant bestand is.

De sterilisatie heeft geen invloed.

Tabel XXII.

In deze tabel valt dadelijk het resultaat in het oog, dat de infectieproeven met de vier stammen, die van raapsteel geïsoleerd zijn, gehad hebben. Steeds is de uitslag voor 100 % positief geweest. In andere gevallen daarentegen spelen de uitwendige omstandigheden een rol, zooals bij de proeven met *Rh. Sol. Begoniae* III en *Rh. psychodis* Burgeff. Met beide stammen gelukt de infectie in Maart '22 (19°) niet, in Mei '23 (18°.5) wel. Uit deze twee temperaturen, dat gemiddelden van 10 dagen zijn, blijkt juist niet, dat in Mei '23 tijdens en dadelijk na het infecteeren een zeer hoge temperatuur overheerscht heeft (een gemiddelde van 20°—30° per 24 uur), waardoor zonder eenige twijfel de raapsteelplanten in hun groei benadeeld zijn.

Rh. Sol. Begoniae I, die virulenter dan *Begoniae* II is

(vgl. tabel VIII en IX), maakt raapsteel voor 100 % ziek, *Begoniae* II in 't geheel niet.

Rh. mucoroides Bernard infecteert raapsteel voor een klein percentage, als de temperatuur gunstig is, omstreeks 20°. Bij een lagere temperatuur verloopt de infectie steeds negatief.

Rh. suavis Burgeff, de derde Orchideeënsymbiont, is niet in staat raapsteel ziek te maken.

Verder wordt raapsteel nog aangetast door *Rh. Sol. Gossypii* en *Cinchonae*, een tweetal, dat in veel gevallen een gelijk resultaat geeft (vgl. tabel XVIII, XIX en XX), en door *Rh. Sol. Solani tuberosi* II.

De sterilisatie heeft geen invloed.

Tabel XXIII.

Als wij deze tabel met de vorige vergelijken, omdat beide proefplanten Cruciferen zijn, dan zien wij terstond eenige overeenkomst, allereerst wat betreft de stammen *Rh. Sol. Brassicae* I, II en III (met IV is geen proef gedaan). Ook hier is de infectie altijd voor 100 % positief en zoowel raapsteel als tuinkers worden alléén door deze *Rhizoctonia*-stammen onder alle omstandigheden voor 100 % aangetast; geen enkele andere stam is hiertoe in staat.

Het resultaat met de beide aardappelstammen is gelijk aan dat in tabel XXII, dat met *Rh. Sol. Begoniae* III verschilt, waarschijnlijk, omdat het infecteeren van tuinkers bij $\pm 16^\circ$ plaats gehad heeft, een temperatuur, die niet zeer gunstig voor de ontwikkeling van deze stam is.

Verder wordt tuinkers door *Rh. Sol. Betae* en *Cinchonae* voor een klein percentage aangetast.

Van de Orchideeënsymbionten is alleen *Rh. suavis* Burgeff in staat tuinkers ziek te maken.

In de tabellen XXII en XXIII vindt men ook de twee andere Javaansche stammen, *Rh. Sol. Cichorii Endiviae* I en II, die in 1922 te Buitenzorg van andijvie geïsoleerd zijn. HARTLEY schrijft het volgende over stam I: „The *Rhizoctonia* from damped-off endive seedlings strikes me as of some general interest in view of the DUGGARS published belief, that the Java

„Mopopilz” is identical with *Corticium vagum*. This Buitenzorg fungus appears to me identical with the *Corticium* type of *Rhizoctonia*. Volgens mijn meening zijn deze beide stammen niet identiek, maar wel zeer nauw verwant met *Rh. Sol. Cinchonae*.

De enkele infectieproeven, die er mee genomen zijn, kunnen deze opvatting niet steunen, maar in het mycologische gedeelte zal men eenige argumenten hiervoor vinden.

De sterilisatie heeft geen invloed.

Tabel XXIV.

Vlas wordt slechts door een viertal stammen aangetast, ten eerste door *Rh. Sol. Brassicae* I en *Cinchonae*, ten tweede voor een aanzienlijk percentage door *Rh. psychodis* Burgeff en *Rh. suavis* Burgeff. Deze laatste infectie had in October 1922 plaats; een anderhalve maand later gelukte hetzelfde proces bij een ongeveer gelijke temperatuur niet.

Als wij nu aan het einde van deze beschouwingen het totaal van de infectieproeven overzien, dan treden de volgende resultaten op de voorgrond:

1°. Alle *Rhizoctonia*-stammen, die voor deze proeven gebruikt zijn, zijn parasitair, zij het dan ook in ongelijke mate.

2°. *Rh. Sol. Begoniae* III en *Rh. Sol. Cinchonae*, de twee schimmels, die onder de botanische naam *Moniliopsis Aderholdii* R. bekend zijn, wijken in hun pathogene werking niet van de overige *Rhizoctonia*-stammen af.

3°. *Rh. Sol. Solani tuberosi* I en *Rh. microsclerotia* Matz zijn de stammen, die de minste proefplanten aantasten, terwijl *Rh. Sol. Cinchonae* en *Rh. Sol. Brassicae* I het grootste aantal infecteeren. Deze uitkomsten zijn alleen te verklaren door verschil in virulentie van de betrokken *Rhizoctonia*-stammen, daar mijn proeven duidelijk genoeg bewezen hebben, dat er van eenig specifiek infectievermogen bij *Rhizoctonia* geen sprake is. Als b.v. een *Rhizoctonia*-stam, die van kina geïsoleerd is, niet alleen *Begonia*-variëteiten, maar ook *Cruciferen* en *postelein* kan aantasten, dan bewijst dit wel, dat eenige spe-

cialisatie ten opzichte van de voedsterplant bij *Rhizoctonia* niet bestaat.

4°. Wel hebben de *Rhizoctonia*-stammen eenige voorkeur voor hun oorspronkelijke voedsterplant.

5°. Twee *Rhizoctonia*-stammen, al of niet onder dezelfde omstandigheden van dezelfde voedsterplant geïsoleerd, verschillen vaak in virulentie.

6°. De virulentie gaat door een kunstmatige cultuur van meer dan tien jaar niet te gronde.

7°. De invloed van de temperatuur op het infectieproces is tweeledig. Zoowel het weerstandsvermogen van de voedsterplant als het infectievermogen van de schimmel worden door de temperatuur beïnvloed, dit laatste, tengevolge van de invloed, die de temperatuur op de ontwikkeling van het mycelium uitoefent.

8°. Het steriliseeren van de grond brengt geen verandering in het verloop van de infectie.

9°. De drie Orchideeënsymbionten onderscheiden zich, wat betreft hun pathogene werking, in 't algemeen niet van de parasitaire stammen.

10°. Vooral de twee Orchideeënsymbionten, die in uiterlijk het meeste met *Rhizoctonia Solani* overeenkomen, *Rh. psychodis* Burgeff en *Rh. suavis* Burgeff, zijn even sterk parasitair als verschillende andere stammen, die van zieke planten geïsoleerd zijn.

11°. De beoordeeling, of verschillende stammen van een schimmel tot één of meer botanische soorten behooren, houdt tot nu toe alleen rekening met verschil in morphologie. Daarom bepaal ik er mij op deze plaats toe slechts op te merken, dat de verschillen in infectievermogen van de bestudeerde *Rhizoctonia*-stammen gering en van weinig beteekenis zijn.

Het specifieke infectievermogen zal ik in Hoofdstuk V nog afzonderlijk behandelen.

HOOFDSTUK IV.

Mycologisch onderzoek.

Behalve de pathogene werking van de verschillende Rhizoctonia-stammen heb ik ook hun morphologische kenmerken bestudeerd, zoowel macroscopisch als microscopisch. In verband met zijn morphologische kenmerken neemt het geslacht Rhizoctonia een zeer bijzondere plaats in. Lange tijd is Rhizoctonia als een steriele schimmel beschouwd, die nooit eenige soort van sporen vormde. Eerst het onderzoek van ROLFS (1904) heeft aangetoond, dat het onderaardsche mycelium in bepaalde omstandigheden boven de grond een schimmelvertreksel vormt, waarop zich basidia met 2—4 sterigmata en hyaliene, eivormige sporen bevinden. Van die tijd af weet men dus, dat Rh. Solani een Basidiomyces als volkomen vorm heeft, terwijl men bij Rh. Crocorum Pers. nooit eenige soort van sporen aangetroffen heeft. Verscheiden onderzoekers hebben na ROLFS de samenhang van Rh. Solani en die Basidiomyces, hij moge dan Corticium vagum B. & C. of Hypochnus Solani Pr. & D. heeten, aangetoond. Ook ik heb enkele malen, van basidiosporen op een aardappelstengel uitgaande, gewone Rhizoctonia-cultures gekregen, maar het omgekeerde, n.l. steriele Rhizoctonia-cultures tot fructificatie te brengen, is mij niet gelukt. Met dezelfde methode, die MÜLLER (1923) beschrijft, heb ik geen resultaat gehad, en spontaan hebben mijn Rhizoctonia-stammen noch in cultuur noch op de proefplanten ooit basidiosporen gevormd. Bij het onderscheiden van de verschillende stammen heb ik dus alleen van vegetatieve organen gebruik kunnen maken, maar met behulp van deze organen is een onderscheiding zeer goed uitvoerbaar.

Bij het morphologische onderzoek heb ik mij ten doel gesteld de volgende vragen te beantwoorden:

1°. Gaan bepaalde macroscopische kenmerken met microscopische samen?

2°. Wordt verschil in morphologie begeleid door verschil in pathogene werking?

§ 1. *Macroscopisch onderzoek.*

Als wij de leden van het geslacht *Rhizoctonia* beschrijven willen, zijn wij zeer beperkt in onze keuze van specifieke kenmerken. Er wordt, behalve de basidiosporen, geen enkele soort van sporen gevormd, er zijn alleen vegetatieve organen als hyphen, pseudoconidia en pseudosclerotia.

De pseudoconidia (de naam *Monilia*-cellen, die men vaak in de litteratuur aantreft, gebruik ik niet, omdat de opvatting van het geslacht *Monilia* de laatste jaren belangrijk gewijzigd is en de pseudoconidia hoogstens een oppervlakkige, uiterlijke overeenkomst met de conidia van *Monilia* vertoonen) ontstaan, doordat een zijhyphë een groot aantal dwarswanden krijgt, waardoor een reeks korte cellen gevormd wordt. Deze cellen ronden zich vervolgens af, zijn een soort van rusttoestand en kunnen terstond of na verloop van tijd weer ontkiemen en tot een nieuwe myceliummassa uitgroeien. De pseudoconidia laten niet één voor één los, zooals echte conidia, maar zoo'n ketting valt in onregelmatige stukken van een paar cellen uiteen.

Als een aantal dergelijke kettingen zich sterk vertakken en door elkaar heen groeien, waarbij zeer vaak anastomose optreedt, ontwikkelt zich een min of meer solide lichaam. Oppervlakkig vertoont dit gelijkenis met een sclerotium; vandaar, dat men het veelal zoo genoemd heeft, maar naar mijn meening wijkt de inwendige bouw te veel van die van een sclerotium af. Terwijl toch een sclerotium op dwarse doorsnede steeds een buitenwand heeft, die in structuur van het centrale gedeelte afwijkt, is het pseudoparenchymatische orgaan van *Rhizoctonia* een volkomen homogene massa van

dooreengevlochten kettingen. Daarom is het beter de naam pseudosclerotium te gebruiken. Een nieuw begrip is dit niet. RUHLAND heeft het in 1908 reeds gebezigd bij de beschrijving van *Moniliopsis Aderholdii* voor een lichaam van dezelfde bouw, maar de onderzoekers van *Rhizoctonia* hebben het nog niet gebruikt, voorzoover mij uit de litteratuur bekend is. Evenzoo heb ik, zooals RUHLAND bij zijn *Moniliopsis*, de naam pseudoconidia voor de korte, ronde cellen van *Rhizoctonia* gebruikt.

In het begin van mijn onderzoek meende ik de *Rhizoctonia*-stammen in twee groepen te kunnen verdeelen, één met en één zonder pseudosclerotia, maar bij nadere overweging bleek dit niet zoo te zijn. Als men immers de vorming van een pseudosclerotium nagaat, dan ziet men, dat een aantal kettingen van pseudoconidia dooreengroeien en anastomoseeren. Gaat dit proces lange tijd voort, dan ontstaat één groot pseudosclerotium of een aantal samenhangende exemplaren, maar in de grond van de zaak is de grootte van het pseudosclerotium van weinig belang, ook al bedraagt hij slechts 0.2—0.5 m.M., zooals b.v. MATZ bij de beschrijving van zijn *Rh. microsclerotia* vermeldt. Een pseudosclerotium ontstaat dus door de vergroeiing van een aantal pseudoconidiumkettingen, en daarom is het voorkomen van pseudoconidia een kenmerk van grootere waarde. Pseudoconidia nu komen bij alle door mij onderzochte *Rhizoctonia*-stammen voor, zoodat dit een belangrijk kenmerk is.

Als wij deze opvatting over de beteekenis van de pseudoconidia hebben, dan levert het ontbreken van pseudosclerotia ons geen moeilijkheden op om desnietteenstaande de betrokken stam tot het geslacht *Rhizoctonia* te rekenen. BERNARD heeft in 1909 reeds hierop gewezen. Van de drie vormen van endophyten, die hij geïsoleerd heeft, had er één, *Rh. repens*, geen pseudosclerotia (BERNARD spreekt van sclerotia), maar zijn algemeene habitus onderscheidde hem niet van de beide andere, *Rh. mucoroides* en *Rh. lanuginosa*, en daarom heeft BERNARD niet geaarzeld om ook deze schimmel een *Rhizoctonia* te noemen.

Het aantal en de ontwikkeling van de pseudoconidia varieert echter bij de verschillende stammen zeer sterk. Soms zijn zij door de enorme ontwikkeling van gewone hyphen zeer weinig in aantal en nauwelijks met het bloote oog waarneembaar, dan weer vormen zij, tot groote pseudosclerotia vereenigd, het belangrijkste deel van de cultuur, terwijl de groei van het mycelium sterk op de achtergrond treedt. Ook de wijze, waarop zij vergroeien, is verschillend; nu eens ontstaat een massief, glad pseudosclerotium, dan weer is de bouw zoo los en weinig compact, dat de overgang van mycelium in pseudosclerotia zeer geleidelijk plaats heeft.

