



Onderzoeken over schimmelziekten van bolgewassen

<https://hdl.handle.net/1874/300055>

ONDERZOEKINGEN OVER
SCHIMMELZIEKTEN VAN
BOLGEWASSEN

ONDERZOEKINGEN OVER
SCHIMMELZIEKTEN VAN BOLGEWASSEN

ONDERZOEKINGEN OVER SCHIMMELZIEKTEN VAN BOLGEWASSEN

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE
AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
Jhr. Mr. B. C. DE SAVORNIN LOHMAN HOOG-
LEERAAR IN DE FACULTEIT DER RECHTS-
GELEERDHEID VOLGENS BESLUIT VAN
DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TE VER-
DEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN
DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUUR-
KUNDE OP DINSDAG 7 JULI 1931, DES NA-
MIDDAGS TE DRIE UUR

DOOR

FRANCISKUS HENRI FEEKES

GEBOREN TE SALATIGA

BAARN — N. V. HOLLANDIA-DRUKKERIJ — 1931

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

AAN MIJN BROER

Een goede traditie getrouw, maak ik gaarne van deze gelegenheid gebruik, U, Hoogleeraren in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde, te danken voor hetgeen U tot mijn wetenschappelijke opleiding hebt bijgedragen.

In de eerste plaats gaat mijn dank uit tot U, Hooggeleerde Westerdijk, Hooggeachte Promotrix. Aangetrokken tot de toegepaste botanie, wellicht een gevolg van mijn vroegere werkzaamheid op bij uitstek praktisch gebied, koos ik de phytopathologie als speciaal studieterrein. De ruime blik, waarmede U dit gebied overziet en de wijze waarop U Uw studenten hierin binnenleidt, geven hieraan een bijzondere bekoring. De groote vrijheid, welke U mij steeds gelaten hebt, waardeer ik zeer, vooral waar deze critische opmerkingen en praktische raadgevingen geenszins uitsloot. Ik zal het steeds een groot voorrecht blijven achten in de door U geschapen blijmoedige Baarnsche sfeer te hebben mogen werken.

Hooggeleerde Jansen, U dank ik in het bijzonder voor de vele raadgevingen en opbouwende critiek, op Uwe practica verkregen; zij vormden een onmisbaar element in mijn opleiding.

Hooggeleerde van Kampen, Uw verzorgde colleges zullen mij steeds bijblijven als een voorbeeld van weloverwogenheid; Uw boeiende practica heb ik altijd met groot interesse gevolgd.

Hooggeleerde Boschma, Zeergeleerde van der Klaauw, ook U ben ik veel dank verschuldigd voor mijn verdere ontwikkeling op zoölogisch gebied.

Zeergeleerde Goethart, hoewel ik slechts kort onder Uwe leiding mocht werken, heeft Uw critische geest niet nagelaten grooten indruk op mij te maken.

Zeergeleerde Kamerling, aan Uwe interessante colleges denk ik steeds met genoegen terug.

Zeergeachte van Luijk, Uw praktische raadgevingen en mycologische kennis waren voor mij van groote waarde. De bereidwilligheid, waarmede U mij voortdurend behulpzaam was, zal mij steeds in herinnering blijven.

Herrn Dr. H. W. Wollenweber danke ich verbindlichst für die Bestimmung meiner *Fusariën*.

Ook verder dank ik allen, die mij door het verstrekken van materiaal, of anderszins, behulpzaam zijn geweest.

Zeer erkentelijk ben ik het Bestuur van de stichting „Willie

VIII

Commelin Scholten" voor de gastvrijheid, welke ik in haar laboratorium mocht genieten.

Tenslotte breng ik mijn oprechten dank aan hen, die door hoogen familiezin gedreven, mijn studie en promotie mogelijk maakten.

INHOUD

	blz.
INLEIDING	1
H o o f d s t u k I. FUSARIUM-BOLROT BIJ NARCISSEN (NARCISSUS PSEUDONARCISSUS) VEROORZAAKT DOOR FUSARIUM ORTHOCERAS WR.	
Inleiding	3
Litteratuur Overzicht	4
Ziektebeeld	5
Microscopisch Onderzoek	8
Isolatie en Cultuur van de Schimmel	12
Infectieproeven in den Vollen Grond en in de Kas	14
Infectieproeven op Narcisbollen	20
H o o f d s t u k II. HET „VAN-DEN-WORTEL-GAAN" VAN NARCISSEN (NARCISSUS PSEUDONARCISSUS) VEROORZAAKT DOOR CYLINDROCARPON RADICICOLA WR. EN HYACINTHEN (HYACINTHUS ORIENTALIS), VEROORZAAKT DOOR FUSARIUM CULMORUM (W. G. SM.) SACC.	
Inleiding	26
Litteratuur Overzicht	27
Ziektebeeld	28
Ziektebeeld te Velde	28
Macroscopisch Ziektebeeld van de Plant	30
Microscopisch Onderzoek	32
Isolatie van de Schimmels	40
Van Narcissen	40
Van Hyacinthen	42
Infectieproeven in den Vollen Grond en in de Kas	43
Infectieproeven op Narcis- en Hyacinthbollen	55

Hoofdstuk III. PHYLLOSTICTA NARCISSI ADERH. EN VERWANTE SCHIMMELS OP NARCIS- SEN (NARCISSUS PSEUDONARCISSUS) EN AMARYLLEN (HIPPEASTRUM SPP.)

Litteratuur Overzicht	58
a. Voorkomen en Ziektebeeld	58
b. Beschrijving en Nomenclatuur van de Schimmels	60
Eigen Onderzoek	63
a. Ziektebeeld	63
b. Isolatie en Cultuur van de Schimmel	64
c. Beschrijving, Systematische Plaats en Nomenclatuur van de Schimmels	64
d. Infectieproeven op Narcisbollen met <i>Phyllosticta narcissi</i> Aderh.	69
e. Kruisinfecties met <i>Phyllostictastammen</i> op Narcisbladeren en Amarylstengels	73
f. Conclusies	74

Hoofdstuk IV. BOLROT BIJ UIEN (ALLIUM CEPA) VEROORZAAKT DOOR SCHIMMELS VAN HET GESLACHT FUSARIUM.

Inleiding	76
Litteratuur Overzicht	76
Infectieproeven op Uienbollen met <i>Fusarium species</i>	80

SUMMARY	89
-------------------	----

LITTERATUURLIJST	91
----------------------------	----

INLEIDING

Het oorspronkelijk doel van het onderzoek was, na te gaan, in hoeverre schimmels van het „geslacht” *Fusarium* en eventueel van andere verwante „geslachten”, bolrotverschijnselen bij bolgewassen veroorzaken. Hiertoe werd in de eerste plaats een bolaantasting bestudeerd, waarvan men met meer of minder zekerheid vermoedde, dat zij door *Fusarium* werd teweeg gebracht. (Hoofdstuk I, *Fusarium*-rot bij Narcissen veroorzaakt door *Fusarium orthoceras* Wr.).

Hiernaast werd het z.g. „van-den-wortel-gaan” van Narcissen en Hyacinthen in het onderzoek betrokken (Hoofdstuk II, Het „van-den-wortel-gaan” van Narcissen, veroorzaakt door *Cylindrocarpon radicicola* Wr. en Hyacinthen, veroorzaakt door *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc.); oorspronkelijk omdat samenhang van deze ziekte bij Narcissen met rottingsverschijnselen van de schijf werd vermoed. De bedoeling was, na te gaan, of het, door vroegere onderzoekers uit zieke narcisschijven geïsoleerde organisme ook bolrot bij Narcissen veroorzaakte. Van deze gelegenheid werd gebruik gemaakt het „van-den-wortel-gaan” zelf ook nader te bestudeeren.

Bovendien werd het onderzoek van een andere zijde aangevat; n.l. werd nagegaan welke *Fusaria* in het algemeen bolrot kunnen veroorzaken en onder welke omstandigheden. Hiertoe werden alle *Fusarium*-soorten, welke in de litteratuur als van Uien geïsoleerd worden genoemd (voor zoover in het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn aanwezig), benevens een aantal algemeen voorkomende *Fusaria*, op hun parasitisme ten opzichte van dit bolgewas onderzocht (Hoofdstuk IV, Bolrot bij Uien, veroorzaakt door schimmels van het geslacht *Fusarium*). Een dergelijk onderzoek was tot nu toe slechts bij aardappelen uitvoerig geschied.

Tenslotte werd de, herhaalde malen van Narcissen geïsoleerde schimmel, *Phyllosticta narcissi* Aderh. op hare parasitaire eigenschappen ten opzichte van dit gewas onderzocht en gaven recente publicaties hierbij aanleiding de systematische plaats van dit, en verwante organismen, nader te onderzoeken. (Hoofdstuk III, *Phyllosticta narcissi* Aderh. en verwante schimmels op Narcissen en Amaryllen).

HOOFDSTUK I

FUSARIUM-BOLROT BIJ NARCISSEN (*NARCISSUS PSEUDONARCISSUS*) VEROORZAAKT DOOR *FUSARIUM ORTHOCERAS* WR.

INLEIDING

Bolrot bij Narcissen, toegeschreven aan schimmels van het geslacht *Fusarium*, is reeds geruimen tijd bekend. Omtrent de vraag, welke *Fusarium*-soorten hiervan de veroorzakers zijn, weet men echter weinig met zekerheid; evenmin werden ooit infecties in den grond uitgevoerd. Daarom werden isolaties gemaakt uit ziek materiaal en met de geïsoleerde schimmel (*Fusarium orthoceras* Wr.) alsmede met de, uit de litteratuur bekende, van *Fusarium*-zieke Narcissen geïsoleerde schimmel *Fusarium bulbigenum* Cke & Mass. infectieproeven in den grond uitgevoerd.

Waar het *Fusarium*-bolrot speciaal gedurende opslag en transport bij bepaalde condities van temperatuur en vochtigheid sterk op den voorgrond treedt, is het van belang na te gaan, onder welke omstandigheden dit rot verder doorloopt. Het was echter niet mogelijk hieromtrent uitgebreide proeven te doen. Daarom werd slechts een enkele oriënteerende proef met, door infectie in den grond, verkregen *Fusarium*-zieke narcisbollen genomen. Daarnaast werd een infectiemethode uitgewerkt waarmede men in het laboratorium onder verschillende omstandigheden aantasting verkrijgt, om zodoende de condities na te gaan, waaronder deze het snelst verloopt. Tevens kan men hiermede de relatieve gevoeligheid der verschillende narcisvariëteiten bepalen.

LITTERATUUROVERZICHT

Een eerste vermelding van een *Fusarium*-soort als een parasiet op Narcissen dateert van 1887. Cooke beschrijft als zoodanig *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass.

In het Jaarverslag over 1911 van het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” te Baarn wordt een *Fusarium*-rot bij narcisbollen beschreven. De schimmel, welke van onder af door de schijf binnendringt, behoort tot het *Elegans*-type. Infectieproeven gelukten gedeeltelijk; een hogere temperatuur (30° C.) bevorderde de aantasting.

Massee (1913) geeft voor het eerst een meer uitgebreide beschrijving van het ziektebeeld, alsmede van den veroorzaker *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass. Als eerste symptoom van de ziekte wordt beschreven het voorkomen van kleine gele vlekjes op de bladeren, deze worden later meer of minder bedekt met massa's *Fusarium*conidiën. Het mycelium dringt door de bladeren naar beneden in den bol, welke bruin verkleurt, eerst aan den hals, doch daarna spoedig geheel bruin wordt. Tusschen de rokken vindt men „delicate whitish sheets”, waarmede waarschijnlijk mycelium van de schimmel wordt aangeduid en in de bolschubben en bladeren groote hoeveelheden chlamydosporen.

In het Jaarverslag over 1913/14 van het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” wordt door Westerdijk en van Luijk het voorkomen van *Fusarium*-rot bij Narcissen wederom beschreven; vooral de meest los gegroeide bollen waren het meest aangetast. Het ziektebeeld kwam gedeeltelijk met de beschrijving van Massee overeen, doch verschilde ervan door het ontbreken van *Fusarium*conidiën op de bladeren en chlamydosporen in de bolschubben en bladeren. *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass. werd uit de bollen geïsoleerd en hiernaast een enkele maal *Fusarium gemmiperda* Aderh. (determinaties van Wollenweber). *F. gemmiperda*, welke van *F. bulbigenum* verschilt door het bezit van blauwe in plaats van ongekleurde chlamydosporenophooping, wordt door Wollenweber volgens zijn nieuwste naamlijst (1931) beschouwd als identiek met *F. lateritium* Nees var. *fructigenum* (Fr.) Wr. = *Gibberella baccatae* (Wallr.) Sacc. var. *evonymi* (Fuck.) Wr.

In de Jaarverslagen over 1915 en 1916 van genoemd Laboratorium wordt vermeld, dat met beide schimmels geslaagde infectieproeven werden uitgevoerd; in laatstgenoemd Verslag wordt er verder op gewezen, dat de door M a s s e e beschreven symptomen ten deele moeten worden toegeschreven aan aaltjesziekte (veroorzaakt door *Tylenchus devastatrix* Kühn):

„Het is nu ook wel zeker dat de ziekte, die M a s s e e beschreven heeft, een mengsel is geweest van aaltjes en Fusariumziekte, „Zijn gele vlekken op de bladeren is aaltjesziek geweest, en bij „de ringziekte van den bol waarschijnlijk wel Fusarium.”