De gewone hyphen, waarvan ik de groei zeer goed heb kunnen volgen door cultures te maken in petri-schalen op een kersagar-plaat, die volkomen doorzichtig is, stellen het mycelium samen en ontwikkelen zich steeds het eerste, als een pseudosclerotium opnieuw gaat groeien of wanneer een overenting plaats gehad heeft, terwijl de pseudoconidia eerst na eenige tijd ontstaan. Zij kenmerken zich door de volgende eigenschappen. Van het middelpunt uit groeien de hyphen in alle richtingen en op regelmatige afstanden vormen deze hoofdhypen links en rechts zijhyphen, die eveneens centrifugaal gericht zijn en zich op hun beurt vertakken. In het verdere verloop van de myceliumontwikkeling onderscheiden de verschillende stammen zich van elkaar. Bij sommige ontstaat een homogene myceliummassa zonder eenige differentiatie (vgl. Pl. II, Fig. I), bij andere echter vormen zich op een bepaalde onderlinge afstand concentrische ringen. Op deze ringen vertakken de hyphen zich sterker, waardoor het mycelium dichter wordt, en zij zijn ook de plaats, waartoe in sommige gevallen de pseudoconidia en pseudosclerotia beperkt zijn. Waardoor deze ringen veroorzaakt worden, is niet bekend. Het licht oefent geen invloed op hun ontstaan uit, want een cultuur van *Rh. Sol. Brassicae* III b.v., gedurende 10 dagen in zwart papier gewikkeld, is geheel gelijk aan eenzelfde cultuur, die in het licht gestaan heeft. Beide hebben evenveel ringen op dezelfde onderlinge afstand. Evenmin ontstaan zij door temperatuurswisseling; immers in de

thermostaat treden zij ook op. Wel wordt de grootte van de afstand door de temperatuur beïnvloed. Daarvan heb ik o. a. bij *Rh. Sol. Solani tuberosi* I zeer duidelijke voorbeelden gehad. Bij 15° ontstaan 7 à 8 ringen op 4 m.M. van elkaar, bij 20° is het aantal 4, de afstand 10 m.M., bij 25° 3 en 15 m.M. Waarschijnlijk ontwikkelt zich dus een dergelijke ring na een bepaald tijdsverloop. Ook PELTIER (1916) vermeldt het voorkomen van concentrische ringen; volgens hem wordt dit noch door het licht noch door de temperatuur beïnvloed.

Een andere bijzonderheid van *Rhizoctonia* is nog, dat enkele stammen de voedingsbodem kleuren. Ik heb dit verschijnsel aan cultures in buisjes op moutsalepagar en aardappelagar nagegaan.

Alles te zamen genomen is het dus de groeiwijze van het mycelium en de algemeene habitus in cultuur, waardoor ik mijn *Rhizoctonia*'s van elkaar onderscheiden kan. Deze algemeene habitus is zoo kenmerkend voor de onderscheidene stammen, dat een cultuur van *Rh. Sol. Betae* of *Rh. Sol. Begoniae* III b.v. steeds te herkennen is, hetzij op moutagar, moutsalepagar of aardappel gekweekt. Wel is de ontwikkeling op aardappel, een rijke voedingsbodem, krachtiger en overvloediger. De macroscopische beschrijving heb ik daarom vergezeld doen gaan van eenige fotografieën, die van het een en ander een duidelijk beeld geven. Deze fotografieën geven cultures op een kersagar-plaat in een petri-schaal weer. Weliswaar varieert de ouderdom van de cultures van 1 tot 2 weken, maar de algemeene habitus is in jonge en oude cultures hetzelfde.

Van enkele stammen zijn in de litteratuur uitgebreide beschrijvingen te vinden, n.l. van *Rh. mucoroides* Bernard, *Rh. psychodis* Burgeff, *Rh. microsclerotia* Matz en *Rh. Sol. Cinchonae*, terwijl van een aantal andere eenige bijzonderheden medegedeeld worden, zooals van *Rh. Sol. Begoniae* III, *Rh. Sol. Cichorii* Endiviae I, *Rh. Sol. Solani tuberosi* II, enz. Verscheiden stammen zijn echter eerst sinds korte tijd in cultuur en nog niet beschreven.

Zooals ik reeds gezegd heb, zijn er enkele *Rhizoctonia*-

stammen, die zeer veel luchtmycelium ontwikkelen, b.v. Rh. Sol. Begoniae III, Rh. mucoroides Bernard, Rh. Sol. Begoniae II en Rh. microsclerotia Matz. De eerste stam, van 1914, vormt zeer zelden pseudoconidia en de pseudosclerotia, die men een enkele maal vindt, zijn niet grooter dan 0.5 m.M. middellijn. Op de fotografie (Pl. II, Fig. I) zien wij alleen het dichte, witte mycelium, rondom de entplaats het dichtst, zonder eenige differentiatie.

Rh. mucoroides Bernard (Pl. II, Fig. II), reeds sinds 1909 in cultuur, is blijkbaar veranderd, want op het oogenblik komen geen pseudosclerotia van 1 m.M. doorsnee of kleiner meer voor; wel worden pseudoconidia aangetroffen. Het mycelium groeit niet zoo regelmatig als bij de vorige stam, maar in talloze kleine plukjes.

Het mycelium van Rh. Sol. Begoniae II van 1922 (Pl. II, Fig. III) is niet alleen losser, maar zit ook vol met pseudoconidia, die spoedig in zeer talrijke kleine, platte pseudosclerotia overgaan, met een middellijn van ten hoogste 1 m.M. De cultuur vertoont onduidelijke ringen.

Rh. microsclerotia Matz (1917) heeft een rijke, maar onregelmatige myceliumontwikkeling (Pl. II, Fig. IV). Ook hier zien wij talrijke vlokken mycelium, overal door de cultuur verspreid. Bij de entplaats ontstaat een groote groep samenhangende pseudosclerotia, die niet uitsluitend 0.2—0.5 m.M. middellijn zijn, zooals Matz opgeeft, maar eveneens grooter, van meer dan 1 m.M. doorsnee. Verder van het midden komen slechts enkele pseudosclerotia voor. Van ringen vinden wij niet de minste aanduiding.

Dan volgt een groep schimmels, waarvan de myceliumontwikkeling middelmatig is, al of niet gepaard gaande met op de voorgrond tredende pseudosclerotia.

Rh. Sol. Solani tuberosi III (Pl. III, Fig. I) is een stam van aardappel, die sterk van de andere afwijkt, niet alleen wat betreft de talrijkheid van de pseudoconidia, maar ook door de groeiwijze van het mycelium op de voedingsbodem; dit blijft beperkt tot een dichte laag vlak op de bodem, terwijl bij de andere Solani-stammen aan de ééne kant ook

luchtmycelium aangetroffen wordt, aan de andere kant echter de hoeveelheid mycelium gering is. Met de pseudoconidia is juist het tegenovergestelde het geval; Rh. Sol. Solani tuberosi III heeft weinig pseudosclerotia en deze zijn kleiner dan 0.5 m.M., de andere Solani-stammen hebben talrijke groote pseudosclerotia, tot 3—4 m.M. in doorsnee. Op de fotografie ziet men een zwakke aanduiding van ringen. In de litteratuur heb ik geen enkele bijzonderheid over deze schimmel gevonden, zoodat ik niet kan vaststellen, of hij sinds 1914 ook van voorkomen veranderd is.

Wat betreft de groei van het mycelium vertoont Rh. Sol. Gossypii (vóór 1914) veel overeenkomst met de vorige schimmel. Het aantal pseudosclerotia daarentegen is zeer groot; zij zijn plat, donkerbruin van kleur en onregelmatig van vorm, met een middellijn van ten hoogste 2 m.M. Vaak zijn zij tot groote groepen versmolten.

Rh. Sol. Begoniae I (1922) verschilt van de beide andere Begoniae-stammen door een geringere luchtmyceliumontwikkeling (Pl. III, Fig. II). Op kersagar blijven de pseudosclerotia kleiner dan 1 m.M. Ringen zijn duidelijk zichtbaar.

Rh. Sol. Cinchonae (1915) en Rh. Sol. Cichorii Endiviae I (1922) en II (1922) verschillen slechts weinig van elkaar. De beide laatste (Pl. III, Figg. III en IV), die naar alle waarschijnlijkheid onderling identiek zijn, zijn zeer nauw verwant met de stam van kina. Alle drie zijn voorbeelden van een geleidelijke overgang van mycelium in pseudosclerotia; geen scherp begrensde, groote pseudosclerotia, gepaard gaande met weinig mycelium, maar een middelmatige myceliumontwikkeling, die eenigszins straalsgewijs verloopt, met talloze losse pseudosclerotia, die op kersagar niet grooter dan 1 m.M. worden. Op beide fotografieën ziet men de ringen; het verschil in afstand tusschen de ringen onderling is het gevolg hiervan, dat stam I bij 25° gestaan heeft, stam II bij 20°.

Rh. Sol. Solani tuberosi II (1917) heeft een geheel ander uiterlijk (Pl. II, Fig. V). De ontwikkeling is overvloediger en niet zoo regelmatig. De talrijke, zeer losse pseudosclerotia, die men met vlokjes zou kunnen vergelijken, wisselen sterk

in grootte; op kersagar bereiken zij soms een middellijn van 3 m.M.

Rh. Sol. Betae (1915) heeft een middelmatige mycelium-ontwikkeling, maar de pseudosclerotia zijn niet zoo talrijk, gewoonlijk rond, massief van structuur en tot 2 m.M. in doorsnee.

Bij de overige Rhizoctonia-stammen is de ontwikkeling van de pseudosclerotia het voornaamste en het eerste, dat ons opvalt, terwijl de hoeveelheid luchtmycelium gering is. Tot deze groep behooren Rh. Sol. Solani tuberosi I en IV, Rh. suavis Burgeff, Rh. psychodis Burgeff en de 4 Brassicae-stammen.

Rh. Sol. Brassicae I (1920) en II—IV (1922) vertoonen in 't algemeen in cultuur groote overeenkomst (Pl. II, Fig. VI en Pl. III, Fig. V). De donkerbruine pseudosclerotia, die op kersagar een middellijn van 1—2 m.M. bereiken, zijn bijna uitsluitend op concentrische ringen gelegen. Vooral stam III geeft daarvan een mooi voorbeeld.

Rh. Sol. Solani tuberosi I (1921) en IV (1922) wijken weinig van de vier voorgaande af. Zooals de fotografie van stam I (Pl. III, Fig. VI) laat zien, liggen de pseudosclerotia hier iets meer verspreid en zijn zij niet geheel tot de ringen beperkt.

Bij Rh. suavis Burgeff (1909) is dit nog meer het geval (Pl. IV, Fig. I). Toch kan men niet alleen de concentrische ringen van het mycelium nog waarnemen, maar ook zien, dat de pseudosclerotia ten deele volgens deze ringen gerangschikt liggen (let op de buitenste ring!). De pseudosclerotia zijn niet grooter dan 2 m.M. in doorsnee.

De andere Orchideeënsymbiont, Rh. psychodis Burgeff (1909) geeft een dergelijk beeld (Pl. IV, Fig. II); alleen zijn de ringen van het mycelium duidelijker. De pseudosclerotia zijn minder talrijk, maar even groot.

Wat betreft de verkleuring van de voedingsbodem door de verschillende stammen heb ik het volgende waargenomen. Noch op moutsalepagar, noch op aardappelagar was het onderscheid zoo belangrijk, dat ik een verdeling van de stammen hierop kon baseeren. MATSUMOTO (1921) beschrijft,

hoe hij zijn *Rhizoctonia*'s in groepen verdeelde, al naar gelang zij aardappelagar zwart, eenigszins of niet kleurden. Een dergelijk scherp verschil trad in mijn cultures niet op. Wel vond ik bij enkele stammen een bruine verkleuring van de aardappelagar, vooral bij *Rh. Sol. Betae*, *Rh. Sol. Brassicae* I—IV en *Rh. Sol. Solani tuberosi* II. Andere, b.v. *Rh. Sol. Solani tuberosi* I en IV en *Rh. Sol. Begoniae* III lieten de bodem geheel onveranderd.

Op moutsalepagar was belangrijker verschil waar te nemen. Deze bodem werd door *Rh. Sol. Gossypii* zeer donkerbruin tot zwart gekleurd, door *Rh. microsclerotia* Matz iets minder donkerbruin, door de drie *Begoniae*-stammen roodbruin. De vier *Brassicae*-stammen kleurden moutsalepagar in 't geheel niet, evenmin als *Rh. Sol. Betae*.

Zooals begrijpelijk is, wijkt de ontwikkeling op een stukje aardappel in een buisje af van de groei op een kersagar-plaat in een petri-schaal. Van ringen of een bepaalde ligging van de *pseudosclerotia* is niets te bespeuren. De ontwikkeling gaat in alle richtingen, waar hij kan, en zet zich meestal op het glas voort. Vooral de *pseudosclerotia* ontstaan soms in groote massa's op het glas. Ik heb reeds gezegd, dat op aardappel de groei krachtiger en overvloediger dan op andere voedingsbodems is. *Rh. Sol. Begoniae* III b.v. vult de geheele ruimte tusschen de aardappel en het glas op met een dichte myceliummassa, die in consistentie bijna met kurk te vergelijken is.

Rh. microsclerotia Matz vormt ontelbare *pseudosclerotia*, die in alle tinten tusschen lichtgrijs en donkerbruin gekleurd zijn.

Rh. Sol. Solani tuberosi III blijft, evenals in de petri-schaal, geheel tot de voedingsbodem beperkt, afgezien van enkele hyphen op het glas.

De *pseudosclerotia* van *Rh. Sol. Begoniae* I zijn op aardappel massief en half bolvormig en bereiken een middellijn van 2 m.M.

Rh. Sol. Solani tuberosi II ontwikkelt op aardappel *pseudosclerotia* van 5 m.M. doorsnee.

Cultures van Rh. Sol. Brassicae I—IV op aardappel zitten vol donkerbruine pseudosclerotia, terwijl zich aan de bovenzijde (naar de wattenprop toe) van het aardappelstukje wat grijs luchtmycelium bevindt. De grootte van de pseudosclerotia bedraagt 3-4 m.M.

Een dergelijk beeld zien wij bij Rh. psychodis Burgeff en Rh. suavis Burgeff, die nagenoeg niet van elkaar te onderscheiden zijn. Alleen is hier de groei in hoofdzaak tot de voedingsbodem beperkt, die dan ook geheel met pseudosclerotia bedekt is.

Op Pl. IV, Fig. III heb ik ter verduidelijking van deze beschrijving een fotografie van drie verschillende vormen van ontwikkeling op aardappel gegeven. Links heeft men een jonge cultuur van Rh. Sol. Begoniae III; het mycelium heeft reeds alle ruimte gevuld, maar is nog wit van kleur. In het midden ziet men Rh. Sol. Begoniae II, die behalve veel luchtmycelium ontelbare samenhangende pseudosclerotia gevormd heeft, en rechts bevindt zich Rh. Sol. Solani tuberosi I, die weinig luchtmycelium ontwikkelt en bijna geheel tot de voedingsbodem beperkt is. Alle drie cultures zijn even oud.

§ 2. *Microscopisch onderzoek.*

Bij de voorloopige bestudeering van enkele Rhizoctonia's, die aan dit onderzoek voorafging, was het mij terstond opgevallen, dat de breedte van de hyphen bij de verschillende stammen sterk varieerde, d.w.z. dat alle hyphen, zoowel oude als jonge, van stam A b.v. aanzienlijk breder waren dan die van stam B. Zooals ik reeds vroeger medegedeeld heb, bestaat er geen verschil in de breedte van oude en jonge hyphen onderling, afgezien natuurlijk van individuele variatie. Ook in de litteratuur vinden wij enkele gegevens over deze breedte, die, omdat het één van de weinige bruikbare, morphologische kenmerken van Rhizoctonia is, telkens bij de determinatie gebezigd is. MÜLLER (1923) baseert zijn uitspraak over de identiteit van Moniliopsis Aderholdii en Rhizoctonia Solani in de eerste plaats op het verschil in de breedte van de hyphen, BURGEFFS aarzeling in 1911 om zijn Orchideeën-

symbionten tot het geslacht *Rhizoctonia* te rekenen berust op hetzelfde feit, terwijl ook ROSENBAUM (1917) in verband hiermee één *Rhizoctonia*-stam van zeven andere afscheidt.

Om de breedte van de hyphen te kunnen bepalen ging ik als volgt te werk:

Uit een cultuur van de schimmel op moutsalepagar bracht ik wat mycelium in een druppelcultuur. De vochtige kamer verkreeg ik door een glazen ring van 10—15 m.M. middellijn en 5 m.M. hoogte met een mengsel van vaseline en was op een voorwerpglas vast te plakken en hem vervolgens door middel van een dekglas met een randje vaseline af te sluiten. Op het dekglas bracht ik een druppel moutsalepagar, op de bodem van de vochtige kamer een druppel gesteriliseerd water om de voedingsbodem voor uitdrogen te behoeden. De volgende dag hadden de hyphen zich reeds zoover ontwikkeld, dat ik er een gedeelte van kon teekenen. Ik gebruikte een teekenspiegel van ZEISS en een vergrooing van 400 $\times$. De breedte van de hyphen werd in halve m.M. nauwkeurig gemeten. Hiervoor bezigde ik alle dwarswanden.

De breedte van de hyphen is meestal zeer constant en tegelijkertijd kenmerkend voor de stam. Het aantal metingen bedroeg 16—53, een enkele maal slechts 10, maar op een paar uitzonderingen na was het resultaat altijd een normale waarschijnlijkheidskromme. Nooit trad er een tweede top op; wel was in vier gevallen de kromme eenzijdig.

De gemiddelde breedte berekende ik door de gezamenlijke lengte van alle dwarswanden door het aantal van die dwarswanden te deelen. Deze breedte bedroeg 5.6—10.7 μ , met een variatie van $\pm 2 \mu$ naar weerskanten. De krommen van de verschillende stammen vallen dus weliswaar gedeeltelijk over elkaar heen, maar de toppen zijn duidelijk gemarkeerd.

Twee stammen van *Begonia*, *Rh. Sol. Begoniae* II en III hebben het dunste mycelium, respectievelijk 5.8 en 5.6 μ breed.

Dan komen *Rh. Sol. Gossypii* en *Rh. Sol. Solani tuberosi* III, 6.1 en 6.2 μ breed. De laatste is de *Solani*-stam met

het dunste mycelium; vroeger heb ik er reeds op gewezen, dat hij ook in zijn uiterlijk van de andere Solani-stammen afwijkt.

Het mycelium van Rh. Sol. Begoniae I en Rh. mucoroides Bernard is 6.7 en 6.8 μ breed. De hyphen van deze Begoniae-stam zijn dus ongeveer 1 μ breder dan die van de beide andere. Ook Rh. mucoroides Bernard onderscheidt zich van de twee andere Orchideeënsymbionten door een verschil in de breedte van het mycelium. Naast dit microscopische verschil hebben wij ook reeds een macroscopisch gezien, n.l. in de ontwikkeling van pseudosclerotia.

De hyphen van Rh. Sol. Cichorii Endiviae I en II zijn 7 μ breed. Deze stammen, die, zooals boven medegedeeld is, in macroscopisch opzicht aan elkaar gelijk zijn, blijken dus ook microscopisch overeen te komen.

Rh. Sol. Solani tuberosi II en IV hebben hyphen, die 7.2 en 7.4 μ breed zijn. De eerste stam is door ROSENBAUM geïsoleerd, de laatste door mij. ROSENBAUM en SHAPOVALOV hebben in 1917 die stam tegelijk met zeven andere van ziek materiaal geïsoleerd en vinden hem zoo afwijkend, dat zij hem als een afzonderlijke stam beschouwen, terwijl de zeven andere identiek zijn. Hij staat volgens hen zelfs dicht bij Rh. Crocorum (Pers.) DC. Naar mijn meening gaan ROSENBAUM en SHAPOVALOV in dit opzicht veel te ver. Hun stam onderscheidt zich weliswaar in morphologie en pathogene werking, maar dat is geen bijzonderheid. Zooals wij gezien hebben, is dit met de drie Begoniae-stammen eveneens het geval. Als breedte van de hyphen van stam II geven zij 7.8 μ op, van hun andere isolaties 10.1 μ . Het toeval heeft gewild, dat ik ook een Rhizoctonia van aardappel (stam IV) geïsoleerd heb, die hyphen van 7.4 μ dikte heeft zoowel als een andere stam (stam I), die hyphen van 10.7 μ dikte bezit. Toch is dit voor mij geen reden geweest om zoo de nadruk op dit verschil in breedte te leggen.

Het mycelium van Rh. Sol. Betae is 7.4 μ breed, dat van Rh. Sol. Cinchonae 7.8 μ . De laatste stam is blijkbaar niet identiek met de beide andere Javaansche stammen, al ge-

lijken zij in hun uiterlijk zeer veel op elkaar. Dat ligt ook niet voor de hand, omdat *Rh. Sol. Cinchonae* van kina afkomstig is, de twee andere van andijvie.

Het mycelium van *Rh. microsclerotia* Matz is nog weer iets breeder, n.l. $8\ \mu$ en tenslotte vinden wij de breedste hyphen bij de Brassicae-stammen I, II en III, de zoo even genoemde *Rh. Sol. Solani tuberosi* I en de twee Orchideeënsymbionten, *Rh. suavis* Burgeff en *Rh. psychodis* Burgeff. Van de beide laatste stammen zijn de hyphen 9.8 en $10\ \mu$ breed, terwijl de breedte bij de Brassicae-stammen 8.5 , 9 en $9.5\ \mu$ bedraagt.

De lengte van de cellen heeft niet die waarde voor het onderscheiden van de *Rhizoctonia*'s, die de breedte heeft. Wel zijn er stammen, zooals *Rh. Sol. Solani tuberosi* IV en *Rh. Sol. Begoniae* I, met cellen van een weinig wisselende lengte, wel is er bij een groot aantal stammen verschil tusschen lange cellen van hoofdhyphen en korte cellen van zijhyphen, maar bij het meerendeel van de *Rhizoctonia*'s is de lengte niet kenmerkend. Meestal bedekken de krommen, die de lengte van de cellen weergeven, elkaar voor het grootste gedeelte.

Meer onderscheid zien wij in de vertakking en in het verloop van de hyphen, zooals uit enkele teekeningen blijkt. De vergrooting van deze teekeningen is voor alle dezelfde, zoodat men tevens een indruk krijgt van het verschil in breedte.

Rh. Sol. Solani tuberosi I (Pl. V, Fig. I) heeft de breedste hyphen, *Rh. Sol. Begoniae* III (Pl. V, Fig. II) de smalste. In de laatste figuur is tevens de typische vertakking van *Rhizoctonia*-mycelium te zien. Eenige naast elkaar gelegen cellen hebben elk aan het apicale gedeelte een zijhyphge vormd, die na eenige tijd dicht bij de hoofdhyphge een dwarswand krijgt en zich vervolgens op zijn beurt gaat vertakken. Meestal vormt elke cel slechts één zijhyphge, maar het komt ook voor, dat er twee of meer uit ontspringen.

Pl. VI, Fig. I geeft een beeld van het ontstaan van een pseudosclerotium bij *Rh. Sol. Begoniae* I. De talrijke zijhyphen beginnen zich al door elkaar te vlechten.

Pl. VI, Fig. II vertoont iets dergelijks bij Rh. Sol. Cichorii Endiviae I. De zijhyphen, die hier en daar reeds anastomoseeren, krijgen een groot aantal dwarswanden, waardoor, als de cellen zich afronden, de pseudoconidia ontstaan.

Rh. psychodis Burgeff (Pl. VII, Fig. I) heeft een gedrongen groei van breede, onregelmatig gevormde hyphen, Rh. mucoroides Bernard (Pl. VII, Fig. II) is veel losser gebouwd; deze schimmel vormt ook veel luchtmycelium, terwijl de pseudoconidia weinig talrijk zijn.

Ook Pl. VIII, Fig. I laat het ontstaan van een pseudosclerotium zien, n.l. van Rh. suavis Burgeff.

Rh. Sol. Cichorii Endiviae II (Pl. VIII, Fig. II) is het typische beeld van een snel groeiende stam, lange cellen en weinig vertakkingen.

Rh. Sol. Brassicae I en II (Pl. IX, Figg. I en II) hebben beide dezelfde losse bouw met een matige vertakking.

Pl. X, Fig. I geeft de weinig wisselende lengte van de cellen van Rh. Sol. Solani tuberosi IV weer.

Op Pl. X, Fig. II zien wij tenslotte dezelfde gedrongen groei van onregelmatig gevormde hyphen als op Pl. VII, Fig. I. Alleen zijn de hyphen van Rh. Sol. Cinchonae smaller.

Zooals wij gezien hebben, is de breedte van de hyphen een kenmerk, waardoor de verschillende Rhizoctonia's zich van elkaar onderscheiden. Er bestaat echter geen scherpe scheiding tusschen stammen met smalle en stammen met breede hyphen, integendeel, de verschillende myceliummaten vormen een doorlopende reeks van 5.6μ tot 10.7μ , zoodat Rhizoctonia's van bepaalde voedsterplanten zich door een bepaalde dikte van het mycelium onderscheiden. Op aardappel b.v. komen zoowel stammen met dikke als stammen met dunne hyphen voor, evenzoo op Begonia. In verband hiermede ben ik van oordeel, dat ROSENBAUM en SHAPOVALOV te veel waarde hechten aan de geringe breedte van hun éene afwijkende stam.

Alleen zien wij één bijzonderheid, n.l. dat de Rhizoctonia's, die uit een warme omgeving afkomstig zijn, zooals Rh. Sol.

Begoniae I, II en III, Rh. Sol. Gossypii, enz., op een enkele uitzondering na, smalle hyphen hebben, terwijl het tegenovergestelde evenzeer het geval is.

Van de drie Begoniae-stammen is Rh. Sol. Begoniae III identiek met de schimmel, die MÜLLER als *Moniliopsis Aderholdii* beschreven heeft en waarvan hij vermeldt, dat de hyphen zooveel smaller dan die van *Rhizoctonia Solani* zijn, dat beide schimmels niet tot hetzelfde geslacht kunnen behooren; MÜLLER vindt een verschil in myceliumbreedte van 1.3μ . Uit mijn waarnemingen blijkt echter, dat ten eerste de hyphen van Rh. Sol. Begoniae III gemiddeld slechts 5.6μ breed zijn en ten tweede, dat een verschil van 1.3μ breedte klein is in vergelijking met verschillen, die bij stammen van Rh. Solani onderling aangetroffen worden. De myceliumbreedte, het eenige morphologische kenmerk, waarop MÜLLER zijn meening omtrent de identiteit van Rh. Solani en M. Aderholdii grondt, verschilt volgens mij volstrekt niet zooveel, dat deze beide schimmels niet tot hetzelfde geslacht zouden kunnen behooren.

WELLENSIEK heeft dezelfde opvatting als MÜLLER. Ook hij vindt een gering morphologisch naast een diepgaand physiologisch verschil voldoende om *Moniliopsis* en *Rhizoctonia* als twee verschillende geslachten te beschouwen. Als breedte van de hyphen van *Moniliopsis* geeft WELLENSIEK 5.28, 6.14 en 6.75μ op, terwijl ik voor die van de hyphen van Rh. Sol. Gossypii 6.1μ en van Rh. Sol. Solani tuberosi III 6.2μ vind. M.i. moet dus de meening van WELLENSIEK om dezelfde reden als die van MÜLLER verworpen worden.

§ 3. *Invloed van de temperatuur op de myceliumontwikkeling.*

Zooals ik reeds in de inleiding van Hoofdstuk III medegedeeld heb, zijn de gebezigde *Rhizoctonia*-stammen uit streken met een verschillende temperatuur afkomstig. Ook de infectieproeven hebben bij verschillende temperaturen plaats gehad. Het was dus noodzakelijk ook de invloed van de temperatuur op de groei van het mycelium op een kunstmatige voedingsbodem na te gaan en te onderzoeken, of, en

zoo ja, in welke mate de ontwikkeling van *Rhizoctonia* aan temperatuursinvloeden onderhevig was. Het is mij door gebrek aan een aantal thermostaten niet mogelijk geweest de minimum-, optimum- en maximumtemperatuur te bepalen, maar toch heb ik mij door met drie temperaturen, $\pm 5^{\circ}$, $\pm 17^{\circ}$ en $\pm 27^{\circ}$, te werken eenigszins een denkbeeld kunnen vormen van de eischen, die de *Rhizoctonia*-stammen aan de temperatuur stellen.