In het algemeen kan worden gezegd, dat ook thans nog deze twee ziekten, door de gelijkenis hunner symptomen aan den bol, veel worden verward; hierop wordt bij de beschrijving van het ziektebeeld nog nader ingegaan.

Freeman Weiss (1929 a en b) beschrijft het voorkomen van een „basal-rot” bij Narcissen in de Vereenigde Staten en bij bollen uit Holland geïmporteerd, veroorzaakt door een *Fusarium*-soort, behorende tot de Sectie *Elegans*. Deze schimmel, welke voornamelijk optreedt gedurende opslag en vervoer, zou op het veld de wortels en de schijf aantasten.

Deze onderzoeker wijst verder op het gevaar van verspreiding der ziekte tijdens de warmwaterbehandeling, welke algemeen tegen aaltjesziekte wordt toegepast. Daar de conidiën en hyphen der schimmel door het heete water niet worden gedood, raadt hij aan hieraan een fungicide, bijv. Semesan (Uspulun) of een andere kwikverbinding, toe te voegen. Nadere bijzonderheden geeft deze auteur in een tweetal artikelen in The Florists Exchange (1929c—1930).

ZIEKTEBEELD

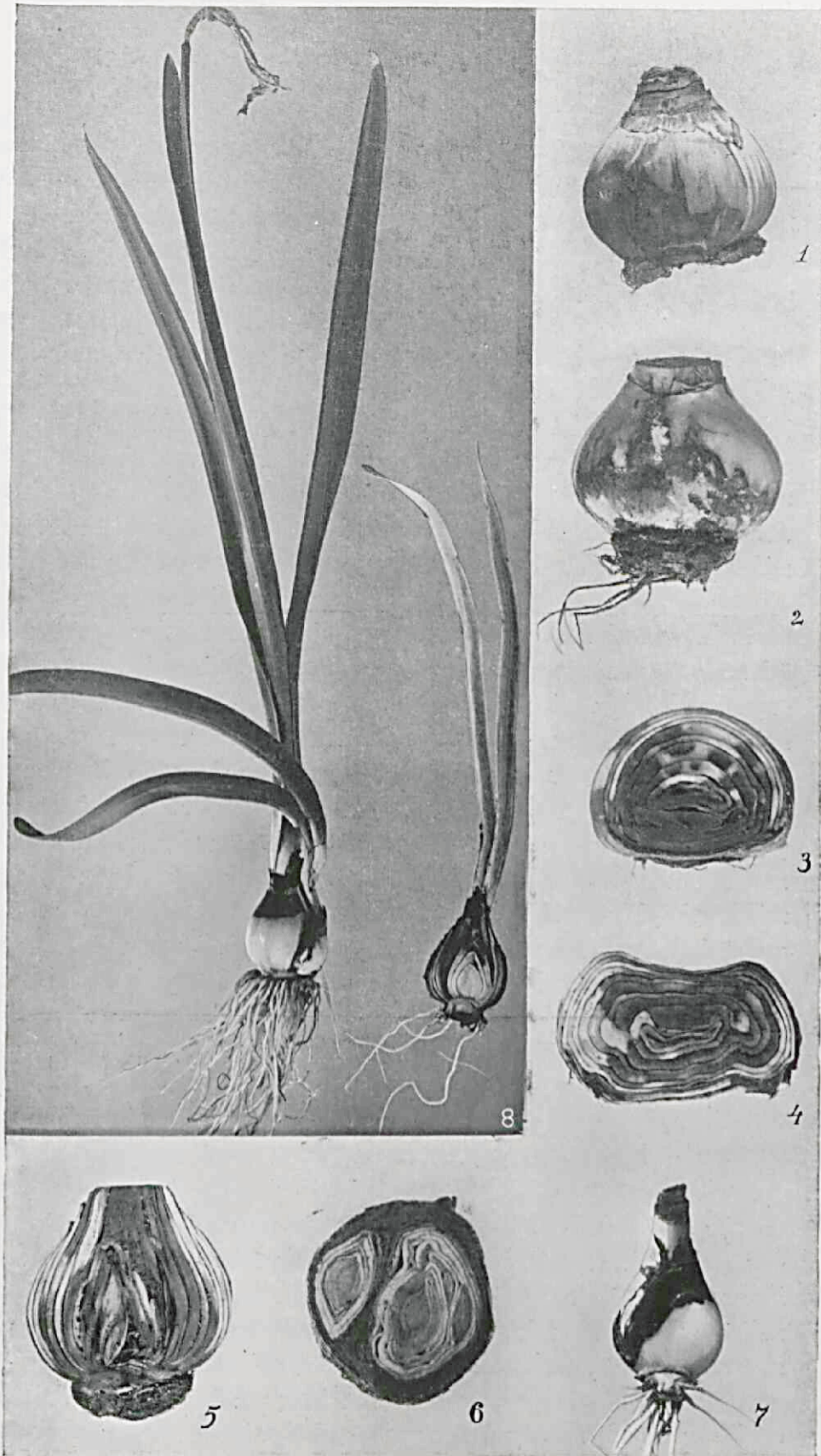
Materiaal werd ons toegezonden uit de bollenstreek in het na-jaar 1929. Verder werd door onszelf in 1930 materiaal verzameld bij een anderen kweker, waar een aantal Fusarium-zieke bollen op de z.g. porriehoop was geworpen. Het materiaal waarmede gewerkt werd was dus zeer beperkt.

Daar geen materiaal op het veld werd verzameld, kan alleen

een beschrijving van de zieke bollen worden gegeven. Verwijdert men van een zieke bol de zanderige, meest gedeeltelijk vergane, buitenste rok(ken), dan ziet men, dat de chocoladebruine tot zwartbruine, soms iets meer roodbruine verkleuring meest vanaf de basis begint. Het verkleurde deel is meest scherp afgescheiden van het gezonde witte weefsel, veelal volgens een onregelmatig verloopende lijn. (Plaat I, Fig. No. 1). Men vindt verder vaak tusschen (in ons geval, waar de buitenste rok verwijderd werd, dus ook buitenop) de bolschubben wit mycelium, soms met roze gekleurde massa's stroma plus conidiën. (Plaat I, Fig. No. 2). Het gelukte, zulke conidiën, welke zich op een oude bol bevonden, die meer dan een jaar was bewaard en geheel was ingedroogd, nog tot ontkieming te brengen. Ook onder aan de schijf vindt men vaak mycelium, doch dit kan natuurlijk ook aan alle mogelijke secundair optredende schimmels behooren. De aangetaste plekken voelen meer of minder zacht aan, zoodat men ze iets kan indrukken, doch zijn niet waterig of papperig. Het verkleurde weefsel is dus zachter, indeukbaarder, taaier, dan het gezonde witte; van een substantie ongeveer als die van stopverf.

Op dwarsdoorsnede vertoont de bol gewoonlijk een, meestal aaneengesloten, bruin verkleurd gedeelte, soms bevinden zich hierin onregelmatige witte stukjes. Verder vindt men soms, vooral op de grens van het zieke en gezonde deel van den bol, dat één „ring” (= schubdoorsnede) meerdere bruine stukjes vertoont, gescheiden door wit weefsel, zoodat dit gedeelte dan een min of meer blokkerige indruk maakt. Het bruine weefsel is gewoonlijk van het witte scherp afgescheiden. In het nog witte deel ziet men, vooral in de nabijheid van het zieke weefsel, reeds verkleurde vaatbundels als zwarte stippen in het wit. Soms heeft de verkleuring zich reeds vanuit zoo'n vaatbundel in het witte weefsel voortgeplant, zoodat de zwarte stip dan omgeven is door een bruine hof. (Plaat I, Fig. No. 3 en 4).

Op lengtedoorsnede ziet men bruine strepen, meest van beneden naar boven verlopend, resp. een bruin verkleurd benedendeel van den bol (inclusief schijf), hetwelk naar boven in strepen uitloopt. De verkleuring verloopt het snelst aan de binnenzijde der bolschubben, op lengtedoorsnede doet dus de grenslijn tusschen wit en verkleurd weefsel zich meest voor als een van binnen-naar



Fusarium-bolrot van Narcissen.

Fig. 1—5. Fusarium-zieke narcisbollen (natuurlijke infectie); bij Fig. 2 bevindt zich stroma en mycelium met conidiën buiten op den bol.

Fig. 6. Aaltjes-zieke narcisbol.

Fig. 7—8. Narcisbollen kunstmatig geïnfecteerd met *Fusarium orthoceras* App. & Wr.; Fig. 7 begin van aantasting (alleen buitenste bolschub verkleurd). Op Fig. 8 kromme en vergeelde bladeren.

buitenzijde van de bolschub schuin aflopende lijn en het geheel vertoont spitse bruine punten, die in het wit dringen. De afscheiding is hier vaak minder scherp dan op dwarsdoorsnede. (Plaat I, Fig. No. 5).

Zoals vermeld, werd en wordt *Fusarium*-ziek veel verward met aaltjes-ziek; we laten daarom een beschrijving van het aaltjes-ziek bij narcisbollen door van Slogteren (1930) volgen (een meer uitvoerige beschrijving van de ziektesymptomen, ook wat betreft het loof gaf van Slogteren in 1919):

„Het is zeer moeilijk, zo niet onmogelijk om een zodanige beschrijving van het ziektebeeld van aaltjes-zieke Narcissen te geven, dat men hieruit alleen de ziekte zal kunnen leren herkennen. Een sterk aangetaste bol zal op doorsnede geel-grijze tot geel-bruine ringen of vlekken vertonen, die zich al naar de mate van aantasting over een groter of kleiner deel van de doorsnede uitstrekken. Het voorkomen van bruine ringen behoeft echter nog geen bewijs van aaltjesziek te zijn, doch kan ook aan een andere ziekte te wijten zijn, waarvoor van de warmwaterbehandeling stellig geen verbetering is te verwachten.”

„Daar verder na het aaltjesziek steeds veel schimmels, mijten en bacteriën zich secundair in de bollen vestigen, welke aan de bol een geheel ander beeld geven, is zelfs het ontbreken van de typiese verschijnselen van het aaltjesziek in een sterk aangetaste bol, geen bewijs, dat deze niet aaltjesziek is geweest.”

„Men kan zeggen, dat het zieke weefsel in een aaltjeszieke bol, in het algemeen minder donker is gekleurd, dan dat in een bol, welke door een andere ziekte is aangetast. Verder doen de verkleurde gedeelten in de eerste zich meer voor als grotere of kleinere gedeelten van de rokken, als ringen, waarbij dikwijls de rok aan de éne kant is aangetast, terwijl de andere helft op dwars doorsnede nog wit kan zijn; ook ziet men bij een aaltjes-zieke bol veelal nog vrij wat blank weefsel hier en daar onregelmatig tussen de zieke gedeelten verspreid, terwijl de zieke rokken een meer droog en korrelig vuilgrijs of geelwit uiterlik hebben en niet nat, gesloten donkerbruin of zwart, zoals bij vele schimmelziekten. Een kenmerk, dat zéér vaak opgaat, is, dat in een aaltjes-zieke rok, welke men heeft losgesneden, de grens tussen het zieke en gezonde weefsel zich niet volgens een meer

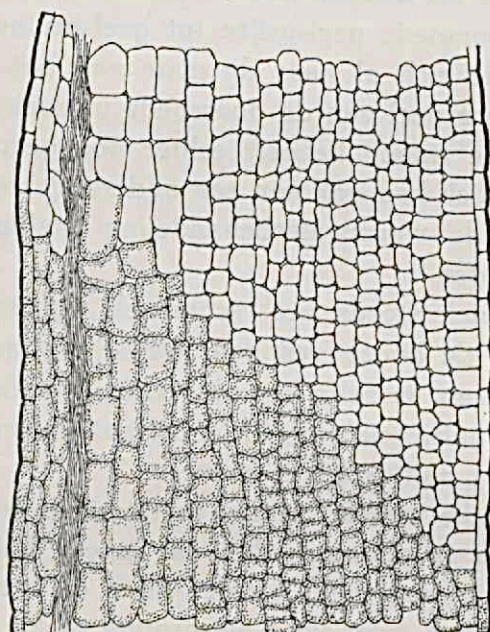
„of minder gekronkelde lijn scherp aftekent, zoals bij een schimmelziekte vaak het geval is.”

„Slechts een lange ervaring kan echter leren het aaltjesziek met „het blote oog met zekerheid te herkennen...”

Ter vergelijking werd een afbeelding (Plaat I, Fig. No. 6) van een aaltjeszieke narcisbol op dwarsdoorsnede bijgevoegd; men ziet hierop duidelijk, dat de verkleuring hier meer ringvormig verloopt.

MICROSCOPISCH ONDERZOEK

Zooals vermeld verloopt de verkleuring van den bol meest van



Figuur 1

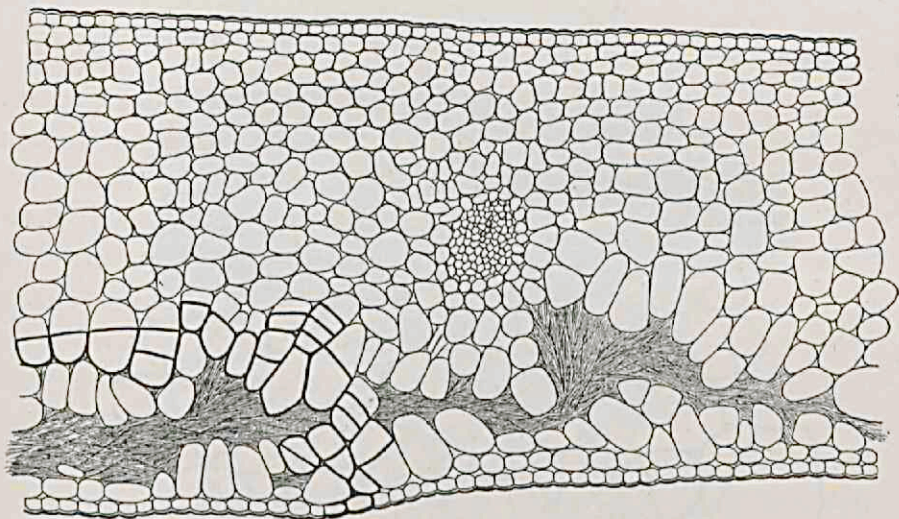
Lengtedoorsnede door een bolschub van een Fusarium-zieke Narcis op de grens van de verkleuring. 45 $\times$. Het verkleurde protoplasma is gestippeld aangegeven.

Zetmeelkorrels weggelaten.

beneden naar boven en wel het snelst langs de binnenzijde van de bolschub. Een lengtedoorsnede op de grens van het bruine en witte gedeelte (Fig. No. 1) laat zien, dat de schimmel aan de binnenzijde van den rok, dicht onder de epidermis als een streng myceliumdraden, in werkelijkheid dus als een vlakke plaatvormige myceliummassa, voortdringt. In de Figuur bevinden zich tussen epidermis en mycelium twee lagen parenchymcellen, soms echter bevindt zich hier slechts één cellaag tussen, terwijl het mycelium ook direct onder de epidermis kan verlopen. De cellen in het bruine gedeelte bevatten een bruin

verkleurd, meest wandstandig protoplasma; in het witte gedeelte is het protoplasma nog normaal kleurloos. Verder ziet men dat de myceliumplaat nog een eindweegs in het witte weefsel voortdringt. In dit stadium gaan vanuit de myceliumplaat nog geen hyphen in

het buitenliggende weefsel van de bolschub, althans deze konden niet worden waargenomen; het is echter bij dunne doorschijnende hyphen niet steeds gemakkelijk het al of niet aanwezig zijn met zekerheid vast te stellen. Daar dit buitenliggende weefsel niettemin spoedig over de geheele breedte van de bolschub afsterft, althans een bruinkleuring van het protoplasma vertoont, is het waarschijnlijk, dat dit geschiedt onder invloed van door de schimmel afgescheiden stoffen, welke van cel tot cel diffundeeren. Hiermede zou



Figuur 2

Dwarsdoorsnede door een bolschub van een *Fusarium*-zieke Narcis op de grens van de verkleuring. 50 $\times$

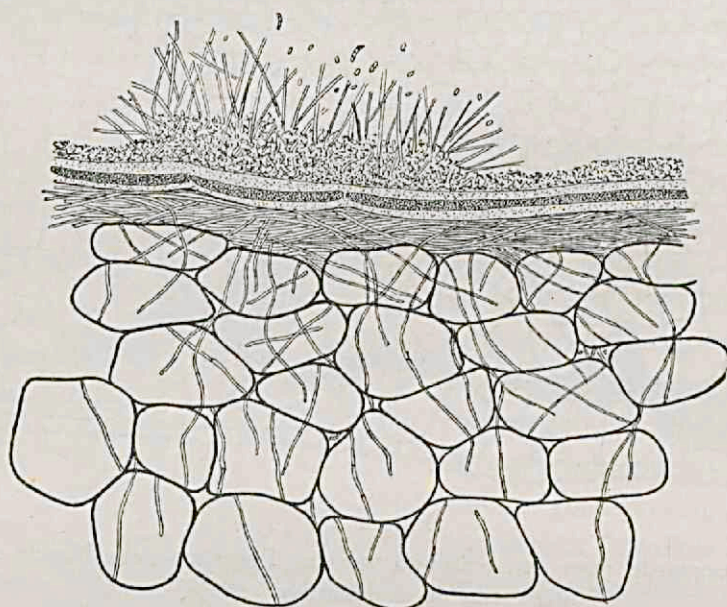
Het verkurkte weefsel is met een dikke lijn aangegeven; zetmeelkorrels niet geteekend.

dan ook het schuin verloop van de verkleuring in de bolschub worden verklaard.

Soms tracht de plant door kurkvorming de schimmel verder voortdringen te beletten. Fig. No. 2 geeft hiervan een beeld; het stelt voor een dwarse doorsnede door een bolschub op de grens van het bruine en witte weefsel. De parenchymcellen, grenzende aan de myceliumplaat, vormen gedeeltelijk één tot drie dwarswanden en verkurken, zij beletten de schimmel, althans tijdelijk, de geheele dikte van de bolschub te doorwoekeren. Ook aan het uiteinde der „plaat” tracht de plant door vorming van zulke wond-

peridermcellen de schimmel af te sluiten en hier dus een verder voorwaarts dringen van de „plaat” zelve te beletten. Deze cellen sluiten door middel van eenige verkurkte epidermiscellen aan op de cuticula. Deze afsluiting blijkt echter niet voldoende om de schimmel tegen te houden; de hyphen weten door de vrij ruime intercellulairen hun weg te vervolgen. De verkurkte celwanden zijn geel van kleur; de door wondperiderm omgeven mycelium-massa vertoont een geelbruine kleur.

In een verder stadium van aantasting (Fig. No. 3) ziet men, dat



Figuur 3

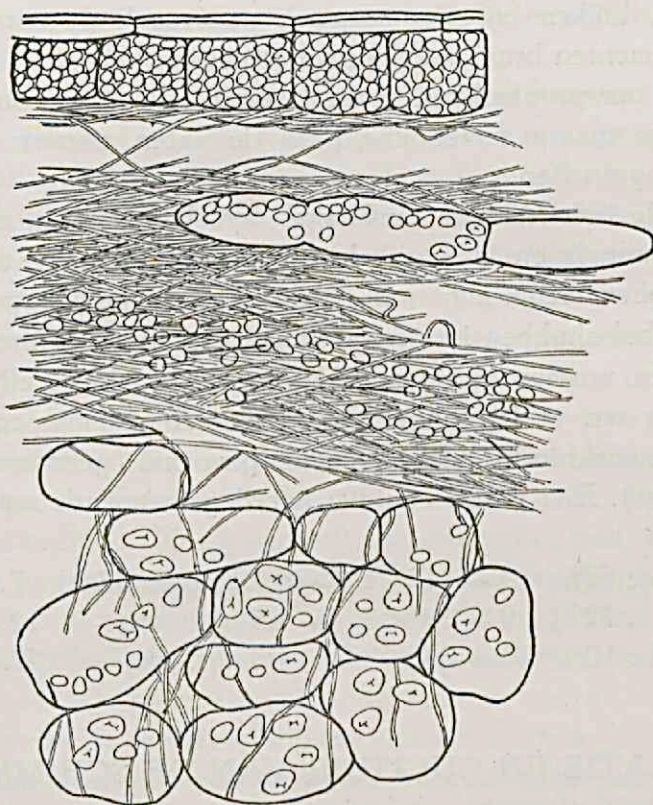
Lengtedoorsnede door de axiale zijde van een bolschub van een Fusarium-zieke Narcis. 105 X

Mycelium en stroma ontwikkeling buiten op de bolschub. Zetmeelkorrels weggelaten.

de hyphen vanuit de „plaat” ook in radiale richting het parenchym binnendringen. Op doorsnede ziet men vanuit de myceliumstreng (= „plaat”) hyphen in en tusschen de aangrenzende parenchymcellen binnendringen. Op Fig. No. 4, welke een nog ouder stadium afbeeldt, ziet men in de, intusschen reeds aanmerkelijk verbreedde, myceliumstreng losgeraakte parenchymcellen en zetmeelkorrels, losgeraakt uit gedesorganiseerde cellen. Deze zetmeelkorrels zijn aan-

merkelijk kleiner dan normaal en dus blijkbaar door de schimmel ten deele verteerd.

Zooals ook op de afbeeldingen te zien is, bestaat het parenchymweefsel aan de binnenzijde van de bolschub, dus waar de myceliumplaat verloopt, veelal uit grotere cellen. Dit is ook bij normale rokken het geval en het is op deze plaats, dat de bolschub



Figuur 4

Lengtedoorsnede door de axiale zijde van een bolschub
van een Fusarium-zieke Narcis. 105 X

Losse cellen en zetmeelkorrels tusschen het mycelium.

vaak losscheurt, wanneer men probeert deze van den bol af te pellen. De epidermis met event. een of meer lagen parenchymcellen, blijven dan als een dun vliesje op de onderliggende bolschub vastplakken.

Verder werd vermeld, dat zich op en tusschen de rokken mycelium en conidiën kunnen bevinden. Fig. No. 3 geeft een lengte-

doorsnede weer door een dergelijke bolschub. Buitenop de epidermis, welke opgezwollen celwanden en een donkerbruine celinhoud bezit, bevindt zich een stroma en conidiëndragers van de schimmel. De vaak aanwezige conidiën gaan met het snijden grootendeels verloren.

Van de vaatbundels, welke zich op dwarse doorsnede macroscopisch voordoen als zwarte stippen, al of niet omgeven door een bruine hof, blijken bij microscopisch onderzoek de oorspronkelijk levende elementen bruin verkleurd protoplasma te bezitten; dit heeft meest den oorspronkelijken vorm bewaard, doch is soms ook tot een donkere massa samengebald. In de vaten werden myceliumdraden aangetroffen.

Het in de bolschubben aanwezige mycelium is veelcellig, bevat vaak vetdruppels en is variabel van dikte, n.l. van 1 tot $5\ \mu$, de meeste hyphen meten echter $2-3\ \mu$. Het mycelium buitenop (tussen) de bolschubben is meer uniform van dikte en meet $2-3\ \mu$. De conidiën vormen een mengsel van één en tweecellige microconidiën en een veel geringer aantal viercellige macroconidiën; ze worden verspreid in het luchtmycelium gevormd (geen sporodochiën of pionnotes). Een 50-tal conidiën werd gemeten, de maten waren als volgt:

met 0 septen:	68 $\frac{1}{2}$ %	3 — 11	$\times$ 1.5 — 4	μ ;	gemiddeld	7.3	$\times$ 2.9	μ .
„ 1 „	: 22%	9 — 19	$\times$ 3 — 4.5	μ ;	„	12.7	$\times$ 3.7	μ .
„ 3 „	: 10%	20 — 34	$\times$ 3.5 — 4.5	μ ;	„	27.4	$\times$ 4.3	μ .

ISOLATIE EN CULTUUR VAN DE SCHIMMEL

Van het materiaal, in het najaar van 1929 ontvangen, werd een 72-tal stukjes uitgelegd op kersagar. De bollen werden, na van de buitenste, meestal half vergane rok(ken) te zijn ontdaan, met water en zeep gewasschen en onder den kraan eenigen tijd nagespoeld. Daarna werden hieruit stukjes bolschub gesneden, zooveel mogelijk van de binnenste schubben en op de grens van bruin en wit weefsel. Hiervan werden telkens 12 stukjes gedesinfecteerd met formaline 4% gedurende resp. 10, 15 en 20 minuten; hetzelfde geschiedde met sublimaat 0.1%. Hierna werden de stukjes eenigen tijd in gesteriliseerd water nagespoeld en met steriel filtreerpapier

afgedroogd. In alle gevallen kwam schimmel uit het weefsel groeien, uitgezonderd bij één petriskaal waar gedurende 20 minuten met formol en bij één waar gedurende 20 minuten met sublimaat ontsmet was.

In de meeste gevallen werd een *Fusarium*-soort geïsoleerd; in een groot aantal gevallen kwamen echter *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz en soms ook *Trichoderma Koningii* Oud. als verontreinigingen mede voor. Verder trad éénmaal verontreiniging door *Penicillium* en tweemaal door *Aspergillus* op.

Van het materiaal, in 1930 verzameld, werd eveneens een aantal isolaties gemaakt. De ontsmetting geschiedde met formol 4% gedurende 10 minuten en verder als boven omschreven. Ook hier werd in de meeste gevallen dezelfde *Fusarium*-soort geïsoleerd; hiernaast traden weer *Trichoderma* (thans minder) en *Penicillium* en *Aspergillus* (thans meer) als verontreinigingen op.