De lage temperatuur, die ik in de kelder van het laboratorium had, was tamelijk constant; hij wisselde in de maanden December—April slechts tusschen 3° en 7° . De proeven bij kamertemperatuur nam ik in een laboratoriumvertrek; de laagste en hoogste temperaturen, die ik met behulp van een maximum- en minimumthermometer opgenomen heb, bedroegen 10° en 20° , terwijl het gemiddelde ongeveer 17° was. Voor de hoogste temperatuur gebruikte ik een thermostaat, die de gemiddelde temperatuur van 27° had.

Uit de cultuurbuisjes werd wat mycelium op kersagar in een petri-schaal gebracht, die daarop, in papier gewikkeld, bij de gewenschte temperatuur neergezet werd. De groei van het mycelium, d.w.z. de middellijn van de cirkel, werd dan van tijd tot tijd gemeten. Uit de gegevens over een verschillend aantal dagen werd tenslotte de gemiddelde groei per dag berekend. Deze getallen bedragen dus het dubbele van de lineaire groei.

In tabel XXV vindt men een overzicht van alle gegevens betreffende deze myceliumgroei. Terstond zien wij, dat wij de *Rhizoctonia*-stammen in twee groepen verdeelen kunnen, een groep met een hoge optimumtemperatuur (Groep I) en een groep met een lage optimumtemperatuur (Groep II). De schimmels, die tot de eerste behooren, groeien niet bij een temperatuur van $\pm 5^{\circ}$. Deze proeven liepen over een tijdvak van minstens 15 dagen en er was niet de geringste ontwikkeling waar te nemen. Groep I omvat alle stammen, die uit een warme omgeving afkomstig zijn, ten eerste de drie *Begoniae*-stammen uit de kas, ten tweede *Rh. Sol. Gossypii* en *Rh. microsclerotia* Matz uit het warme gedeelte van Noord-

Amerika en ten derde Rh. Sol. Cinchonae uit Java. Ook behoort hierbij Rh. mucoroides Bernard, de éene Orchideeënsymbiont, uit Vanda tricolor, die, zooals wij al vaker gezien hebben, van de twee andere afwijkt.

In Groep II treft men daarentegen juist de stammen uit de gematigde streken aan, de Solani- en Brassicae-stammen, Rh. Sol. Betae en verder de endophyten Rh. suavis Burgeff, uit Vanda suavis en Rh. psychodis Burgeff, uit Habenaria psychodes. De groei bedraagt in de meeste gevallen 1—2 m.M. per dag, Rh. Sol. Brassicae I groeit aanmerkelijk sneller, n.l. 2.5—3.5 m.M., terwijl de ontwikkeling van Rh. Sol. Betae nauwelijks waarneembaar is.

Uit de aard van de zaak bestaat er bij de twee andere temperaturen niet zoo'n duidelijk verschil in de myceliumontwikkeling van de Rhizoctonia-stammen. In 't algemeen kan ik slechts het volgende opmerken: bij de gematigde kamertemperatuur groeien alle stammen ongeveer even snel, bij de hoge temperatuur echter groeit Groep I veel beter dan Groep II. Blijkbaar ligt dus de temperatuur voor de optimale ontwikkeling bij Groep I hooger dan bij Groep II.

Bij $\pm 27^{\circ}$ bedraagt de dagelijksche groei van de stammen van Groep I 15—20 m.M., van Rh. Sol. Begoniae II zelfs 30 m.M. Alleen Rh. Sol. Cinchonae en Rh. mucoroides Bernard groeien minder, gene 11 m.M., deze slechts 5.5 m.M. De oorzaak van de langzame groei van Rh. mucoroides Bernard is waarschijnlijk, dat deze stam tijdens zijn dertienjarige kunstmatige cultuur achteruitgegaan is.

In Groep II is de groei bij $\pm 27^{\circ}$ aanmerkelijk minder, ongeveer 11 m.M. per dag.

Bij $\pm 17^{\circ}$ vertoont zich niet zoo'n groot verschil in de ontwikkeling van de stammen onderling als bij de twee andere temperaturen. Ook hier valt terstond de geringe groei van Rh. mucoroides Bernard op, slechts 1.5—2.5 m.M. per dag. De meeste groei vinden wij, evenals bij $\pm 27^{\circ}$, bij Rh. Sol. Begoniae II.

Als ik nu de resultaten van dit mycologische onderzoek

samenvat, kan ik de in 't begin gestelde vragen als volgt beantwoorden.

Zonder eenige twijfel gaan enkele macroscopische kenmerken met microscopische samen. In tabel XXVI heb ik alle bijzonderheden samengevoegd. De volgorde van de stammen hangt samen met de breedte van de hyphen, omdat in dit opzicht een geleidelijke overgang aanwezig is. Nu ziet men, dat de stammen, waarvan het mycelium $8.5\ \mu$ of dikker is, alle een lage optimumtemperatuur hebben en weinig mycelium vormen. Bij hen treedt de ontwikkeling van pseudosclerotia geheel op de voorgrond; deze zijn massief van structuur en 1—4 m.M. in doorsnee.

Het achttal stammen daarentegen, dat dunne hyphen heeft, $7\ \mu$ en dunner, heeft juist een hoge optimumtemperatuur, terwijl de hoeveelheid mycelium middelmatig of aanzienlijk is en de pseudosclerotia klein, 0.5—2 m.M. middellijn en los van bouw zijn.

De tusschengroep vormt de overgang; hiertoe behooren zoowel stammen met een lage als met een hoge optimumtemperatuur en ook de myceliumontwikkeling is ongelijk.

Het verschil in morphologie tusschen de bestudeerde Rhizoctonia-stammen, dat meer gradueel dan principiëel is, komt in 't geheel niet met verschil in pathogene werking overeen. Naast Rh. Sol. Solani tuberosi I, die slechts één proefplant aantast, staat Rh. Sol. Brassicae I, die groote overeenkomst met gene heeft, maar juist alle proefplanten infecteert. Rh. Sol. Cinchonae daarentegen, die ook alle proefplanten ziek maakt, verschilt in meer dan één opzicht van de beide andere stammen; de myceliumontwikkeling is sterker, de structuur van de pseudosclerotia is anders en de optimumtemperatuur ligt hoger. Men kan dus uit het totaal van macroscopische kenmerken geen conclusies over de pathogene werking van een Rhizoctonia-stam trekken.

HOOFDSTUK V.

Specifiek infectievermogen.

Wanneer ik er nu toe over ga de vraag te bespreken, of er bij het geslacht *Rhizoctonia* ook biologische rassen voorkomen, dan moeten wij eerst nagaan, wat men daaronder verstaat. In 1894 zijn de eerste belangrijke onderzoekingen over dit onderwerp verschenen, van ERIKSSON, van ERIKSSON en HENNING en van MAGNUS. Deze auteurs behandelden alleen de specialisatie van allerlei vormen van *Puccinia*, een schimmel, die zich in dit opzicht bijzonder van andere parasitaire schimmels onderscheidt.

ERIKSSON noemt deze vormen van *Puccinia graminis*, die zich parasitologisch van elkaar onderscheiden, *formae speciales*, MAGNUS verdeelt hen nog weer in twee categorieën, n.l. „Gewohnheitsrassen” en „biologische Arten”. Het verschil tusschen beide groepen is, dat de eerste groep vormen omvat, die zich bij voorkeur op een bepaalde soort van voedsterplant ontwikkelen, maar bovendien in staat zijn op andere soorten te leven, terwijl tot de tweede groep vormen behooren, die uitsluitend op één soort van voedsterplant tot ontwikkeling kunnen komen.

In het begin was men van oordeel, dat al deze verschillende vormen van één schimmelsoort morphologisch niet of slechts uiterst moeilijk van elkaar te onderscheiden waren, maar toen het onderzoek in deze richting nauwkeurig geschiedde, bleek, dat in de meeste gevallen morphologisch verschil aanwezig was, zoodat men tegenwoordig deze opvatting heeft, dat de biologische rassen van een bepaalde schimmelsoort zoowel morphologisch als parasitologisch verschillen. In verband hiermee zijn de laatste jaren enkele

auteurs van meening, dat al deze vormen tot afzonderlijke soorten verheven moeten worden. Het bezwaar hiervan is echter, dat het aantal soorten dan zeer aanzienlijk uitgebreid zou worden.

Wat vinden wij nu bij *Rhizoctonia*, wat betreft specialisatie van het infectievermogen?

Een dergelijke specialisatie ten opzichte van de voedsterplant als bij *Puccinia graminis* voorkomt, heb ik bij *Rhizoctonia* nooit aangetroffen. Steeds was een *Rhizoctonia*-stam, die b.v. van aardappel of biet geïsoleerd was, in staat ook andere planten dan zijn oorspronkelijke voedsterplant aan te tasten. Maar dat wil niet zeggen, dat zulk een stam niet de voorkeur aan zijn oorspronkelijke voedsterplant gaf. Mijn infectieproeven geven daarvan eenige duidelijke voorbeelden. Als men de tabellen IV—VII en XXII—XXIII bestudeert, dan ziet men, dat de vier Brassicae-stammen raapsteel (*Brassica Napus*) altijd voor 100 % aantasten. Hetzelfde geldt voor de andere Crucifeer, *Lepidium sativum*. Blijkbaar hebben deze stammen dus een bijzonder vermogen om Cruciferen ziek te maken, iets, dat wij bij geen enkele andere stam waarnemen.

Een gelijk resultaat vertoonen de infectieproeven met de drie stammen van *Begonia* (vgl. tabel VIII—X). In dit geval is het percentage, waarvoor de drie *Begonia*-variëteiten geïnfecteerd worden, slechts één maal 100, overigens lager, maar daar staat tegenover, dat deze *Rhizoctonia*-stammen behalve *Begonia*-variëteiten alleen nog raapsteel infecteeren. Ook hier dus weer een voorkeur voor bepaalde proefplanten.

Een aantasting voor 100 % komt weinig voor, zelfs bij zeer virulente stammen, zooals *Rh. Sol. Cinchonae* en *Rh. Sol. Brassicae I*, die in mijn infectieproeven elke plantensoort, waarop zij gebracht worden, ziek maken. Vooral *Rh. Sol. Cinchonae* is bijzonder virulent, want ofschoon de uitwendige omstandigheden tijdens de infectieproeven lang niet altijd gunstig voor deze schimmel van kina geweest zijn en hij reeds sinds 1915 in cultuur is, was zijn infectievermogen toch altijd zeer groot.

Van twee *Rhizoctonia*-stammen, die van dezelfde voedsterplant geïsoleerd zijn, is vaak de eene virulenter dan de andere. *Rh. Sol. Begoniae* I is virulenter dan stam II; niet alleen maakt de eerste stam raapsteel ziek, waartoe de laatste niet in staat is, maar ook wordt de oorspronkelijke voedsterplant, *Begonia hybrida* Gloire de Lorraine, het sterkst door stam I aangetast. Een dergelijk verschil bestaat er tusschen *Rh. Sol. Brassicae* I en II en *Rh. Sol. Solani tuberosi* I en II.

Alles te zamen beschouwd, bestaat er dus bij het geslacht *Rhizoctonia* geen specifiek infectievermogen, hoogstens een zekere voorkeur voor de oorspronkelijke voedsterplant.

Bespreking van de resultaten.

Aan het einde van mijn onderzoek wil ik in het kort een overzicht van de resultaten geven en vervolgens de conclusies mededeelen, waartoe ik door deze onderzoeken gekomen ben.

De infectieproeven, waarvoor als entmateriaal niet alleen parasitaire *Rhizoctonia*-stammen van allerlei plantensoorten uit verschillende streken van de wereld, maar ook endophyten uit tropische Orchideeën gediend hebben, toonen aan, dat het infectievermogen algemeen en zonder uitzondering voorkomt en bovendien niet tot bepaalde voedsterplanten of families van voedsterplanten beperkt is. Als proefplanten heb ik Cruciferae, Begoniaceae, Compositae, enz. gebruikt en altijd trad er infectie door deze of gene *Rhizoctonia*-stam op. Van specifiek infectievermogen is dus geen sprake; elke stam is in staat andere plantensoorten dan zijn oorspronkelijke voedsterplant aan te tasten. Alleen kan men een zekere voorkeur voor de oorspronkelijke voedsterplant waarnemen. De stammen van raapsteel (*Brassica Napus*) b.v. maken raapsteel steeds voor 100 % ziek, iets, waartoe geen enkele andere stam in staat is.

In een ander opzicht echter onderscheiden de *Rhizoctonia*-stammen zich sterk van elkaar, n.l. wat betreft hun virulentie. Naast zeer virulente stammen, zooals *Rh. Sol. Cinchonae* en *Rh. Sol. Brassicae* I komen enkele met zeer geringe virulentie voor, b.v. *Rh. microsclerotia* Matz en *Rh. Sol. Solani tuberosi* I, en tusschen deze uitersten bestaan overgangen.

De virulentie gaat door een kunstmatige cultuur van eenige jaren niet verloren. De bovengenoemde *Rh. Sol. Cinchonae* is reeds van 1915 af in de collectie van het Centraalbureau voor Schimmelcultures te Baarn aanwezig en nog behoort hij tot die stammen, die alle proefplanten aantasten.