De *Fusarium* werd op mout- en haverhoutagar, aardappelknol, lupinestengel en rijst gekweekt en vormde op de twee eerstgenoemde voedingsbodems een matig luchtmycelium en een paarsroode, later blauwe kleur van den voedingsbodem (deze kleurvormingen schijnen geen constant voorkomend kenmerk te zijn). De conidiën, meest microconidiën (0—1 septen), waartusschen een veel kleiner percentage macroconidiën (3 septen), worden verspreid in het mycelium gevormd; sporodochiën en pionnotes ontbreken. Op rijst vormt de schimmel een roze tot carmijnroode kleur, welke later in violet overgaat. De macroconidiën bezitten een voet en een gekromde topcel, welke in een stompe punt eindigt; eindelingsche en intercalaire chlamydosporen zijn in groote hoeveelheden aanwezig. Van deze schimmel, welke door Dr. H. W. Wollenweber als *Fusarium orthoceras* App. et Wr. werd geïdentificeerd, vindt men een nadere beschrijving bij Sherbakoff (1915), Wollenweber (1916/1930), Reinking en Wollenweber (1927) en Schmidt (1928).

Fusarium orthoceras App. et Wr. is van de geregeld geïsoleerde organismen wel het eenige, dat als parasiet in aanmerking komt. Ook *Trichoderma lignorum* werd vrij geregeld geïsoleerd, doch komt op alle mogelijke bollenmateriaal geregeld voor (zie ook Hoofdstuk II) en moet wel als saprophiet worden beschouwd. Deze schimmel werd voor zoover ons bekend alleen op *Ipomoea*

batatas als parasiet beschreven, (door Cook en Taubenhau s in 1911).

INFECTIEPROEVEN IN DEN VOLLEN GROND EN IN DE KAS

Zoowel met *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass. (uit het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn; in 1914 (?) in het Phythophath. Lab. „Willie Commelin Scholten” uit Narcissen geïsoleerd) als met *Fusarium orthoceras* App. et Wr. (eigen isolatie van Narcis) werden infectieproeven in ongestertiliseerde grond genomen.

Van het nemen van proeven in gesteriliseerde grond of met watercultures werd afgezien wegens de bezwaren daaraan verbonden. Wil men n.l. onder steriele omstandigheden experimenteren, zoo moet men ook de bollen volkomen ontsmetten. Men zou dan echter de bollen zoo sterk moeten desinfecteeren, dat dit de plant zeker zou schaden; nog afgezien van de organismen, welke zich in het binnenste van den bol kunnen bevinden; deze kunnen niet worden gedood zonder ook het vegetatiepunt te beschadigen. Waar dus een werken met steriele bollen niet mogelijk is, zou men kunnen uitgaan van gedesinfecteerd zaad; dit heeft echter het bezwaar, dat het geruimen tijd duurt voordat bollen van eenigen omvang tot ontwikkeling zijn gekomen en men de plantjes gedurende dien tijd voor infecties moet behoeden dus in een afgesloten ruimte moet kweeken. Verder verandert de structuur van den grond door het steriliseeren altijd min of meer; dit moge voor proeven, welke in betrekkelijk korten tijd afloopen geen al te groot bezwaar zijn, voor proeven met deze bolgewassen, welke door hunne periodiciteit bijna een jaar noodig hebben om een ontwikkelingscyclus te doorloopen, schijnt dit minder gewenscht. Bovendien zal in een gesteriliseerde bodem, wanneer hieraan een hoeveelheid schimmel plus voedingsbodem waarop zij groeit, wordt toegevoegd, zich veel gemakkelijker bij infectie één enkele schimmel in groote hoeveelheden op deze voedingsbodem ontwikkelen dan in een ongestertiliseerde bodem, waarin een biologisch evenwicht heerscht.

Bij watercultures houdt men ook het bezwaar van het niet kun-

nen steriliseeren van het uitgangsmateriaal; bovendien komen hierbij het gevaar voor *Penicillium*-infectie in zoo natte omgeving en de moeilijkheden van het kweken van de schimmels in vloeistof.

Daarom werden de proeven genomen met ongedesinfecteerde bollen in ongesteiriliseerde grond; hierbij heeft men wel de nadeelen van mogelijk niet geheel gezond uitgangsmateriaal, het voorkomen van de schimmel in den grond bij de contrôleplanten en het optreden van secundaire infecties, maar anderzijds heeft men zoo de natuurlijke omstandigheden zoo goed mogelijk nagebootst.

De schimmels werden in Erlenmeyer-kolven op rijst gekweekt. Wanneer de rijst geheel was doorgroeid, resp. het, zeer levendig gekleurde stroma overal in de kolf was doorgedrongen, werd de inhoud hiervan zeer fijn verdeeld in de aarde vermengd. Dit mengsel werd gedurende eenige dagen op een vochtige plaats, n.l. in den kelder onder glas bewaard; er vormde zich dan in dien tijd overvloedig luchtmycelium op de aarde. Dit mengsel werd bij het planten in den bodem verwerkt.

De bollen werden in het najaar van 1929 geplant in twee, buiten in den grond ingegraven cementen bakken; gebruikt werden de narcisvariëteiten Sir Watkin, Madame de Graaff, Leedsii en dubbele von Sion, van elke variëteit een 12-tal bollen. Een gedeelte der bollen werd voorzien van prikwonden in schijf en bolschubben, toegebracht met een prepareernaald.

Vanaf begin April tot half Juli 1930 werden planten gerooid, teneinde het verloop van een event. aantasting na te gaan. Bij deze oriënteerende infectieproeven werd met den stam van *F. bulbigenum* nergens met zekerheid eenige aantasting verkregen. De planten ontwikkelden zich geheel normaal, vormden een fraai ontwikkeld loof en wortelstelsel en bloeiden tegelijk met de contrôleplanten.

Slechts éénmaal werd bij een bol van de variëteit Sir Watkin, welke van prikwonden was voorzien, de vorming van bruine vlekken rondom deze wonden waargenomen. Deze bleven echter tot de buitenste bolschub beperkt; het gelukte niet *F. bulbigenum* hieruit terug te isoleeren.

De infecties met den stam van *F. orthoceras* hadden gedeeltelijk succes.

Ten eerste werden begin April 1930 een plant van Madame de Graaff en twee dubbele narcissen van von Sion gerooid, welke door

het achterblijven (de bladeren waren ongeveer half zoo groot als van de andere planten) en een kromming van enkele bladeren opvielen. Deze gekromde bladeren vertoonden aan de concave zijde overlangs een gele verkleuring. Ook de bollen van deze planten bleken aangetast te zijn: een donkerbruine verkleuring verliep vanaf den hals door de bolschubben naar beneden en drong tot in de schijf door. Bij den bol van Mad. de Graaff was het verkleurde deel op dwarse doorsnede een aaneengesloten stuk midden in den bol, ongeveer de helft van het doorsneeoppervlak in beslag nemend; bij de bollen van von Sion waren het meer plaatselijke, los van elkaar gelegen stukken. Het wortelstelsel dezer planten was normaal ontwikkeld.

De overige planten waren wat betreft de bovenaardsche deelen en het wortelstelsel geheel normaal ontwikkeld. Bij een aantal bollen van alle vier de variëteiten waren echter de een à twee buitenste der succulente bolschubben (de verdroogde buitenste dus niet meegerekend) aan den hals over kleinere of grootere afstand bruin verkleurd. (Plaat I, Fig. Nr. 7.) We hebben hier te maken met een eerste begin van aantasting, hetwelk, daar de bolschubben normaal vaak van bovenaf een weinig uitdrogen, gemakkelijk over het hoofd gezien kan worden. De door *F. orthoceras* veroorzaakte aantasting verschilt echter door de chocoladebruine kleur en stopverfachtige consistentie van gewone indroging, waarbij de rokken dun en meer geelbruin worden. Een aantal van deze bollen werd onder verschillende omstandigheden n.l. in den kelder, (temp. 8—10° C; relatieve vochtigheid 98—100%) de laboratoriumzaal (temp. 17—20° C; rel. vocht. 60—85%) en de thermostaat (temp. 23—26° C; rel. vocht. 70—80%) bewaard; het waren echter niet de juiste omstandigheden van vocht en temperatuur waarbij de aantasting verder doorliep.

Een aantal malen werd *F. orthoceras* uit de aangetaste bolschubben teruggeïsoleerd, terwijl bovendien veelvuldig verontreinigingen optraden, hoofdzakelijk door bacteriën, *Penicillium*, *Trichoderma* en een enkele maal *Rhizoctonia*. Uit de gekromde bladeren kon *F. orthoceras* niet worden teruggeïsoleerd; wel werd *Botrytis narcissicola* Klebahn hieruit geïsoleerd, hetgeen echter geenszins als bewijs te beschouwen is, dat deze krommingen ook inderdaad door deze schimmel zouden zijn veroorzaakt; immers *Botrytis*-soorten

treden op kruidachtige plantendeelen vaak als secundaire schimmels op.

De contrôleplanten waren geheel normaal en vertoonden geen van de bovengenoemde verschijnselen. Wel vertoonden zoowel de geïnfecteerde als de contrôleplanten soms enkele bruine vlekjes aan de wortels, zooals dit in het volgend Hoofdstuk nog nader wordt beschreven. Gemakshalve werd dit hierboven niet steeds vermeld.

Verder werden, tegelijkertijd met de bollen van bovenvermelde infectieproeven, een 8-tal *Fusarium*-zieke narcisbollen (materiaal van 1929) geplant in onbesmette niet gesteriliseerde aarde. Twee hiervan waren sterk aangetast, waarschijnlijk van binnen reeds geheel bruin en voelden zacht aan; de overige 6 bollen waren aanmerkelijk minder ziek en voelden nog vrij stevig aan. De twee eerstgenoemde bollen kwamen in het geheel niet meer op; bij het rooien waren ze, mede door de werking van mijten, zoover aangetast, dat ze grootendeels uit elkaar vielen en inwendig zwart en verpoeierd waren. Van de 6 overige bollen kwamen er 5 op; 2 planten bleven klein, doch waren overigens normaal ontwikkeld, 3 vormden echter slechts enkele zeer kleine gedeformeerde blaadjes; bij het rooien waren de bollen van binnen geheel bruin verkleurd en voelden zacht aan.

In 1930/31 werden de proeven herhaald, thans alleen met de geïsoleerde stam van *F. orthoceras*.

De bollen werden half October buiten geplant in groote bloempotten, zooals deze voor palmen worden gebruikt. Eind Januari 1931 werden ze in de verwarmde kas gebracht (temperatuur 10—30° C; gemiddelde dagtemperatuur ca. 20° C.) en hierbij uitwendig gecontrôleerd; een enkele aangetaste bol werd doorgesneden. De bollen werden weer geplant in denzelfden grond, nadat hieraan eerst een nieuwe hoeveelheid schimmel was toegevoegd. Daar een uitwendige inspectie alléén geen zekerheid geeft of de bollen zijn aangetast (deze kan slechts verkregen worden door de buitenste meer of minder vergane rokken te verwijderen of nog beter door de bol overlangs door te snijden) heeft het weinig zin de toestand der bollen bij het overbrengen in de kas uitvoerig te bespreken. Slechts zij vermeld, dat de toestand van 2 bollen, welke werden doorgesneden, de volgende was:

- 1 Narcis Mad. de Graaff; hiervan waren de buitenste rokken bruin verkleurd;
- 1 dubbele Narcis von Sion, met prikwonden; hiervan waren de twee buitenste rokken geheel, de vier daaropvolgende gedeeltelijk d.w.z. aan de binnenzijde, bruin verkleurd, van de prik-wonden uitgaande.

Hieronder volgt thans een opsomming van de resultaten bij het einde van de proef, einde Maart 1931, toen de bollen uit de kas werden geroid en doorgesneden.

- 3 Narcissen Golden Spur, zonder prikwonden.

1 bol is niet, of hoogstens aan den hals iets aangetast; een der bladeren is gekromd.

1 bol is bruin verkleurd aan den hals en bezit kromme bladeren. (Plaat I, Fig. No. 8).

1 bol is bruin verkleurd aan de basis der bolschubben. Deze aantasting blijft vrij oppervlakkig. Ook de schijf is aangetast, deze is week en kan gemakkelijk afgebrokkeld worden; deze bol heeft dan ook slechts weinig wortels ontwikkeld en het loof is in lengte achtergebleven. Aan de schijf is *Penicillium* aanwezig.

- 4 Narcissen Golden Spur, met prikwonden.

Ook deze bollen vertoonden op doorsnede een bruine verkleuring (Plaat I, Fig. No. 8) en kromming van een aantal bladeren. Van een der bollen was ook de schijf reeds geheel aangetast; deze bol bezat geen wortels (meer?) en had slechts een paar kleine blaadjes tot ontwikkeling gebracht.

- 3 Narcissen Mad. de Graaff, waarvan 1 met prikwonden.

Van laatstgenoemden bol waren de rokken vanuit de wonden en aan den hals over een korte afstand bruin verkleurd. Van de beide andere bollen was er één voor ongeveer de helft, de andere over een geringe afstand bruin verkleurd, van den hals beginnend.

- 4 dubbele Narcissen von Sion, waarvan 1 met prikwonden.

Van den verwonden bol zijn de bolschubben vanuit de wonden over eenigen afstand bruin verkleurd en wel vnl. de binnenzijde der rokken. Enkele bladen van deze plant waren gekromd. Bij de andere bollen was geen aantasting waar te nemen.

3 Narcissen Leedsii Mrs. Langtry, waarvan 1 met prikwonden.

Hier was geen aantasting met zekerheid te constateeren.

Omtrent de gekromde bladeren kan worden opgemerkt, dat deze aan de basis aan den concaven kant een zwart, verkurkt randje bezitten. Doordat deze verkurking, welke waarschijnlijk onder invloed van de schimmel ontstaat, blijkbaar reeds vroeg, d.i. gedurende den lengtegroei van het blad, optreedt, kan het blad aan die zijde niet meer groeien en ontstaat de kromming. Door de strekking van het overige bladgedeelte ontstaan dan bovendien *kleine dwarse inscheuringen aan de concave zijde, welke eveneens* door een zwart verkurkt randje worden afgesloten. Door deze inscheuringen wordt een aantal vaatbundels doorbroken, waardoor het blad spoedig over de geheele concave zijde vergeelt. Ook het overige deel van het blad vergeelt meest eerder dan de normale bladeren. Op de bloemstelen vertoonde zich onderaan een aantal *kleine, dwars verloopende, zwarte, verkurkte streepjes*.

In alle gevallen, waar geslaagde infectie plaats vond, werd uit de bolschubben, zoowel als uit de gekromde bladeren *F. orthoceras* teruggeïsoleerd. De contrôleplanten waren normaal en vertoonden genoemde verschijnselen niet. Ook hier bezaten de geïnfecteerde-, zoowel als de contrôleplanten soms zeer enkele bruine vlekjes aan de wortels. (Zie Hoofdstuk II).

Uit bovenstaande proeven blijkt, dat door infectie met den geïsoleerden stam van *F. orthoceras* de verschijnselen van Fusarium-bolrot bij onverwonde Narcissen kunnen worden te voorschijn geropen. Deze aantasting begon bij de onverwonde bollen steeds aan den hals en bij de, met een prepareernaald in schubben en schijf aangeprikte bollen, soms ook aan de schijf. In het algemeen bevorderde de aanwezigheid van prikwonden de aantastingssnelheid, daar de schimmel dan van verschillende zijden tegelijk binnendrong. In verband hiermede zij opgemerkt, dat door ons bij de natuurlijke infecties doorgaans een aantasting vanuit de basis werd waargenomen; slechts zelden begon het rot aan den hals. Men is hierom geneigd aan te nemen, dat deze natuurlijke infectie meestal haar oorsprong zal vinden in verwondingen aan de schijf.

Vergelijken we hiermede de verschillende in de litteratuur gegeven beschrijvingen van Fusarium-bolrot, dan zien we, dat het door M a s s e e beschreven rot, veroorzaakt door *F. bulbigenum*

aan den hals begint. Freeman Weiss schrijft over een „basal-rot” veroorzaakt door een *Fusarium* van de Sectie *Elegans*. Tenslotte vermelden Westerdijk en van Luijk in de Jaarverslagen van het Phytopath. Lab. „Willie Commelin Scholten” zoowel een beginnen aan den hals als aan de schijf, veroorzaakt door *F. bulbigenum* en event. „*F. gemmiperda*” (thans *F. lateritium* Nees var. *fructigenum* (Fr.) Wr. = *Gibberella baccatae* (Wallr.) Sacc. var. *evonymi* (Fuck.) Wr.).

Verder werd als symptoom van de ziekte aan de bovenaardsche deelen het soms optreden van een kromming der bladeren beschreven. Bij geringe aantasting treedt deze niet op; een geringe aantasting aan den hals is overigens moeilijk altijd met zekerheid vast te stellen. Of de genoemde krommingen ook bij de natuurlijke infectie op het veld in denzelfden vorm optreden is ons niet bekend, daar geen ziek materiaal op het veld werd verzameld. In het Jaarverslag over 1913/14 van het Phytopath. Lab. „Willie Commelin Scholten” wordt het voorkomen van geelachtige strepen van den top tot de basis, meestal gepaard gaande met zijdelingsche kromming der bladeren, als symptoom beschreven.

INFECTIEPROEVEN OP NARCISBOLLEN

Zoowel met de geïsoleerde stam van *Fusarium orthoceras* App. et Wr. als met de in het Centraal Bureau voor Schimmelcultures aanwezige stam van *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass. werden infectieproeven op droge narcisbollen uitgevoerd.

De infecties geschieden oorspronkelijk op de volgende wijze. De bollen werden van de buitenste ingedroogde en beschadigde rok(ken) ontdaan; met water en zeep afgewasschen; in formaline 4% gedurende 15 minuten gedesinfecteerd; daarna in leidingwater afgespoeld en tenslotte tusschen steriel filtreerpapier afgedroogd. In de buitenste rokken werd op steriele wijze een oppervlakkige snede gemaakt, zoodat een klepje ontstond. Onder dit klepje werd een hoeveelheid schimmel plus voedingsbodem (rijst) gebracht en het klepje weer zoover mogelijk aangedrukt. Een ander gedeelte van de bollen werd van een aantal prikwonden in de bolschubben, onderaan bij de schijf aangebracht, voorzien, en daarna gedurende 30 minuten geplaatst in een suspensie van conidiën der schimmel

in gesteriliseerd water, zóó dat de wonden onder water waren. Ten slotte werd een deel der bollen, onverwond gelaten, met eenzelfde conidiënsuspensie overgoten. Dit overgieten werd eenige malen herhaald; in de tusschenpoozen bleef de bol met het benedendeel in de suspensie staan. Bij de infecties door middel van conidiënsuspensies werden de bollen gedurende het infecteeren zooveel mogelijk onder een klok geplaatst om verontreiniging zoo goed mogelijk te voorkomen.

De geïnfecteerde bollen mochten niet in een te vochtige omgeving worden bewaard, daar dan, vooral bij de open snijwonden, gemakkelijk verontreinigingen konden optreden. Anderzijds mocht de omgeving ook niet te droog zijn, opdat de *Fusarium* niet onmiddellijk zou indrogen, resp. opdat de conidiën tot kieming zouden overgaan. Derhalve werden de bollen gedeeltelijk bewaard in glasdoozen op vochtig filtreerpapier, gedeeltelijk in opvouwbare kartonnen taartendoosjes, zooals die bij banketbakkers algemeen in gebruik zijn, teneinde na te gaan welke methode de beste resultaten gaf.

Daar op 3 verschillende manieren werd geïnfecteerd en bollen van elk dezer 3 methodes werden geborgen zoowel in glasdoozen als in kartonnen doozen, ontstonden 6 verschillende reeksen. Bollen van elk dezer 6 reeksen werden geplaatst in den kelder (temperatuur 8—10° C., relatieve vochtigheid ¹⁾ 98—100%), in de laboratoriumzaal (temp. 17—20° C., rel. vocht. 60—85%) en in de thermostaat (temp. 23—26° C., rel. vocht. 70—80%) ²⁾. Op deze wijze ontstonden 18 verschillende proeven. Verder moet erop worden gewezen, dat in de glasdoozen de relatieve vochtigheid overal 100% bedroeg; zoowel het glas als de bollen waren met een groot aantal fijne druppeltjes bedekt.

Deze methodes voldeden echter niet. Op de bollen in de glasdoozen trad veelvuldig verontreiniging op, hoofdzakelijk door *Penicillium*, zoodat na verloop van een paar weken alle bollen vanuit de glasdoozen (na zoo goed mogelijk ontsmet te zijn van *Penicillium*) in kartonnen doozen moesten worden overgebracht.

¹⁾ De relatieve vochtigheid werd gemeten met een Polymeter, welke van te voren was geijkt met behulp van een aspiratie-Psychrometer van Asman.

²⁾ In deze thermostaat waren open schalen met steriel water geplaatst om een te droge atmosfeer te vermijden.

In de glasdoozen hadden zich wel in de snijwonden eenig lucht-mycelium en microconidiën gevormd, doch van een indringen van de schimmel was niets waar te nemen; ook van een kiemen der conidiën bij de met een conidiënsuspensie behandelde bollen was geen spoor te bekennen. Bij de in kartonnen doozen opgeborgen narcisbollen was dit al evenmin het geval; bovendien droogden hier in de snijwonden voedingsbodem en schimmel uit. Wel konden nog na verloop van 8 maanden uit dit verdroogde mycelium, zoo-wel als uit de conidiën, welke zich aan de met een conidiënsuspensie overgoten bollen bevonden, *F. bulligenum* en *F. orthoceras* worden opgekweekt (in het laatste geval door een oppervlakkig stukje bolschub uit te leggen). Ook hier hadden dus de conidiën van *F. orthoceras* en ook die van *F. bulbigenum* langen tijd hun kiemkracht behouden.

Nergens kon dus met zekerheid aantasting door de schimmels worden vastgesteld, zoodat naar een andere infectiewijze werd omgezien en wel werd de volgende manier toegepast in navolging van Huber (1930), die een dergelijke methode bij appels gebruikte. De bollen werden op bovengenoemde wijze ontsmet, alleen werd voor meerdere zekerheid na de formaline-desinfectie nagespoeld in steriel water in plaats van in leidingwater. Daarna werd met een kurkboor zijdelings een gat in den bol geboord, ongeveer tot het centrum; in het gat werden schimmel plus voedingsbodem (rijst) gebracht en daarna werden de uitgeboorde schijfjes van de buitenste rokken weer op hun plaats gebracht. Vervolgens werd het gat met paraffine luchtdicht afgesloten. De bollen werden in bovengenoemde kartonnen doosjes geborgen en wederom geplaatst in den kelder, de laboratoriumzaal en de thermostaat. Deze methode voldeed zeer goed, ook traden nu geen verontreinigingen door *Penicillium* of andere schimmels op.

Ditmaal werden alléén infecties uitgevoerd met de geïsoleerde *Fusarium orthoceras* App. et Wr.; bij infectieproeven in den grond bleek de stam van *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass. geenerlei aantasting teweeg te brengen, daarom werd van verdere proeven met deze schimmel afgezien.

De bollen werden op 24 April 1931 geïnfecteerd en 13 dagen later gecontrôleerd door dezelve overlangs door te snijden; de mate van aantasting zal worden aangegeven door te vermelden welk

deel (naar schatting) van het oppervlak der lengtedoorsnede bruin was verkleurd. Gebruikt werden narcissen Mad. de Graaff, Golden Spur, dubbele von Sion en Leedsii Mrs. Langtry. De resultaten vindt men in onderstaande tabel:

Plaats waar de bollen waren opgeborgen.	Narcisvariëteit en aanval.	Deel van het oppervlak der lengtedoorsnede, dat bruin was verkleurd.
GEÏNFECTEERDE BOLLEN		
Thermostaat . . (temp. ca. 24° C. rel. vocht. 40— 60%)	2 Mad. de Graaff 1 Leedsii Mrs. L. 2 dubb. v. Sion 1 Golden Spur	1 geheel — 1 ruim $\frac{3}{4}$. bijna geheel. 1 ruim $\frac{1}{2}$ — 1 ca. $\frac{3}{4}$. nog niet $\frac{1}{2}$.
Laboratoriumzaal (temp. ca. 18° C. rel. vocht. 50— 70%)	2 Mad. de Graaff 1 Leedsii Mrs. L. 2 dubb. v. Sion 1 Golden Spur	1 ca. $\frac{1}{2}$ — 1 ca. $\frac{2}{3}$. ruim $\frac{1}{2}$. weinig (ca. $\frac{1}{2}$ c.M. vanuit boorgat) weinig (eenige m.M. vanuit boorgat)
Kelder (temp. ca. 12° C. rel. vocht. 90— 95%)	2 Mad. de Graaff 1 Leedsii Mrs. L. 2 dubb. v. Sion 1 Golden Spur	1 ca. $\frac{1}{4}$ — 1 weinig (enkele m.M.) zéér weinig beide nog geen of hoogstens allereerste begin van verkleuring. zéér weinig.
CONTROLEBOLLEN		
Thermostaat . . (temp. ca. 24° C. rel. vocht. 40— 60%)	1 Mad. de Graaff 1 Leedsii Mrs. L. 1 dubb. v. Sion	niets niets niets
Laboratoriumzaal (temp. ca. 18° C. rel. vocht. 50— 70%)	1 Mad. de Graaff 1 Golden Spur	niets niets
Kelder (temp. ca. 12° C. rel. vocht. 90— 95%)	1 Leedsii Mrs. L. 1 dubb. v. Sion 1 Golden Spur	niets niets niets

De verkleuring verliep het snelst in beneden- en bovenwaartsche richting, en wel het vlugst langs de binnenzijde van de bolschubben, zooals dit bij de microscopie werd beschreven. Ook in radiale richting liep de verkleuring door, doch aanmerkelijk langzamer. De schijf werd even goed aangetast als de bolschubben. *Fusarium*

Plaats waar de petrishalen waren opgeborgen.	Voedingsbodem en Nummer v. d. petrishaal.	Diam. in m.M. na 3 dagen.	Diam. in m.M. na 7 dagen.	Diam. in m.M. na 10 dagen.
Thermostaat (temp. ca. 24° C. rel. vocht 40—60 %)	Kersagar No. 1.	26	72	90 *)
	" " 2.	26	73	90 *)
	" " 3.	27	72	90 *)
	Moutagar No. 1.	40	90 *)	
	" " 2.	37	90 *)	
	" " 3.	38	90 *)	
Laboratorium- zaal (temp. ca. 18° C. rel. vocht 50—70 %)	Kersagar No. 1.	13	41	66
	" " 2.	11	44	71
	" " 3.	14	43	69
	Moutagar No. 1.	19	58	90 *)
	" " 2.	17	59	90 *)
	" " 3.	18	60	90 *)
Kelder (temp. ca. 12° C. rel. vocht 90—95 %)	Kersagar No. 1.	niets	15	25
	" " 2.	niets	16	27
	" " 3.	begint	17	30
	Moutagar No. 1.	begint	25	43
	" " 2.	begint	25	43
	" " 3.	niets	22	41

*) Heele petrishaal volgegroeid.

orthoceras werd geregeld teruggeïsoleerd. De contrôle-bollen vertoonden geen verkleuring, alleen was het wondoppervlak verdroogd en bruin.