Een belangrijke factor, die de virulentie en in verband daarmee het verloop van het infectieproces beïnvloedt, is de temperatuur. Deze invloed is tweeledig, eenerzijds vermindert het weerstandsvermogen van de voedsterplant door een te hooge of te lage temperatuur, anderzijds wordt de mycelium-ontwikkeling van de *Rhizoctonia*-stam door de verschillende temperaturen versneld of vertraagd. Deze laatste inwerking van de temperatuur is zoo belangrijk, dat niet alleen ten opzichte van infectieproeven, maar ook ten opzichte van hun ontwikkeling in cultuur de *Rhizoctonia*-stammen in twee groepen verdeeld kunnen worden. Tot de groep stammen, die zich het beste bij een temperatuur boven 20° ontwikkelen, behooren o.a. *Rh. Sol. Begoniae* I, II en III, *Rh. Sol. Cinchonae*, *Rh. Sol. Gossypii*, *Rh. microsclerotia* Matz en *Rh. mucoroides* Bernard (uit *Vanda tricolor*); de tweede groep, waarbij de temperatuur voor de optimale ontwikkeling beneden 20° ligt, omvat de *Solani tuberosi*-stammen, de *Brassicae*-stammen en, wat zeer opvallend is, de symbionten van twee tropische Orchideeën. Deze invloed van de temperatuur is dus een physiologisch kenmerk, met behulp waarvan ik de verschillende *Rhizoctonia*'s onderscheiden kan. Wij hebben gezien, dat wij het infectievermogen voor dit doel niet gebruiken konden.

Bestaan er daarnaast ook morphologische kenmerken, waarin de *Rhizoctonia*-stammen onderling verschillen?

Afgezien van basidiosporen, die noch op de zieke planten noch in de cultures ooit opgetreden zijn, kenmerken alle *Rhizoctonia*-stammen zich uitsluitend door vegetatieve organen, hyphen, pseudoconidia en pseudosclerotia. Deze laatste, die uit dooreengegroeide en anastomoseerende pseudoconidium-kettingen bestaan, variëren sterk in grootte, bouw en aantal; de hyphen verschillen in doorsnee, hun breedte varieert van $5.6 - 10.7 \mu$. De hyphen van *Rh. Sol. Begoniae* III zijn 5.6μ breed, die van *Rh. Sol. Solani tuberosi* I 10.7μ , en de breedte van de overige stammen vormt een geleidelijke overgang tusschen deze beide uitersten.

Dit verschil in myceliumdikte gaat gepaard met verschil in

macroscopische kenmerken. In 't algemeen vormen de stammen met dunne hyphen veel luchtmycelium en kleine pseudosclerotia, die soms zeer gering in aantal zijn, die met dikke hyphen weinig luchtmycelium en zeer talrijke, groote pseudosclerotia. Toch zijn deze onderlinge verschillen m.i. niet voldoende om ook maar één van deze stammen tot een andere soort dan *Rhizoctonia Solani* K. te rekenen; hiermede wil ik dus zeggen, dat zoowel *Rh. microsclerotia* Matz en *Rh. mucoroides* Bernard als de twee schimmels, die BURGEFF M. R. *suavis* en M. R. *psychodis* (door mij respectievelijk als *Rh. suavis* Burgeff en *Rh. psychodis* Burgeff aangeduid) genoemd heeft, niet anders dan stammen van *Rh. Solani* K. zijn. De soortsnamen *microsclerotia* Matz en *mucoroides* Bernard zijn derhalve synoniemen.

Ook de schimmels, die onder de botanische naam *Moniliopsis Aderholdii* Ruhl. bekend zijn, verschillen slechts weinig van *Rhizoctonia Solani* K. De verschillen in morphologie, physiologie en pathogene werking, die MÜLLER en WELLENSIEK tusschen *Moniliopsis* en *Rhizoctonia* vinden en welke zij zoo belangrijk achten, dat zij beide schimmels niet tot hetzelfde geslacht rekenen, zijn volgens mijn meening niet zoo groot, en zeker niet grooter dan verschillen, die tusschen stammen van *Rhizoctonia Solani* K. onderling voorkomen. De naam *Moniliopsis Aderholdii* Ruhl. kan dus gevoeglijk verdwijnen en door *Rhizoctonia Solani* K. vervangen worden.

Mijn opvatting, dat alle door mij in dit onderzoek bewerkte *Rhizoctonia*-stammen tot de éene botanische soort *Rhizoctonia Solani* K. behooren, berust alleen op de bestudeering van vegetatieve kenmerken. Hetzelfde geldt ook voor de naam *Rhizoctonia*. Wanneer echter van alle *Rhizoctonia*-stammen, ook van de Orchideeënsymbionten, het sporenstadium gevonden of in cultuur verkregen is, eerst dan zijn zij in hun onderling verband en wat hun plaats in het systeem aangaat definitief te beschrijven.

LITTERATUUR.

- ADERHOLD, R. (1897). Über den Vermehrungspilz, sein Leben und seine Bekämpfung. *Gartenflora* 46, p. 114, 1897.
- ATKINSON, G. F. (1892). Some diseases of cotton. *Alab. Agr. Exp. Sta., Bull.* 41, 1892.
- (1895). Damping off. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., Bull.* 94, 1895.
- BARRUS, M. F. (1910). Rhizoctonia stem rot of beans. *Science* (New York), N. S., 31, p. 796, 1910.
- BEAUVÉRIE, J. (1899). Le Botrytis cinerea et la maladie de la Toile. *Compt. rend. Acad. des Sc. Paris* 128, p. 114 en p. 1251, 1899.
- BERNARD, N. (1909). L'évolution dans la symbiose. Les Orchidées et leurs champignons commensaux. *Ann. des Sc. nat., 9^e S., Botanique*, 9, p. 1, 1909.
- BEWLEY, W. F. (1921). Damping off and Foot Rot of Tomato Seedlings. *Ann. App. Biology* 7, p. 156, 1921.
- BRENTZEL, W. E. (1923). Disease of flax caused by a species of Rhizoctonia. *Phytopath.* 13, p. 53, 1923.
- BULLIARD, P. (1791). Histoire des champ. de la France, 1, p. 81. 1791.
- BURGEFF, H. (1909). Die Wurzelpilze der Orchideen, 1909.
- (1911). Die Anzucht tropischer Orchideen aus Samen, 1911.
- BURT, E. A. (1916). *Illinois Univ. Agr. Exp. Sta., Bull.* 189, p. 287, 1916.
- CANDOLLE, A. P. DE (1815). Memoire sur les Rhizoctones, nouveau genre de Champignons qui attaque les racines des plantes, et en particulier celle de la Luzerne cultivée. *Mém. du Muséum d'Hist. Nat.*, 2, p. 209, 1815.

- COOK, MEL. T. (1920). The *Alternaria* fruit rot and *Rhizoctonia* stem rot of tomatoes. *Phytopath.* 10, p. 59, 1920.
- DIEHL, W. W. (1916). Notes on an artificial culture of *Rhizoctonia Crocorum*. *Phytopath.* 6, p. 336, 1916.
- DUBY, J. E. (1830). *Botanicon Gallicum*, 2, p. 867, 1830.
- DUGGAR, B. M. (1899). Three important fungous diseases of the Sugar Beet. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., Bull.* 163, 1899.
- (1915). *Rhizoctonia Crocorum* (Pers.) DC. and *R. Solani* Kühn (*Corticium vagum* B. & C.) with Notes on Other Species. *Ann. Miss. Botan. Garden* 2, p. 403, 1915.
- (1916). *Rhizoctonia Solani* in Relation to the „Moppilz“ and the „Vermehrungspilz“. *Ann. Miss. Botan. Garden* 3, p. 1, 1916.
- and STEWART, F. C. (1901). The Sterile Fungus *Rhizoctonia* as a Cause of Plant Diseases in America. *New York Agr. Exp. Sta., Bull.* 186, 1901.
- EDSON, H. A. (1915). Seedling Diseases of Sugar Beets and their Relation to Root-Rot and Crown-Rot. *Journ. Agr. Res.* 4, p. 135, 1915.
- and SHAPOVALOV, M. (1918). Potato-stem Lesions. *Journ. Agr. Res.* 14, p. 213, 1918.
- EIDAM, E. (1887). Untersuchungen zweier Krankheitserscheinungen, die an den Wurzeln der Zuckerrübe in Schlesien seit letztem Sommer ziemlich häufig vorgekommen sind. *Refer. Botan. Centrbl.* 35, p. 303, 1888.
- ERIKSSON, J. (1903). Einige Studien über den Wurzeltöter (*Rhizoctonia violacea*) der Möhre, mit besonderer Rücksicht auf seine Verbreitungsfähigkeit. *Centrbl. f. Bakt.* II, 10, p. 721, 1903.
- (1913). Études sur la maladie produite par la *Rhizoctone violacée*. *Rev. Gén. Botan.* 25, p. 14, 1913.
- (1917). Das Verhalten der verschiedenen Formen von *Rhizoctonia violacea*. *Zeits. f. Pfl.* 27, p. 233, 1917.
- FARIS, J. A. (1921). Violet Root Rot (*Rhizoctonia Crocorum* DC.) in the United States. *Phytopath.* 11, p. 412, 1921.
- FOUGEROUX DE BONDAROY (1782). Sur le Safran. *Hist. de l'Acad. roy. des Sc. Paris*, p. 97, 1782.

- FRANK, B. (1898). Untersuchungen über die verschiedenen Erreger der Kartoffelfäule. Ber. D. Botan. Ges. 16, p. 273, 1898.
- FREEMAN, G. F. (1908). Diseases of Alfalfa. Kans. Agr. Exp. Sta., Bull. 155, p. 322, 1908.
- FRIES, E. (1823). Systema mycologicum 2, p. 265, 1823.
- (1828). Elenchus fungorum 2, p. 45, 1828.
- FUCKEL, L. (1861). Mykologisches. Botan. Zeit. 19, p. 251, 1861.
- (1869). Beiträge zur Kenntniss der Rheinischen Pilze. Symbolae mycologicae, p. 125 en p. 141, 1869.
- GÜNTZ, M. (1899). Beobachtungen über den Wurzeltöter von Klee, *Rhizoctonia violacea* Tul. Refer. Centrbl. f. Bakt. II, 6, p. 506, 1900.
- GÜSSOW, H. T. (1906). Beitrag zur Kenntniss des Kartoffel-Grundes. *Corticium vagum* B. & C. var. *Solani* Burt. Zeits. f. Pfl. 16, p. 135, 1906.
- HAMEL DU MONCEAU, DU (1728). Explication physique d'une maladie qui fait périr plusieurs plantes dans le Gastinois, & particulièrement le Safran. Hist. de l'Acad. roy. des Sc. Paris, p. 100, 1728.
- HARTLEY, C. P. (1910). Notes on some Diseases of Coniferous Nursery Stock. Science (New York), N. S., 31, p. 639, 1910.
- (1912). Damping-off of Coniferous Seedlings. Science (New York), N. S., 36, p. 683, 1912.
- , MERRILL, T. C. and RHOADS, A. S. (1918). Seedling Diseases of Conifers. Journ. Agr. Res. 15, p. 521, 1918.
- HEALD, F. D. (1921). Some new hosts for the *Rhizoctonia* disease. Phytopath. 11, p. 105, 1921.
- HUBER, BR. (1922). Zur Biologie der Torfmoorchidee *Liparis Loeselii* Rich. Centrbl. f. Bakt. II, 55, p. 356, 1922.
- KÜHN, J. (1858). Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung, 1858.
- LAUBERT (1906). Botan. Centrbl. 102, p. 525, 1906.
- LEK, H. A. A. VAN DER (1917). Contribution à l'Étude du *Rhizoctonia violacea*. Mededeel. Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool 12, p. 94, 1917.

- LÉVEILLÉ, J. H. (1843). Mémoire sur le genre *Sclerotium*.
Ann. des Sc. nat., 2^e S., Botanique, 20, p. 218, 1843.
- LINK, H. F. (1824). *Hyphomycetes* 6, p. 119, 1824.
- MANGIN, L. (1894). Sur le parasitisme d'une espèce de *Botrytis*.
Compt. rend. Acad. des Sc. Paris 118, p. 882, 1894.
- MATSUMOTO, T. (1921). Physiological Specialisation in *Rhizoctonia Solani* K. Ann. Miss. Botan. Garden 8, p. 1, 1921.
- (1923). Further Studies on Physiology of *Rhizoctonia Solani* K. Bull. Imperial College Agric. and For. Morioka 5, 1923.
- MATZ, J. (1917). A *Rhizoctonia* of the Fig. *Phytopath.* 7, p. 110, 1917.
- MERKER, G. (1920). Ein neuer Pilzschädling im Fichtenpflanzgarten. *Naturw. Zeits. f. Forst- und Landwirtschaft* 18, p. 218, 1920.
- MOENS, J. C. B. (1882). De Kinacultuur in Azië, p. 152, 1882.
- MORSE, W. J. and SHAPOVALOV, M. (1915). The *Rhizoctonia* disease of potatoes. *Maine Agr. Exp. Sta., Bull.* 230, 1915.
- MÜLLER, K. O. (1923). Über die Beziehungen von *Moniliopsis Aderholdi* zu *Rhizoctonia solani*. *Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtschaft* 11, p. 321, 1923.
- NEES VON ESENBECK (1816). Das System der Pilze und Schwämme, p. 148, 1816.
- PAMMEL, L. H. (1891). Fungous diseases of the sugar beet. *Ia. Agr. Exp. Sta., Bull.* 15, p. 243, 1891.
- PELTIER, G. L. (1916). Parasitic *Rhizoctonias* in America. *Illinois Univ. Agr. Exp. Sta., Bull.* 189, 1916.
- PERSOON, C. H. (1801). *Synopsis methodica fungorum*, p. 119, 1801.
- PETERS, L. (1916). Erkrankungen der Setzlinge und Stecklinge. *Kais. Biol. Anst. f. Land- und Forstwirtschaft, Flugbl.* 59, 1916.
- (1918). Erkrankungen der Tabakkeimlinge und -setzlinge. *Deutsche Landwirtsch. Presse* 45, 1, p. 243, 1918.
- PETHYBRIDGE, G. H. (1910). Potato Diseases in Ireland. *Dept. Agr. and Techn. Instr. for Ireland, Journ.* 10, 2, p. 17, 1910.