Zooals uit bovenstaande proef blijkt, verloopt de aantasting het snelst in de thermostaat (temp. ca. 24° C.); het langzaamst in den kelder (temp. ca. 12° C.). Dit komt geheel overeen met

de groeisnelheid van de schimmel, welke onder dezelfde omstandigheden werd gemeten door zooveel mogelijk gelijke hoeveelheden mycelium te enten op petrischalen met kers- en moutagar. Deze petrischalen werden dus eveneens in thermostaat, laboratoriumzaal en kelder geplaatst (van elk 3). De tabel op blz. 24 geeft het resultaat van deze proef.

Verder blijkt uit de infectieproeven, dat de gevoeligheid van de verschillende Narcisvariëteiten zeer verschilt; het gevoeligst zijn Mad. de Graaff en Leedsii Mrs. Langtry, het minste dubb. von Sion en Golden Spur; de volgorde is ongeveer als volgt: Madame de Graaff, Leedsii Mrs. Langtry, dubbele von Sion en Golden Spur.

HOOFDSTUK II

HET „VAN-DEN-WORTEL-GAAN” VAN NARCISSEN
(NARCISSUS PSEUDONARCISSUS), VEROORZAAKT
DOOR CYLINDROCARPON RADICICOLA WR. EN
HYACINTHEN (HYACINTHUS ORIENTALIS), VER-
OORZAAKT DOOR FUSARIUM CULMORUM
(W. G. SM.) SACC.

INLEIDING

Zooals in de Inleiding werd vermeld, werd besloten met *Cylindrocarpon radicicola* Wr. infectieproeven te nemen op narcisbollen, daar deze schimmel in de jaren 1913 tot 1915 in het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” te Baarn herhaaldelijk uit de schijf van wortelzieke narcissen werd geïsoleerd. De schimmel werd toen nog onder den naam *Ramularia macrospora* Fres. vermeld. De bedoeling was na te gaan of dit organisme bolrot bij narcissen veroorzaakt.

Infectieproeven in den grond hadden wortelaantasting en geen bolrot ten gevolge, hetgeen het vermoeden door Westerdijk en van Lijk in het Jaarverslag over 1915 van genoemd laboratorium uitgesproken, dat deze schimmel de oorzaak van het wortelziek of z.g. „van-den-wortel-gaan” zou zijn, versterkte. Om dit na te gaan werden de proeven het volgend jaar herhaald en ook hyacinten, waarbij ook „van-den-wortel-gaan” voorkomt, bij het onderzoek betrokken.

De infectieproeven op narcis- en hyacintbollen betreffende eventueel bolrot worden eveneens in dit Hoofdstuk behandeld.

LITTERATUUR-OVERZICHT

Het van-den-wortel-gaan van narcissen is in de praktijk reeds eenige tientallen jaren bekend, doch vraagt gedurende de laatste vijftien jaren, mede door de sterke uitbreiding van de cultuur, meer de aandacht.

De eerste vermelding van de ziekte komt, voor zoover kon worden nagegaan, voor in het Jaarverslag over 1913/14 van het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” te Baarn. In het Jaarverslag over 1915 wordt hierop nog nader ingegaan. Deze onderzoekingen deden vermoeden, dat de ziekte zou worden veroorzaakt door *Cylindrocarpon radicicola* Wr. (*Ramularia macrospora* Fres.). Deze schimmel werd een aantal malen uit het donker gekleurde gedeelte van de schijf geïsoleerd. Infectieproeven gelukten slechts zeer gedeeltelijk, doordat het uitgangsmateriaal, hoewel oogenschijnlijk gezond, blijkbaar reeds ziek was.

Een onderzoek, door het Phytopathologisch Instituut te Wageningen verricht, teneinde na te gaan in hoeverre men met een parasitaire ziekte te doen had, leverde geen positieve resultaten op, weshalve geadviseerd werd, het onderzoek in de richting van chemische bodemanalyse voort te zetten.

Dit onderzoek werd verricht door de toenmalige Bodemkundige Afdeeling van het Rijkslandbouwproefstation. Hierbij werd positief aangetoond, dat de ziekteoorzaak onmogelijk kan liggen in de natuur- en scheikundige samenstelling van den grond en dat men dus in een andere richting zou moeten zoeken, weshalve in 1922 de hulp werd ingeroepen van de Botanische en Bacteriologische Afdeelingen van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, welke Afdeelingen, in samenwerking met den Rijkstuinbouwconsulent te Lisse, een verder onderzoek instelden. Het resultaat dezer gezamenlijke onderzoekingen, gedurende de jaren 1921 tot 1927 verricht, werd in 1927 door Gerretsen, Hissink, Volkersz en Zijlstra gepubliceerd.

De gronden werden onderzocht op koolzure kalk (CaCO_3), organische stof (gloeiverlies), uitwisselbare kalk (kalk in de organische stof) en zuurgraad (pH). Verder werd onderzocht op vochtgehalte, nitrietreactie, reactie op zwavelwaterstof (H_2S) en op ferroverbindingen. Bovendien werd een gedeelte van de grond-

monsters op mechanische samenstelling onderzocht. Het resultaat van deze onderzoeken was geheel negatief: „Een verband tussen het optreden van de ziekte, het zoogenaamde van den wortel gaan, enerzijds en de natuurkundige en scheikundige samenstelling van de onderzochte gronden anderzijds is niet waargenomen”. (l.c. blz. 314).

De uitkomsten van het botanisch onderzoek zullen in de volgende bladzijden bij de betreffende onderwerpen (onder „Ziektebeeld”, „Microscopisch Onderzoek” en „Isolatie van de Schimmels”) worden behandeld.

Verder werden bestrijdingsproeven genomen door ontsmetting van den grond o.a. met: formaline, caporiet (CaOCl_2), carbolineum, chloorwater en zwavelkoolstof (CS_2) en de desinfecteerende waarde van deze stoffen voor bodemdesinfectie nagegaan. Met formaline werden goede resultaten verkregen en een ontsmettingsmethode voor de praktijk werd uitgewerkt.

De Wit (1924) schreef het van-den-wortel-gaan met vrij groote zekerheid toe aan reductieprocessen in den bodem, meer speciaal aan de aanwezigheid van sulfiden. In verband hiermede werd door Gerretsen c.s. de grond op zwavelwaterstof onderzocht. Slechts éénmaal werd een positieve reactie verkregen; het betreffende monster was echter afkomstig van een gezonde plek.

De Wit (1930) blijft bij zijn oorspronkelijke opvatting, hierbij steunend op de volgende feiten. Door hem werd op een groot aantal zieke plekken zwavelwaterstofontwikkeling waargenomen, en niet op gezonde, terwijl verder bij zijn kweekproeven van hyacinthen op water waaraan sulfiden waren toegevoegd, deze planten glazige worteltoppen vertoonden. De typische, nog nader te beschrijven ziektesymptomen (bruine vlekjes, resp. bruine stukjes in den wortel en daarna algeheele desorganisatie van den wortelinhoud) werden echter door hem niet beschreven.

ZIEKTEBEELD

ZIEKTEBEELD TE VELDE.

Het ziektebeeld van de te velde staande narcissen wordt door Gerretsen c.s. als volgt beschreven:

„Op de zieke plekken ziet men vaak reeds bij het begin van „den groei de planten achterblijven, doch in de meeste gevallen „is dit niet sprekend, uitgezonderd wanneer de bollen pas het 2de „jaar worden opgenomen, zooals bij *Narc. poëticus ornatus* vaak „geschiedt. Dan zijn de plekken bij het begin van den groei in het „2de jaar en zelfs reeds bij het opkomen duidelijk waar te nemen.”

„Bij de eenjarige cultures ziet men de ziekte eerst duidelijk naar „voren komen tegen het einde van den groei, in de periode der „grootste verdamping. De planten staan lager en dunner in het „kruid, de toppen der bladeren zijn geel en op de flink zieke plek- „ken zijn vaak de meeste planten reeds afgestorven, terwijl de „gezonde planten nog groen staan, waardoor in die periode de „grens tusschen gezonden en zieken grond vrij scherp naar voren „komt. Haalt men de zieke planten uit den grond, dan blijkt, dat „het wortelstelsel grootendeels is afgestorven. Op doorsnede zijn „de bollen volkomen gezond, terwijl meerdere, overigens gave, „wortels dikwijls bruine plekjes vertoonen.” (Dit laatste wanneer de planten nog slechts weinig ziek zijn; voor de beschrijving der verdere stadia zie: „Macroscopisch ziektebeeld van de plant”.)

Een typisch kenmerk is verder, dat de planten door het geheel of gedeeltelijk ontbreken van gezonde wortels gemakkelijk uit den grond kunnen worden getrokken; vandaar de naam, in de praktijk aan de ziekte gegeven.

Ook oogenschijnlijk gezonde planten kunnen reeds een aantal bruine vlekjes op de overigens gezonde wortels vertoonen. Het was bij het verzamelen van materiaal bij een kweker te Lisse, waar het van-den-wortel-gaan bij narcissen en hyacinthen veel voorkwam, niet mogelijk planten met geheel gave wortels te verzamelen, ook niet van oogenschijnlijk volkomen gezonde plekken.

Het ziektebeeld bij hyacinthen is analoog met dat van narcissen.

Over het voorkomen en de uitbreiding der zieke plekken schrijven bovengenoemde onderzoekers het volgende:

„De ligging der plekken is willekeurig, soms midden in het land, „soms aan den kant, nu eens in de laagte, dan weer op hogere „plaatsen, zoodat men niet den indruk krijgt, dat hiervoor eenige „regel geldt. Wel komen de volgende jaren de bestaande plekken „op dezelfde plaats weer terug en breiden zich geleidelijk uit, in „den regel langzaam, bijv. in één à twee jaar niet verder dan een

„meter, doch soms ook heel snel, waarschijnlijk in verband met „het vast blijven staan van de narcissen, zooals bij *Ornatus*, waarbij „zeer vaak betrekkelijk onbelangrijke plekjes van het eerste jaar „zich in het tweede jaar onrustbarend vergroot hebben.”

„Meermalen is het, vooral in de laatste jaren, voorgekomen, dat „in sommige tuinen de ziekte plotseling in vrij hevige mate optrad „op plaatsen, waar men er vroeger nooit iets van gemerkt had, „ook op gronden die nieuw in cultuur genomen zijn.” (l. c. blz .304).

De veroorzaakte schade bestaat uit een gewichtsafname van de bollen of een veel geringere gewichtstoename dan de normale; deze schade kan bij de hoge handelswaarde van het gewas aanzienlijk zijn, zelfs wanneer slechts betrekkelijk kleine plekken zijn aangestast, terwijl bovendien dergelijke gronden voor verdere loonnende cultuur ongeschikt kunnen worden.

MACROSCOPISCH ZIEKTEBEELD VAN DE PLANT.

Gerretsen c.s. schrijven hieromtrent onder meer het volgende:

„De verschijnselen, zooals ze zich op het veld voordoen, geven „aanleiding tot de veronderstelling, dat het teniet gaan der wortels het primaire is en dat tengevolge daarvan de bladeren verdorven. Het onderzoek leert trouwens ook, dat er noch in de bladeren, noch in den bol bepaalde afwijkingen te vinden zijn, waar „door het afsterven der bladeren zou kunnen worden verklaard.” (l. c. blz. 317).

Verder beschrijven genoemde onderzoekers de ziektesymptomen der wortels als volgt:

„Wat is er met het bloote oog aan de zieke wortels te zien? „Gezonde wortels zijn helder wit. Op slechte plekken in den grond „echter ziet men al vroeg, soms reeds drie weken na het planten „der bollen, dat de worteltoppen een bruine kleur aannemen. Spoedig ziet men ook, op eenigen afstand van den top, het wortel- „lichaam wankleurig, grauwwachtig, worden, terwijl men daar ook „fijne, bruine, hoogstens een paar millimeter lange, overlangs gerichte streepjes op het oppervlak kan ontdekken. Dergelijke kleine „bruine vlekjes komen vaak in wisselend aantal voor midden op den „wortel, dikwijls reeds vrij dicht bij de bolschijf. Zij breiden zich „geleidelijk uit, zoodat de wortel daar ter plaatse geheel bruin

„wordt en juist daar gemakkelijk afknapt bij het uit den grond halen. „Zoo'n afgebroken wortel wekt dan den schijn alsof hij van den „worteltop af is gestorven. Sommige kweekers hadden dit reeds „waargenomen.”

„Een verder gevorderd ziektestadium geeft gedeeltelijk afgestorven wortels te zien; de onderreinden zijn dan dood, de bovenreinden echter meestal nog vrijwel gaaf en normaal van kleur, behoudens een aantal overlangsche gele of bruine streepjes van verschillende afmetingen: meestal ongeveer $\frac{1}{2}$ m.M. breed en 1 tot 10 m.M. lang. Op den, meestal vrij plotseligen overgang van het zieke in het nog gezonde deel, breekt de wortel gemakkelijk af; geen wonder dus, dat de bol, bij een eenigszins gevorderd ziektestadium, gemakkelijk uit den grond kan worden getrokken. Het nog gave worteldeel vertoont op den overgang naar het zieke gedeelte een dikwijls duidelijke opzwellling, waarvan de tint ook niet meer geheel normaal is.”

„De zieke worteldeelen bestaan in een vergevorderd stadium vrijwel alleen nog uit een huidje, gevormd door de opperhuid en de onmiddellijk daaronder gelegen cellaag; daarbinnen bevindt zich het overige wortelweefsel in verganen toestand.”

„Op zeer slechte plekken in de bollen veld en vindt men tenslotte omstreeks het midden van Mei aan de bollen geen enkelen gaven wortel meer, doch slechts nog stompjes, of ledige vliezen, bestaande uit de overgebleven, grauw verkleurde, beide buitenste cellagen.” (l. c. blz. 317/18).

Het is niet noodig aan deze duidelijke beschrijving, welke met onze waarnemingen geheel overeenstemt, veel toe te voegen. Slechts zou nog kunnen worden opgemerkt, dat de kleur van de genoemde streepjes, wanneer deze nog klein zijn, meest okergeel tot geelbruin is en naarmate ze zich uitbreiden donkerder wordt. Wanneer de plekjes zich over een groot deel of de geheele worteldoorsnede hebben uitgebreid zijn ze meestal donker-chocoladebruin tot zwartbruin van kleur.

Tenslotte zij er nog op gewezen, dat volgens de mededeelingen in de Jaarverslagen over 1913/14 en 1915 van het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” ook de schijf van de bollen wordt aangetast: „....dikwijls was ook de bolschijf in meerdere of mindere mate bruin verkleurd”. Ook werd *Cylindro-*

carpon radicola Wr (*Ramularia macrospora* Fres.) een aantal malen uit deze donker gekleurde deelen geïsoleerd en werd door infectie hiermede een zieke schijf verkregen.

Volgens Gerretsen c.s. is de bol geheel normaal. (Zie boven). De schimmel schijnt niettemin volgens hen soms iets in de schijf te kunnen doordringen; zij vermelden hieromtrent het volgende: „Wanneer de wortel eindelijk geheel vernietigd is, vindt men „de schimmel nog over een korten afstand in de bolschijf gedrongen, „waar zij plotseling eindigt in de nabijheid van een wondperiderm.” De schimmel blijft hier dus in de allerbuitenste lagen van de schijf.

Door ons kon de schimmel niet in de schijf worden waargenomen; hierbij dient echter te worden opgemerkt, dat het onderzochte materiaal gedurende één seizoen werd verzameld uitsluitend van dezelfde kweekkerij waar door Gerretsen c.s. proefvelden werden aangelegd.

MICROSCOPISCH ONDERZOEK

Met de beschrijving van de microscopie der zieke narcissen kunnen we Gerretsen c.s. geheel volgen, onze waarnemingen komen hiermede grootendeels overeen. De hierbij te geven afbeeldingen hebben alle betrekking op door eigen infectie verkregen zieke planten (behalve Fig. No. 8) waaruit tevens blijkt, dat de kunstmatig geïnfecteerde planten geheel het natuurlijke ziektebeeld vertoonen.

Omtrent de microscopie van de zieke worteltoppen schrijven genoemde onderzoekers het volgende:

„Men vindt dan (n.l. eenige weken na het planten) wortels van „een paar c.M. lengte, met bruinen top, terwijl het wortellichaam „hier en daar wankleurige, grauwwachtige tot bruinachtige plekken „vertoont, hoewel de geheele wortel er overigens nog geheel gaaf „uitziet. Gaat men dan den top microscopisch onderzoeken in „dwarze en overlangsche doorsneden, dan ziet men, dat de celkernen van calyptra, epidermis en schors geelbruin getint zijn. In „het centrum van den worteltop, den lateren centralen cylinder, zijn „de kernen echter nauwelijks geelachtig. De kleur der kernen „is het donkerst in de calyptra- en epidermiscellen en neemt geleidelijk af naar het centrum van den wortel toe. De celwanden zowel als het protoplasma zijn ongekleurd. Behalve de kernver-

„kleuring was er echter in de toppen niets bijzonders te vinden.” (l. c. blz. 318).

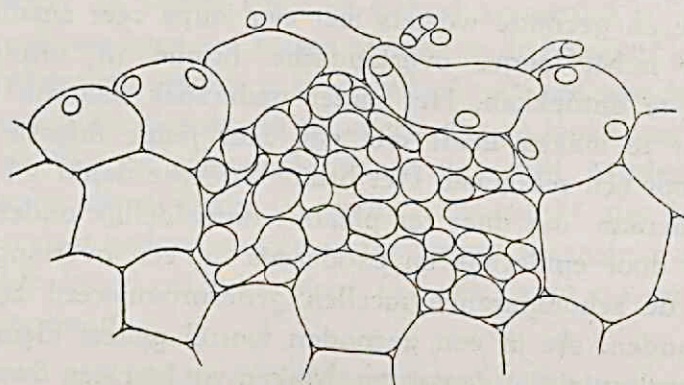
Na een uitvoerige beschrijving te hebben gegeven van een normale gezonde narciswortel gaan genoemde auteurs over tot de beschrijving van de microscopie der vlekjes:

„Het blijkt dan niet moeilijk te zijn, op vele, schijnbaar nog geheel gave en gezonde wortels met een loupe zeer smalle, slechts een paar m.M. lange, overlangsche bruine of oranjekleurige streepjes te ontdekken. Het nader onderzoek daarvan leert, dat men daar te maken heeft met een zeer jonge infectie van den wortel door een schimmel. Het bruine streepje dankt n.l. zijn oorsprong hieraan, dat daar ter plaatse, onmiddellijk onder de laag, gevormd door epidermis en exodermis, in een overlangs gericht strookje de schorsparenchymcellen gedesorganiseerd zijn en dat de celwanden, die in een gezonden wortel geheel kleurloos zijn, geel of geelbruin zijn geworden. Maken we hier een dwarse doorsnede door den wortel, tevens dwars door het gele streepje... In het buitenste schorsparenchym zien we een rond plekje geel gekleurd weefsel, onmiddellijk onder de exodermis gelegen en omgeven door een kring van sterk vergroote, kleurlooze schorsparenchymcellen, welke zich door dunne wanden in 2 tot 5 dochtercellen hebben verdeeld. De deelingswanden staan alle ongeveer loodrecht op den straal van het ronde gele plekje. In dezen ring van gedeelde schorsparenchymcellen hebben wij een wondkurkweefsel (wondperiderm) te zien...”

„In het geel gekleurde weefsel treffen we steeds een schimmel aan.”

„Maken we dwarse doorsneden door bredere en langere strepen, die soms een weinig in het wortellichaam zijn ingezonken, of waar het wortellichaam tenminste een afplatting vertoont... Het geelbruine weefsel is uitgebreider, zoowel in de diepte, als in de breedte, maar wordt ook hier omgeven door een kring van vergroote en gedeelde, kleurlooze schorsparenchymcellen en daardoor duidelijk van het aangrenzende, gewone schorsparenchym afgegrensd. Veelal zijn de epidermis en de exodermis nog geheel gaaf en ziet men slechts in enkele cellen daarvan schimmelhyphen, of ook wel eens sporen. De epidermiscellen zijn gewoonlijk geheel vrij van schimmelhyphen, evenals de lange exodermiscellen.

„In de korte exodermiscellen evenwel treft men vaak buitengewoon „duidelijke en krachtige hyphen aan; deze cellen d.w.z. voor zoo- „ver ze boven een bruin streepje liggen, zijn dikwijls geheel vol- „gepropt met hyphen (Fig. No. 5); soms kan men er ook sporen „in vinden.”



Figuur 5

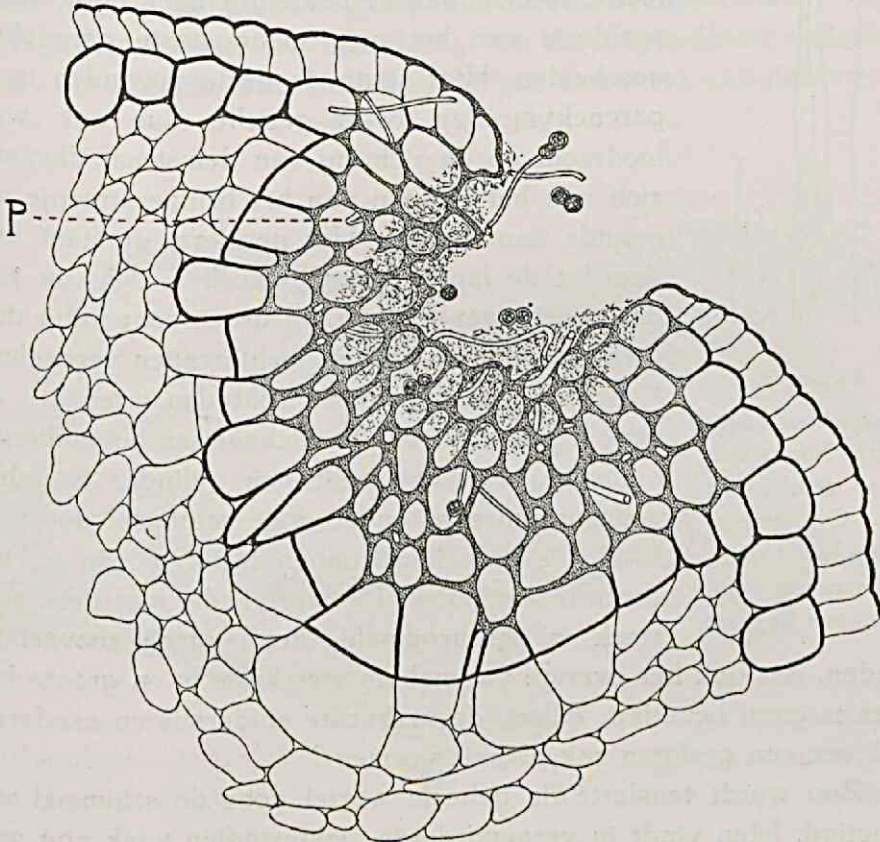
Dwarsdoorsnede wortelontrek van *Narcis von Sion*,
geïnfecteerd met *Cylindrocarpon radicicola*. 500 $\times$
Exodermiscel gevuld met mycelium.

„In sommige gevallen ziet men, dat het gele wortelstreepje open „is, en dus feitelijk een spleetje in het wortellichaam vormt.” (Fig. No. 6).

„Dergelijke doorsneden (n.l. longitudinale) leeren, dat de schim- „mel zich in de lengterichting sterker uitbreidt, dan in dwarse „richting, hetgeen waarschijnlijk het gevolg zal zijn van de aan- „wezigheid van groote, evenwijdig aan de wortels verloopende in- „tercellulaire ruimten tusschen de schorsparenchymcellen, in tegen- „stelling met de uiterst kleine en schaarsche intercellularen in dwar- „se richting. Veelal toch kan men de eerstgenoemde intercel- „lulaire ruimten opgevuld zien met schimmelhyphen.”

Fig. No. 7 geeft eenige schorsparenchymcellen weer bij de grens van het gedesorganiseerde, slappe en het nog harde gedeelte van een wortel. Behalve door de aanwezigheid van intercellularen kan de schimmel zich door den langgerekten vorm van de parenchymcel- len ook in de cellen veel sneller in longitudinale dan in dwarse richting uitbreiden. Bij het doorboren van den celwand versmalt de hyphe zich waarschijnlijk haarvormig en dringt dan waarschijn-

lijk door een plasmodesme-opening. Soms wordt dit doorboren voorafgegaan en gevolgd door het afsnoeren van een korte bolvormige cel. Een enkele maal vormt de celwand een conische protu-



Figuur 6

Dwarsdoorsnede door wortel van *Narcis Leedsii*, geïnfecteerd met *Cylindrocarpon radicicola*, 200 $\times$

De gestippelde celwanden zijn geelbruin van kleur en opgezwollen; ze kleuren zich rood met Soedan III. Deze zijn op de juiste dikteverhouding geteekend.

De met een dikke lijn aangegeven celwanden zijn onverdikt en kleurloos, doch kleuren zich eveneens rood met Soedan III. Ze zijn in verhouding tot de andere celwanden te dik geteekend.

berans (p. Fig. No. 6) om de doorgedrongen hyphe. Een nadere beschrijving en bibliographie over dergelijke vormen vindt men bij v. d. Meer (1925). Ook Foex en Rosella (1930) beschrijven zulke protuberansvormingen.