- PETHYBRIDGE, G. H. (1911). Investigations on Potato Diseases. Dept. Agr. and Techn. Instr. for Ireland, Journ. 11, 3, p. 29, 1911.
- (1915). Investigations on Potato Diseases. Dept. Agr. and Techn. Instr. for Ireland, Journ. 15, 3, p. 24, 1915.
- (1916). Investigations on Potato Diseases. Dept. Agr. and Techn. Instr. for Ireland, Journ. 16, 4, p. 27, 1916.
- PIPER, C. V. and COE, H. S. (1919). Rhizoctonia in lawns and pastures Phytopath. 9, p. 89, 1919.
- PRILLIEUX, E. (1891). Sur la pénétration de la Rhizoctone violette dans les racines de la Betterave et de la Luzerne. Compt. rend. Acad. des Sc. Paris 113, p. 1072, 1891.
- et DELACROIX, G. (1891). Hypochnus Solani n. sp. Société Mycol. France, Bull. 7, p. 220, 1891.
- (1894). Maladie de la Toile, produite par le Botrytis cinerea. Compt. rend. Acad. des Sc. Paris 118, p. 744, 1894.
- PRITCHARD, F. J. and PORTE, W. S. (1921). Collar-Rot of Tomato. Journ. Agr. Res. 21, p. 179, 1921.
- PRUNET, A. (1893). Sur le Rhizoctone de la Luzerne. Compt. rend. Acad. des Sc. Paris 117, p. 252, 1893.
- RAMSEY, G. B. (1917). A Form of Potato Disease produced by Rhizoctonia. Journ. Agr. Res. 9, p. 421, 1917.
- RANT, A. (1915). Über die Mopokrankheit junger Cinchonapflanzen und über den javanischen Vermehrungspilz. Jard. Botan. Buitenzorg, 2^e S., Bull. 18, 1915.
- RICHARDS, B. L. (1921). Pathogenicity of Corticium vagum on the Potato as Affected by Soil Temperature. Journ. Agr. Res. 21, p. 459, 1921.
- (1923). Further Studies on the Pathogenicity of Corticium vagum on the Potato as Affected by Soil Temperature. Journ. Agr. Res. 23, p. 761, 1923.
- (1923). Soil Temperature as a Factor Affecting the Pathogenicity of Corticium vagum on the Pea and the Bean. Journ. Agr. Res. 25, p. 431, 1923.
- ROLFS, F. M. (1902). Potato Failures. Color. Agr. Exp. Sta., Bull. 70, 1902.

- ROLES, F. M. (1904). Potato Failures Color. Agr. Exp. Sta., Bull. 91, 1904.
- ROSENBAUM, J. and SHAPOVALOV, M. (1917). A new strain of *Rhizoctonia Solani* on the potato. Journ. Agr. Res. 9, p. 413, 1917.
- ROSTRUP, E. (1886). Undersögelser angaaende Svampeslaegten *Rhizoctonia* K. Refer. Botan. Centrbl. 30, p. 98, 1887.
- RUHLAND, W. (1908). Beitrag zur Kenntniss des sog. „Vermehrungspilzes“. Kais. Biol. Anst. f. Land- und Forstwirtschaft, Arb. 6, p. 71, 1908.
- SACCARDO, P. A. (1899). Sylloge Fungorum 14, p. 1175, 1899.
- SELBY, A. D. (1904). Tobacco Diseases, Tobacco Breeding. Ohio Agr. Exp. Sta., Bull. 156, p. 97, 1904.
- SHAPOVALOV, M. (1922). *Rhizoctonia Solani* as a Potato-tuber Rot Fungus. Phytopath. 12, p. 334, 1922.
- SHAW, F. J. F. (1912). The Morphology and Parasitism of *Rhizoctonia*. Memoirs Dept. Agr. India, Botan. Ser., 4, 6, p. 115, 1912.
- and AJREKAR, S. L. (1915). The Genus *Rhizoctonia* in India. Memoirs Dept. Agr. India, Botan. Ser., 7, 4, p. 177, 1915.
- SORAUER, P. (1886). Handbuch der Pflanzenkrankheiten 2, p. 175, 1886.
- (1896). Über den Vermehrungsschimmel. Zeits. f. Pfl. 6, p. 314, 1896.
- (1899). Der „Vermehrungspilz“. Zeits. f. Pfl. 9, p. 321, 1899.
- STEVENS, F. L. and WILSON, G. W. (1911). *Rhizoctonia* of Buckwheat. Science (New York), N. S., 33, p. 943, 1911.
- STEWART, F. C. (1899). The stem-rot diseases of the carnation. Botan. Gazette 27, p. 129, 1899.
- (1910). Notes on New York Plant Diseases. New York Agr. Exp. Sta., Bull. 328, 1910.
- , FRENCH, D. T. and WILSON, J. K. (1908). Troubles of Alfalfa in New York. New York Agr. Exp. Sta., Bull. 305, p. 392, 1908.
- THERRY, J. et THIERRY (1882). Nouvelles espèces de Muco-

- rinées du genre *Mortierella*. Refer. Botan. Centrbl. 11, p. 411, 1882.
- TULASNE, L. R. et C. (1851). *Fungi hypogaei*, p. 188, 1851.
- WELLENSIEK, S. J. (1924). De identiteit van Kweekkasschimmel met Aardappel-Rhizoctonia. Tijdschr. v. Vergelijkende Geneesk., enz. 10, 2—3, 1924.
- WESTENDORP, G. D. (1852). Notice sur quelques Cryptogames inédites ou nouvelles pour la flore belge. Acad. roy. des Sc. Belgique 18, 2, p. 384, 1852.
- WOLF, F. A. (1914). Egg plants rots. Mycol. Centrbl. 4, p. 278, 1914.
- WOLLENWEBER, H. W. (1913). Pilzparasitäre Welkekrankheiten der Kulturpflanzen. Ber. D. Botan. Ges. 31, p. 17, 1913.
- (1920). Der Kartoffelschorf. Arb. Forschungsinst. f. Kartoffelbau 2, p. 32, 1920.
-

TABELLEN.

TABEL I.
Rh. Sol. Solani tuberosi I.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	25/X	1	0	11/XI	2	0	8/VII	3	3	22/II	7	0	14/VI	12	0	1/IV	8	0	14/X	23	0	14/XI	13	0
							5/IX	3	3	7/III	8	0												
1923													3/III	21	0	9/IV	26	0	24/I	24	0			
Totaal.		1	0		2	0		6	6		15	0		33	0		34	0		47	0		13	0
Resultaat.	—			—			+			—			—			—			—			—		

TABEL II.
Rh. Sol. Solani tuberosi II.

Jaar.	Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	30/I	2	0	12/V	3	1	22/II	8	0	15/VII	15	0	1/IV	8	0				18/V	22	0
	31/III	2	0	10/VII	3	2	7/III	7	0										3/X	15	0
				3/X	3	2	2/V	8	2												
1923							4/IV	30	0				3/V	34	1	23/I	20	0	5/III	27	0
																3/II	28	1			
																2/III	29	0			
Totaal.		4	0		9	5		53	2		15	0		42	1		77	1		64	0
Resultaat.	—			+			+			—			+			+			—		

TABEL III.
Rh. Sol. Betae.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	22/IX	3	2	11/III 24/IV	2 3	2 3	8/VI 8/VII	3 3	0 3	1/III 29/III 2/V	8 7 8	2 1 0	14/VI 17/VII	14 18	0 0	22/III	8	0				15/XI	15	0
1923										4/IV	30	0	8/V	21	0	11/IV	30	0	23/I 3/II 15/II 2/III	23 29 32 28	10 1 0 0			
Totaal.		3	2		5	5		6	3		53	3		53	0		38	0		112	11		15	0
Resultaat.	+			+			+			+			—			—			+			—		

TABEL IV.
Rh. Sol. Brassicae I.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	25/X	1	1	30/I	2	0	12/V	4	0	1/III	8	1	14/VI	11	0				14/X	20	20	2/X	9	3
				20/II	2	0	8/VII	3	3	29/III	8	0										30/X	8	4
				24/IV	3	1				31/III	8	0												
				12/IX	3	3																		
1923										4/IV	25	0	3/III	19	0	20/IV	19	19	4/I	15	15			
										8/V	12	2							25/I	28	28			
Totaal.		1	1		10	4		7	3		49	1		42	2		19	19		63	63		17	7
Resultaat.	+			+			+			+			+			+			+			+		

TABEL V.
Rh. Sol. Brassicae II.

Jaar.	Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	24/IV	3	1	8/VI 8/VII	3 3 3 3		13/III 31/III 2/V	7 0 8 0 8 0		1/VI 1/XII	8 1 12 0		22/III	8 8					18/V	18	0
1923							26/III	24 0		3/III	24 0		9 IV	28 28		4/1 23/1	15 15 27 27		5/III	27	0
Totaal.		3	1		6 6			47 0			44 1			36 36			42 42			45	0
Resultaat.	+			+			—			+			+			+			—		

TABEL VI. Rh. Sol. Brassicae III.

Jaar.	Raapsteel.			Tuinkers.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	20/IV	25	25	3/II	40	40
Resultaat.	+			+		

TABEL VIII. Rh. Sol. Begoniae I.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Raapsteel.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1923	22/XI	5	5	9/V	20	20
1924	24/I	5	5			
Totaal.		10	10		20	20
Resultaat.	+			+		

TABEL VII. Rh. Sol. Brassicae IV.

Jaar.	Raapsteel.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	20/IV	22	22
Resultaat.	+		

TABEL IX. Rh. Sol. Begoniae II.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Sla.			Raapsteel.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1923	22/XI	5	0	8/V	20	0	3/V	35	0
1924	24/I	5	4				9/V	20	0
Totaal.		10	4		20	0		55	0
Resultaat.	+			—			—		

TABEL X.
Rh. Sol. Begoniae III.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	22/IX	3	0	30/I	2	0	12/V	2	0	22/II	8	0				22/III	8	0				30/X	8	0
	25/X	1	0	20/II	2	2	8/VI	3	0	29/III	8	0												
				31/III	2	0	5/IX	3	3															
							3/X	3	2															
1923										4/IV	25	0	3/III	22	0	3/V	22	22	23/I	25	0	5/III	20	0
													8/V	16	0			3/II	26	0				
Totaal.		4	0		6	2		11	5		41	0		38	0		30	22		51	0		28	0
Resultaat.	—			+			+			—			—			+			—			—		

TABEL XI.
Rh. Sol. Gossypii.

Jaar.	Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.		
	Datum.	Aantal.	Ziekte.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	30/I	2	2	12/V	3	2	13/III	8	8	15/VII	13	0	21/II	8	8
	11/III	2	0										23/III	8	0
	31/III	2	0										1/IV	8	0
	24/IV	3	0												
	12/IX	3	2												
1923													9/V	25	1
Totaal.		12	4		3	2		8	8		13	0		49	9
Resultaat.	+			+			+			-			+		

TABEL XII.
Rh. Sol. Cinchonae.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raap-teel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	22/IX	3	3	30/I	2	0	12/V	3	1	13/III	7	7	1/VI	10	3	21/II	8	8	14/X	20	0	18/V	16	6
	25/X	1	1	20/II	2	2	8/VI	3	3				1/XII	14	0	23/III	8	0				2/X	14	1
	15/XII	1	1	31/III	2	0										1/IV	8	0				30/X	10	0
																19/V	9	2						
1923	22/XI	5	3							26/III	24	5	13/IV	15	0	9/IV	32	0	4/I	14	5	5/III	27	0
																20/IV	20	0	23/I	19	0			
																		15/II	32	0				
1924	24/I	5	4																					
Totaal.		15	12		6	2		6	4		31	12		39	3		85	10		85	5		67	7
Resultaat.	+			+			+			+			+			+			+			+		

TABEL XIII.
Rh. microsclerotia Matz.

Jaar.	Begonia Vesuvius.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	11/III	2	0	1/III 29/III	8 8	1 0				24/III	8	0						
1923				4/IV	20	0	3/III	16	0	9/V 24/V	19 21	0 0	15/II 2/III	22 31	0 0	5/III	20	0
Totaal.		2	0		36	1		16	0		48	0		53	0		20	0
Resultaat.	—			+			—			—			—			—		

TABEL XIV.

Rh. mucoroides Bernard.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	22/IX	3	0	12/IX	3	0	5/IX	3	3				1/XII	15	0	21/II	8	1				30/X	12	0
	15 XII	1	0				3/X	3	0													14/XI	9	0
1923										26/III	24	0	8/V	20	0	9/IV	28	0	4/I	10	0			
																20/IV	20	0	24/I	29	0			
Totaal.		4	0		3	0		6	3		24	0		35	0		56	1		39	0		21	0
Resultaat.	—			—			+			—			—			+			—			—		

TABEL XV.
Rh. psychodis Burgeff.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	22/IX	3	0	20/II	2	2	8/VI	3	1	22/II	8	0	1/XII	15	0	24/III	8	0	14/X	20	0	2/X	18	12
	15 XII	1	0	24/IV	3	0	5/IX	3	3	2/V	8	0										15/XI	10	0
				12/IX	3	3																		
1923										26/III	20	0	13/IV	13	0	3/V	35	35	24/I	23	0			
																24/V	20	0	15/II	34	0			
Totaal.		4	0		8	5		6	4		36	0		28	0		63	35		77	0		28	12
Resultaat.	—			+			+			—			—			+			—			+		

TABEL XVI.
Rh. suavis Burgeff.

Jaar.	Begonia Gl. de L.			Begonia Vesuvius.			Begonia Pr. Donna.			Postelein.			Sla.			Raapsteel.			Tuinkers.			Vlas.		
	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.	Datum.	Aantal.	Ziek.
1922	25/X	1	0	20/II	2	0	5/IX	3	3	7/III	8	0	1/XII	15	0	24/III	8	0				2/X	16	5
	15/XII	1	0	31/III	2	0				2/V	8	0										15/XI	13	0
				12/IX	3	3																		
1923										26/III	24	0	13/IV	14	0	3/V	35	0	4/I	14	1			
																		24/I	23	2				
																		15/II	31	0				
Totaal.		2	0		7	3		3	3		40	0		29	0		43	0		68	3		29	5
Resultaat.	—			+			+			—			—			—			+			+		

TABEL XVII.
Begonia hybr. Gloire de Lorraine.

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.				Gesteriliseerd.						Resultaat.
	1922				1922		1923		1924		
	22/IX		15/XII		25/X		22/XI		24/I		
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	
Rh. S. Sol. tub. I					1	0					—
— — Betae	3	2									++
— — Brass. I					1	1					+++
— — Begon. I							5	5	5	5	+++
— — — II							5	0	5	4	++
— — — III	3	0			1	0					—
— — Cinchonae	3	3	1	1	1	1	5	3	5	4	+
Rh. mucor.	3	0	1	0							—
— psychodis	3	0	1	0							—
— suavis			1	0	1	0					—

TABEL XVIII.
Begonia hybr. Vesuvius.

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.												
	1922												
	30/I		20/II		11/III		31/III		24/IV		12/IX		Resultaat.
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	
Rh. S. Sol. tub. I.					2	0							—
— — — — II.	2	0			2	2	2	0	3	3			—
— — Betae					2	2			3	3			+
— — Brass. I.	2	0	2	0					3	1	3	3	+
— — — — II.									3	1			+
— — Begon. III.	2	0	2	2			2	0					+
— — Gossypii	2	2			2	0	2	0	3	0	3	2	+
— — Cinchonae	2	0	2	2			2	0					+
Rh. microscl.					2	0							—
— mucor.											3	0	—
— psychodis			2	2					3	0	3	3	+
— suavis			2	0			2	0			3	3	+

TABEL XIX.
Begonia grac. Prima Donna.

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.								Gesterilis.	Resultaat.	
	1922								1922		
	12/V		8/VI		8/VII		5/IX		3/X		
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.		Ziek.
Rh. S. Sol. tub. I					3	3	3	3			++
— — — — II.	3	1			3	3			3	2	++
— — Betae.			3	0	3	3					++
— — Brass. I	4	0			3	3					++
— — — — II			3	3	3	3					++
— — Begon. III	2	0	3	0			3	3	3	2	++
— — Gossypii.	3	2									++
— — Cinchonae	3	1	3	3							++
Rh. mucor.							3	3	3	0	++
— psychodis			3	1			3	3			++
— suavis							3	3			++

TABEL XX.
Postelein.

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.												Gesteriliseerd.						Resultaat.
	1922												1922		1923				
	22/II		1/III		7/III		13/III		29/III		2/V		31/III		26/III		4/IV		
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	
Rh. S. Sol. tub. I. . . .	7	0			8	0													—
— — — II. . . .	8	0			7	0					8	2					30	0	+
— — Betae			8	2					7	1	8	0					30	0	+
— — Brass. I. . . .			8	1					8	0			8	0			25	0	+
— — — II. . . .							7	0			8	0	8	0	8	0	24	0	—
— — Begon. III	8	0							8	0							25	0	—
— — Gossypii							8	8											+
— — Cinchonae							7	7							24	5			+
Rh. microscl.			8	1					8	0							20	0	+
— mucor.															24	0			—
— psychodis	8	0									8	0			20	0			—
— suavis					8	0					8	0			24	0			—

TABEL XXI. Sla.

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.						Gesteriliseerd.								Resultaat.
	1922						1922		1923						
	1/VI		14/VI		15/VII		1/XII		3/III		13/IV		8/V		
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	
Rh. S. Sol. tub. I. . . .			12	0					21	0					—
— — — — II. . . .					15	0									—
— — Betae			14	0	18	0							21	0	—
— — Brass. I. . . .			11	0					19	0			12	2	+
— — — — II. . . .	8	1					12	0	24	0					+
— — Begon. II													20	0	—
— — — — III											22	0	16	0	—
— — Gossypii. . . .					13	0									—
— — Cinchonae	10	3					14	0			15	0			+
Rh. microsel. . . .									16	0					—
— mucor. . . .							15	0					20	0	—
— psychodis							15	0			13	0			—
— suavis							15	0			14	0			—

TABEL XXII. Raapsteel.

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.										Gesteriliseerd.										Resultaat.		
	1922										1923		1922		1923								
	21/II		22/III		1/IV		19/V		9/V		23 III		9/IV		20/IV		3/V		24/V				
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.			
Rh. S. Sol. tub. I. . .					8	0							26	0							—		
— — — — II. . .					8	0											34	1			+		
— — Betae			8	0									30	0							+		
— — Brass. I. . . .															19	19					+		
— — — — II			8	8									28	28							+		
— — — — III															25	25					+		
— — — — IV															22	22					+		
— — Begon. I									20	20											+		
— — — — II									20	0							35	0			+		
— — — — III			8	0													22	22			+		
— — Gossypii. . . .	8	8			8	0			25	1	8	0									+		
— — Cinchonae	8	8			8	0	9	2			8	0	32	0	20	0					+		
— — Cich. End. I									18	0											+		
Rh. microsc. . . .			8	0					19	0									21	0	—		
— mucor.	8	1											28	0	20	0					+		
— psychodis			8	0													35	35	20	0	+		
— suavis			8	0													35	0			—		

TABEL XXIII. **Tuinkers.**

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.						Gesteriliseerd.								Resultaat.
	1922		1923				1923								
	14/X		3/II		15/II		4/I		23/I		24/I		2/III		
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	
Rh. S. Sol. tub. I. . . .	23	0									24	0			—
— — — — II			28	1					20	0			29	0	+
— — Betae			29	1	32	0			23	10			28	0	+
— — Brass. I	20	20					15	15			28	28			+
— — — — II							15	15	27	27					+
— — — — III			40	40									27	27	+
— — Begon. III			26	0					25	0					—
— — Cinchonae	20	0			32	0	14	5	19	0					+
— — Cich. End. II			38	3									34	0	+
Rh. microsl.					22	0							31	0	—
— mucor.							10	0			29	0			—
— psychodis	20	0			34	0					23	0			—
— suavis					31	0	14	1			23	2			+

TABEL XXIV. Vlas.

Naam van de stam.	Niet gesteriliseerd.								Gest.		Resultaat.
	1922								1923		
	18/V		2/X		30/X		14/XI		5/III		
	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	Aantal.	Ziek.	
Rh. S. Sol. tub. I.							13	0			—
— — — — II	22	0	15	0					27	0	—
— — Betae							15	0			—
— — Brass. I.			9	3	8	4					+
— — — — II	18	0							27	0	—
— — Begon. III					8	0			20	0	—
— — Cinchonae	16	6	14	1	10	0			27	0	+
Rh. microscl.									20	0	—
— mucor.					12	0	9	0			—
— psychodis			18	12			10	0			+
— suavis.			16	5			13	0			+

TABEL XXV.

Groei per dag in m.M. bij 5°, 17° en 27°.

Naam van de stam.	5°	17°	27°
Rh. S. Begon. III	0	6—9	18 20
— — — II	0	12—14	30
— — Gossypii	0	10—11	17—18
— — Begon. I	0	10	18—22
— mucor.	0	1.5—2.5	4.5—6.5
— S. Cinchonae	0	6—7	11
— microscl.	0	6—9	15—17
— S. Sol. tub. II	1—1.5	9—11	10—14
— — Betae	iets	7—9	10—12
— — Brass. I.	2.5—3.5	8—11	10
— — — II	1—2	10	11
— suavis	1.9	8—10	11
— psychodis	1—1.5	5—7.5	9—10
— S. Sol. tub. I	1.6—1.9	4—7	6—8

TABEL XXVI.
Kenmerken van Rhizoctonia-stammen.

Naam van de stam.	Breedte van de hyphen in μ .	Optimum-temp. voor de myceliumontwikkeling.	Hoeveelheid mycelium.	Maximale grootte in m.M. van de pseudo-sclerotia op aardappel.
Rh. S. Begon. III. .	5.6	hoog	veel	0.5
— — — II. .	5.8	hoog	veel	1
— — Gossypii . .	6.1	hoog	middel.	2
— — Sol. tub. III. .	6.2		middel.	0.5
— — Begon. I . .	6.7	hoog	middel.	2
— mucor. . . .	6.8	hoog	veel	geen ps.
— S. Cich. End. I .	7	hoog	middel.	2
— — — — II. .	7	hoog	middel.	2
— — Sol. tub. II .	7.2	laag	middel.	5
— — — — IV .	7.4	laag	weinig	4
— — Betae . . .	7.4	laag	middel.	2
— — Cinchonae. .	7.8	hoog	middel.	2
— microsc. . . .	8	hoog	veel	2
— S. Brass. I . .	8.5	laag	weinig	4
— — — II . .	9	laag	weinig	4
— — — III. .	9.5	laag	weinig	4
— — — IV. .		laag	weinig	4
— suavis	9.8	laag	weinig	4
— psychodis . . .	10	laag	weinig	4
— S. Sol. tub. I .	10.7	laag	weinig	4

VERKLARING VAN DE PLATEN.

PLAAT I.

De kromme van de temperatuur heb ik op de volgende wijze verkregen:

Eerst berekende ik de gemiddelde temperatuur per 24 uur, vervolgens die van 10 dagen, b.v. van 17 Januari tot 27 Januari 1922, en de temperatuur, die ik op die wijze verkregen had, werd als de temperatuur van 22 Januari genomen.

Zooals men ziet, is de kromme van 21 Juli 1922 tot 6 September 1922 onderbroken.

PLAAT II- IV.

De fotografieën brengen cultures van eenige Rhizoctonia-stammen op een kersagar-plaat in een petri-schaal in beeld. Voor sommige heb ik een donkere achtergrond genomen, voor andere een lichte, naarmate de teekening van de cultuur beter tot zijn recht kwam. Vóór het fotografeeren heb ik het deksel van de petri-schaal weggenomen.

De laatste fotografie van Plaat IV geeft drie cultuurbuisjes weer, waarin de schimmels zich op een stukje aardappel ontwikkeld hebben.

PLAAT V-X.

Op deze platen ziet men teekeningen van microscopische praeparaten. De oorspronkelijke teekeningen zijn alle tot op $\frac{2}{5}$ verkleind en hierdoor dus vergelijkbaar gebleven.

Verloop van de temperatuur van Februari 1922 tot Juli 1923.

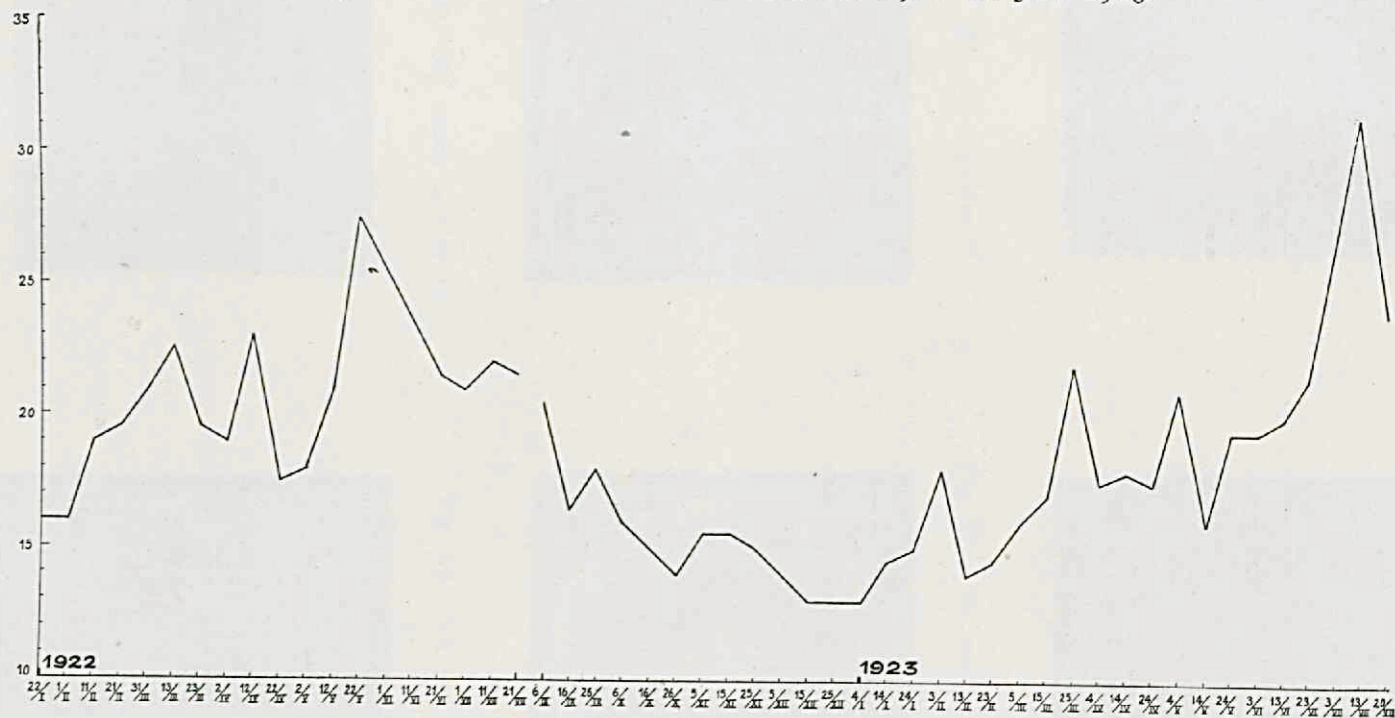


Fig. I. Rh. Sol. Begoniae III.

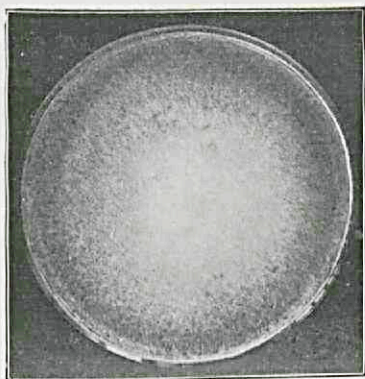


Fig. II. Rh. mucoroides Bernard.

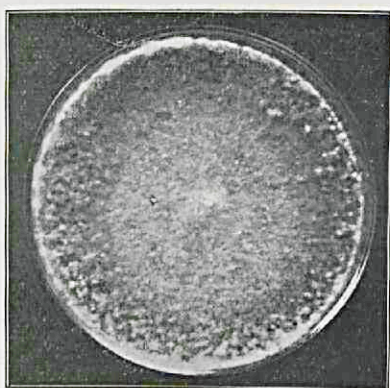


Fig. III. Rh. Sol. Begoniae II.

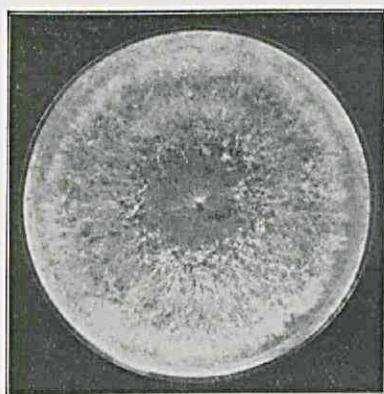


Fig. IV. Rh. microsclerotia Matz.

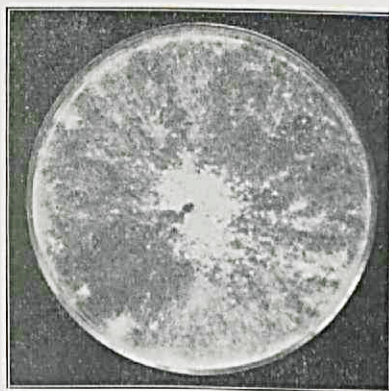


Fig. V. Rh. Sol. Solani tuberosi II.

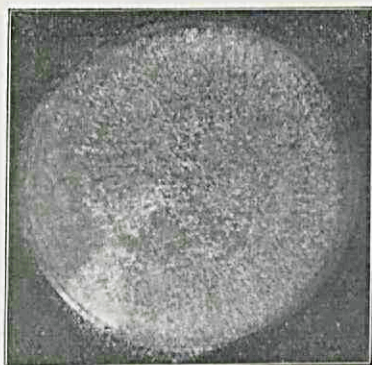
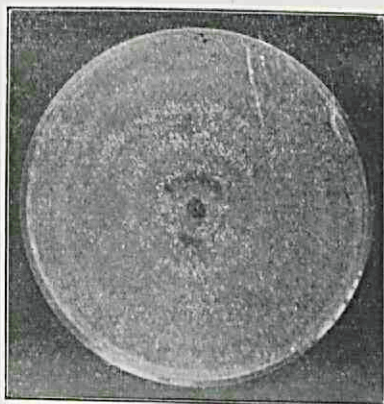


Fig. VI. Rh. Sol. Brassicae I.



PLAAT III.

Fig. I. Rh. Sol. Solani tuberosi III.

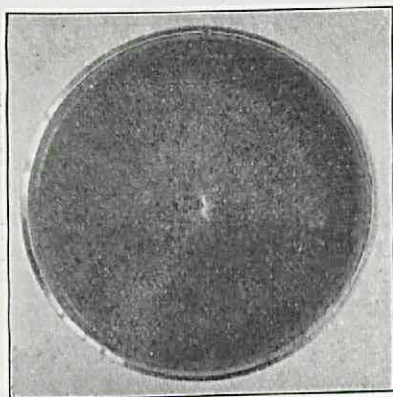


Fig. II. Rh. Sol. Begoniae I.



Fig. III. Rh. Sol. Cichorii Endiviae I.

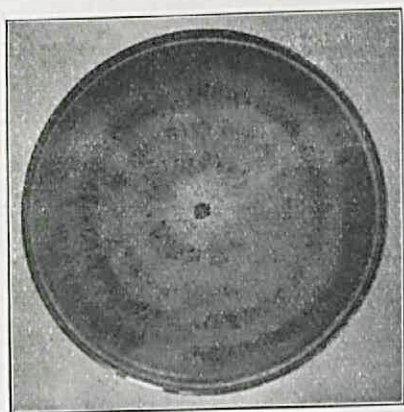


Fig. IV. Rh. Sol. Cichorii Endiviae II.



Fig. V. Rh. Sol. Brassicae III.

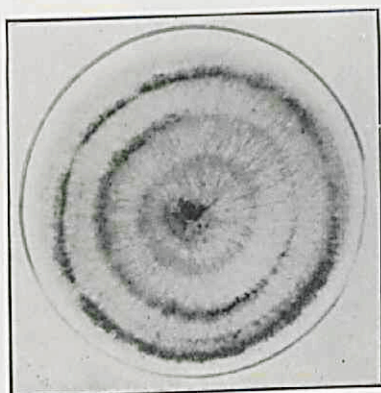


Fig. VI. Rh. Sol. Solani tuberosi I.



PLAAT IV.

Fig. I. Rh. *suavis* Burgeff.



Fig. II. Rh. *psychodis* Burgeff.

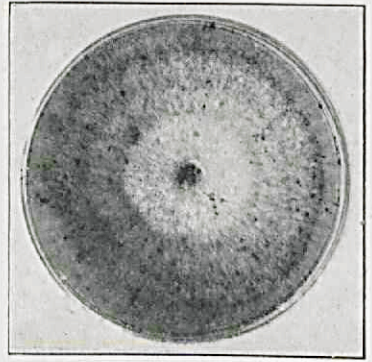
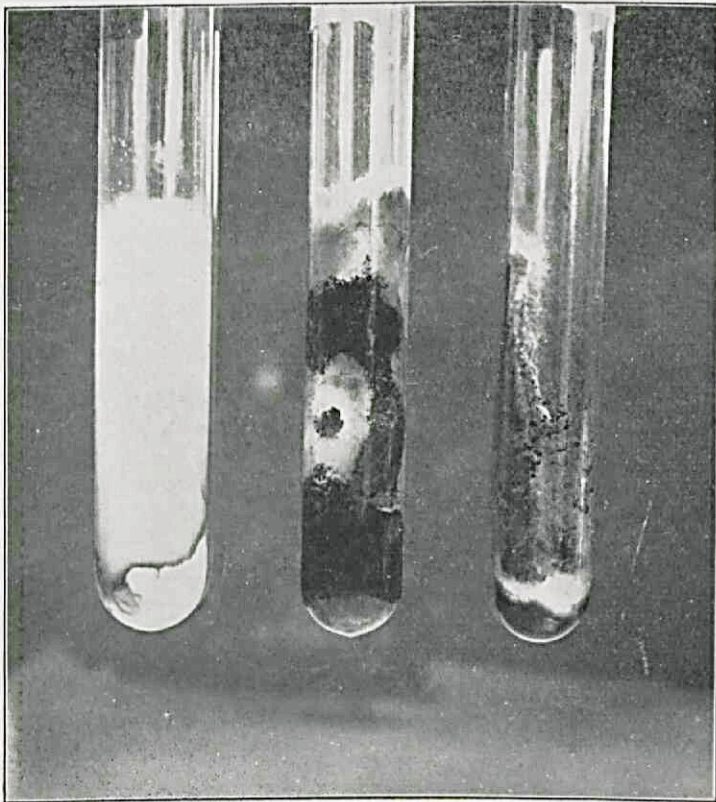


Fig. III. Links Rh. *Sol. Begoniae* III, in het midden Rh. *Sol. Begoniae* II en rechts Rh. *Sol Solani tuberosi* I.



PLAAT V.

Fig. I. Rh. Sol. Solani tuberosi I.

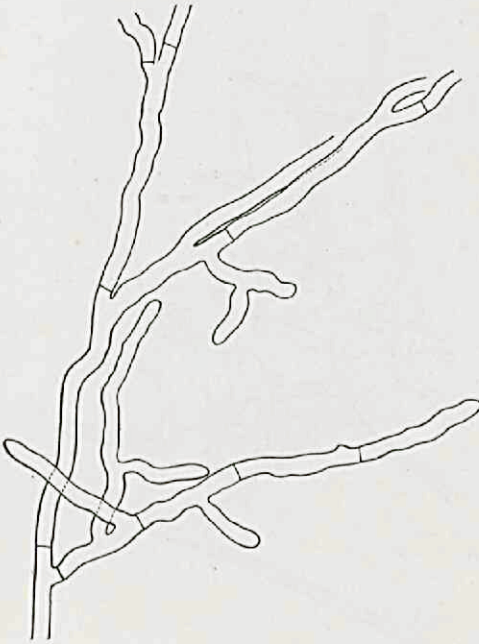


Fig. II. Rh. Sol. Begoniae III.



PLAAT VI.

Fig. I. Rh. Sol. Begoniae I.

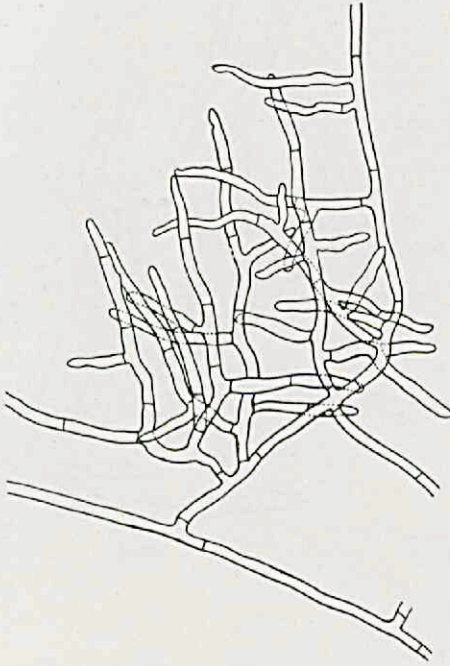


Fig. II. Rh. Sol. Cichorii Endiviae I.

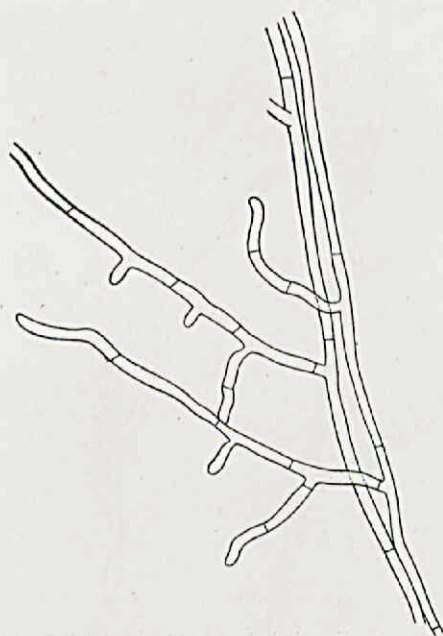


PLAAT VII.

Fig. I. Rh. psychodis Burgeff.



Fig. II. Rh. mucoroides Bernard.

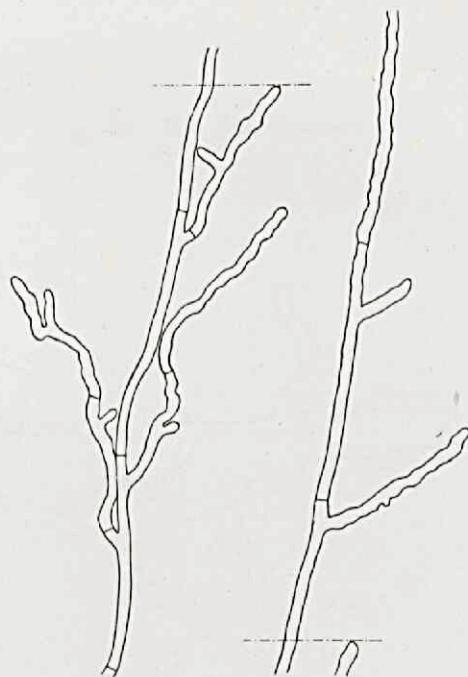


PLAAT VIII.

Fig. I. Rh. *suavis* Burgeff.



Fig. II. Rh. Sol. *Cichorii Endiviae* II.



PLAAT IX.

Fig. I. Rh. Sol. Brassicae I.

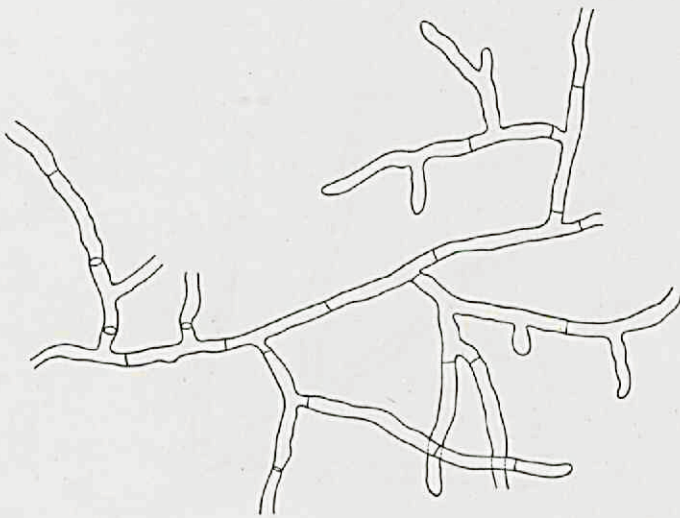
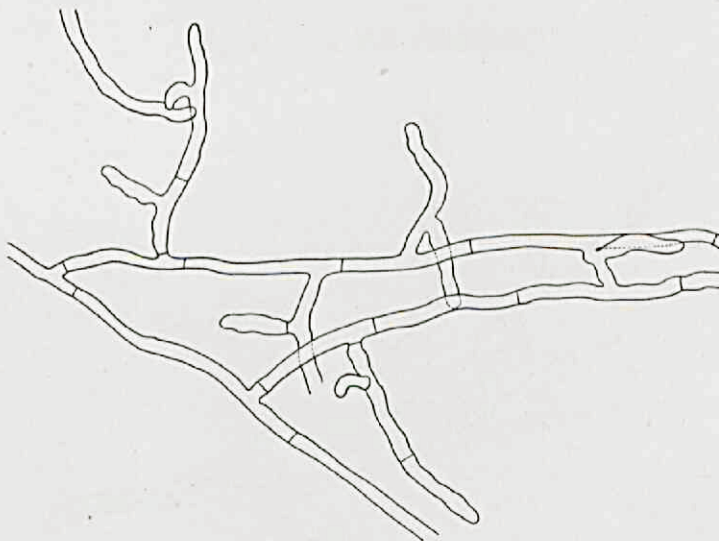


Fig. II. Rh. Sol. Brassicae II.



PLAAT X.

Fig. I. Rh. Sol. Solani tuberosi IV.



Fig. II. Rh. Sol. Cinchonae.



STELLINGEN.

I.

De verschillen tusschen *Fusarium* en de conidiumvormen van *Nectria galligena* en *Nectria coccinea* zijn niet voldoende om deze laatste in een afzonderlijk geslacht, *Cylindrocarpon*, te plaatsen.

II.

De onderzoekingen van BERNARD maken het waarschijnlijk, dat de plant op gelijke wijze als het dierlijke lichaam anti-stoffen vormt om zich tegen de aanval van vijandige organismen te verweren.

III.

Het is niet bewezen, dat de plastische stoffen alleen door het phloëem vervoerd worden.

IV.

De *Plumbaginaceae* behooren tot de *Centrospermae* gerekend te worden.

V.

Zwemblaas en long zijn niet homoloog.

VI.

Het is niet waarschijnlijk, dat bij het konijn de eieren door de beweging der trilharen van het ostium in de tuba komen.