Figuur 7

Lengtedoorsnede
wortel Narcis von
Sion, geïnfecteerd
met *Cylindrocarp-*
pon radicicola.
Schorsparenchym-
cellen met hyphen.

Genoemde onderzoekers vervolgen hun beschrijving als volgt:

„Evenals in dwarse doorsneden, zien we ook „in de overlangsche het met de schimmel geïnfecteerde weefsel aan de beide uiteinden door wondperiderm van het nog onaangetaste parenchym gescheiden. Hier staan de deelingswanden in de parenchymcellen dwars gericht, dus ook weer loodrecht op de richting van den straal, dien men zich van het midden van het bruine streepje uitgaande kan denken. Het periderm ontstaat hier, doordat de lange parenchymcellen zich, nu zonder voorafgaanden sterken groei, eenvoudig door dwarswanden in eenige dochtercellen verdeelen.”

„Een nog verder voortgeschreden infectie... De een helft van het wortellichaam en bovendien de omgeving van den centralen cylinder is geheel gedesorganiseerd en door de schimmel doorwoerd, die ook doordrongen bleek te zijn in den centralen cylinder. De wortel, die aan deze zijde sterk is geschrompeld, heeft reeds zooveel geleden, dat ook het overige parenchym stervende is en groote holten is gaan bevatten. Alleen de verkurkte epidermis en exodermis blijven een gesloten zak of buis vormen.”

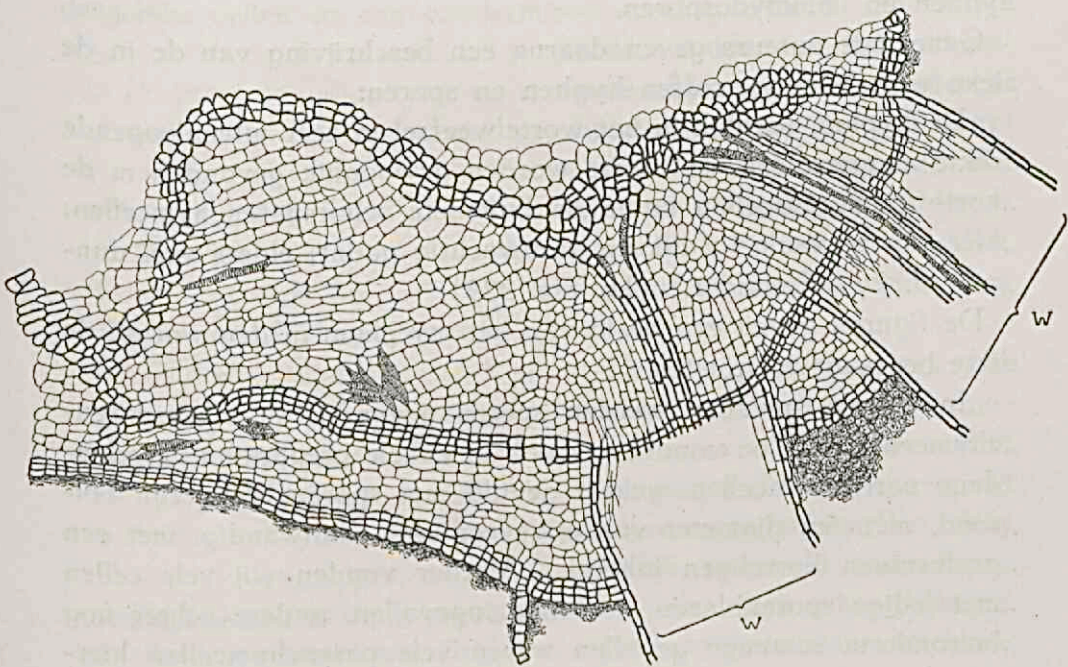
„Zoo wordt tenslotte de geheele wortel door de schimmel vernietigd. Men vindt in vergevorderde ziektestadiën vaak nog wortels, waarvan alleen nog het basale gedeelte van een paar c.M. lengte in gezonden toestand verkeert; terwijl dit gezonde deel dan vrij plotseling overgaat in een totaal uitgeteerd gedeelte, slechts bestaande uit een gedesorganiseerde massa, ingesloten in de overblijfselen van de epidermis en exodermis. Op den overgang van het gezonde en zieke deel vindt men dan in het inwendige van den wortel veel schimmelhyphen, die in het gezonde deel doordringen tot aan de laag wondperiderm, waarmee ook dan nog door de narcis beproefd wordt, het nog onaangetaste weefsel af te sluiten.”

„Wanneer de wortel eindelijk geheel vernietigd is, vindt men de schimmel nog over een korten afstand in de bolschijf door-

„gedrongen, waar zij plotseling eindigt, in de nabijheid van een „wondperiderm.”

„Al zijn dus tenslotte ook alle wortels bij het rooien verdwenen, „is het niet uitgesloten, dat de schimmel bij het weer uitpoten van „den bol, op de nieuwe groeiplaats wordt overgebracht.”

Fig. No. 8 geeft een afbeelding van de longitudinale doorsnede van een gedeelte van de schijf van een zeer sterk van-den-wortel-



Figuur 8

Lengtedoorsnede door den rand van de schijf van een van-den-wortel-gegene Narcis met twee wortelresten (w) waarin myceliumdraden. 30 $\times$
Kurkweefsel met dikke lijnen aangegeven.

gegene narcis met de resten van twee bijna geheel vergane wortels. Van de bovenste zuiver radiaal getroffen wortel zijn nog slechts de exodermis (en zeer sporadische resten van den epidermis) en een stukje van den centralen cylinder over. Ook de epidermis, waarvan de dunne primaire wand (welke slechts aan de buitenzijde secundair verdikt is) niet of hoogstens zeer zwak verkurkt is, verdwijnt dus tenslotte vrijwel geheel. Verder ziet men op deze figuur drie achtereenvolgende kurklagen; de buitenste hiervan is

door de wortels doorbroken en bestond dus reeds voordat deze waren uitgegroeid, de andere kurklagen hebben zich hierna gevormd. Ook normaal worden in de schijf steeds zulke kurklagen gevormd en het zich daarbuiten bevindende oude weefsel afgestooten. Buiten de buitenste kurklaag vindt men nog resten van zulk afgestooten weefsel. Gerretsen c.s. spreken dan ook ten onrechte van een wond periderm.

In de wortelresten en in de resten afgestooten weefsel vindt men hyphen en chlamydosporen.

Genoemde auteurs geven daarna een beschrijving van de in de zieke wortels aangetroffen hyphen en sporen:

„De hyphen worden in het wortelweefsel in zeer uiteenlopende „dikte aangetroffen; de dikste worden gewoonlijk gevonden in de „korte exodermiscellen en in de buitenste schorsparenchymcellen; „hier zijn ze vaak $4\ \mu$ dik en grauwwachtig getint; elders veel dunner nl. $2\ \mu$ of minder.” (l.c. blz. 323).

De figuren geven een beeld van het mycelium in den wortel; de dikte bedraagt $2,5$ tot $5\ \mu$.

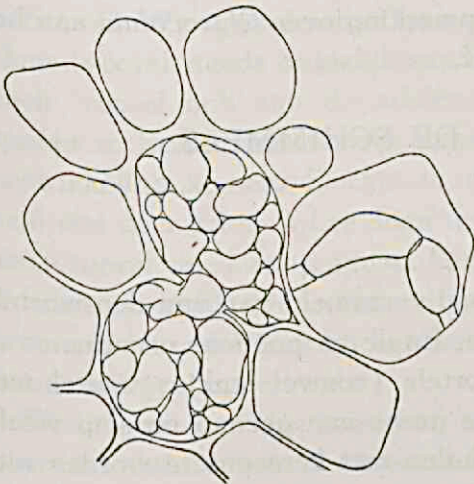
„In enkele gevallen werden sporen gevonden in schorsparenchymcellen; ... Zoo vonden we ook in enkele preparaten verscheidene parenchymcellen, geheel gevuld met sporen; deze zijn bolrond, met een diameter van ongeveer $15\ \mu$, dunwandig, met een geelbruinen korreligen inhoud... Verder vonden wij vele cellen met ledige sporenblazen, sommige ingevallen, andere echter nog bolrond; in sommige gevallen waren vele parenchymcellen hiermee volgepropt...”

De afbeeldingen die Gerretsen c.s. van de „sporen” en „ledige sporenblazen” geven zijn onvoldoende om deze te kunnen identificeeren. Het kwam ons reeds direct zeer waarschijnlijk voor, dat met de „sporen” bedoeld werden chlamydosporen van *Cylindrocarpon radicola* Wr., welke door ons geregeld in de narciswortels werden aangetroffen (Fig. No. 6). Wij verkregen hieromtrent zekerheid, doordat Dr. Zijlstra zoo goed was ons zijn origineele preparaten toe te zenden.

Deze chlamydosporen van *Cylindrocarpon radicola* Wr. hebben een grootte van 10 tot $16\ \mu$, een wanddikte van 1 à $1,5\ \mu$, een geelbruine tot bruine kleur en bevatten een aantal druppels of vacuolen.

De beschrijving, welke Gerretsen c.s. van deze chlamydosporen geven is niet geheel juist: de inhoud is niet zoozeer „korrelig”, dan wel een aantal druppels of blaasjes bevattend, terwijl ook niet van „dunwandig” gesproken kan worden; de chlamydosporen hebben integendeel een dikken wand.

Wat betreft de „ledige sporenblazen” kan worden opgemerkt, dat genoemde auteurs hier misschien te doen hebben gehad met opgezwollen korte myceliumcellen. Fig. No. 5 geeft een beeld van dergelijke cellen in een exodermiscel en Fig. No. 9 van eenige



Figuur 9

Dwarsdoorsnede door wortel van *Narcis von Sion*, geïnfecteerd met *Cylindrocarpon radicola*. 500 $\times$
Schorsparenchymcellen met mycelium gevuld.

cellen midden uit het schorsparenchym, welke met dergelijke myceliumcellen zijn opgevuld. Ook is het mogelijk, dat zij met doorgesneden chlamydosporen te doen hadden, waaruit de inhoud verdwenen was.

Daarna geven zij een beschrijving van het eerste binnendringen van de schimmel in den wortel. Dit geschiedt via de korte exodermiscellen; deze worden opgevuld met mycelium, dat zich van daar uit straalsgewijs in den wortel uitbreidt.

Wat betreft de aantasting bij hyacinthwortels schrijven zij

het volgende:

„Geheel analoge verschijnselen doen zich hier, blijkens door ons ingesteld onderzoek voor; alleen met dit verschil, dat het wondperiderm dikwijls ontbreekt. Het is alsof de *Hyacinth* nog minder „bestemd is tegen deze infectie dan de *Narcis*, en daardoor zoo „snel door de hyphen wordt doorwoerd en gedesorganiseerd, dat „de plant dikwijls geen gelegenheid heeft een poging te doen tot „afsluiting van het aangetaste weefsel.”

Hierbij kan nog worden opgemerkt, dat bij hyacinthen werd waargenomen het voorkomen van een sterk lichtbrekende waar-

schijnlijk hars- of gomachtige vloeistof in de intercellulaire ruimten. Waar deze ruimten niet geheel door de vloeistof worden opgevuld trekt deze zich in de hoeken hiervan terug. In het aangestaste weefsel bevonden zich mycelium en chlamydosporen. Het mycelium was $1\frac{1}{2}$ — $3\ \mu$ dik; de kleurloze tot zeer lichtgele chlamydosporen ca. 8 — $12\ \mu$ groot met een dunne wand ($0,5$ — $1\ \mu$).

Tenslotte moet nog worden opgemerkt, dat het natuurlijk niet met zekerheid is na te gaan, of al het beschreven mycelium uitsluitend behoorde aan *Cylindrocarpon radicola* Wr. resp. *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. (Zie onder). In verband hiermede zij nog verwezen naar de opmerking over *Rhizoctonia* aan het einde van de volgende paragraaf.

ISOLATIE VAN DE SCHIMMELS

VAN NARCISSEN.

Te Lisse werd in 1930 materiaal verzameld van van-den-wortelgegame narcissen bicolor Victoria, Eagle en poëticus ornatus.

De stukjes der aangetaste wortels (zoowel stukjes wortel met bruine streepjes als stukjes bij de grens van gezond en slap weefsel) werden, alvorens op petriscalen met kersagar te worden uitgelegd, als volgt gedesinfecteerd.

De stukjes werden eerst eenige uren in leidingwater onder de kraan gespoeld en daarna gedurende 10 minuten in steriel water (dat eenige malen werd ververscht) gewasschen. Een gedeelte der stukjes werd hierna uitgelegd. Vier andere gedeelten werden daarna eerst nog gedurende resp. 3 en 5 minuten in formaline 4% en resp. 3 en 5 minuten in sublimaat 0,1% ontsmet en hierna even in steriel water nagespoeld om de formaline resp. de sublimaat uit te trekken. Alle stukjes werden voor het uitleggen tusschen steriel filtreerpapier afgedroogd.

De desinfectie alleen met water voldeed in zooverre goed, dat de schimmel reeds spoedig uit den wortel groeide en meest reeds binnen een week was te herkennen. Aan den anderen kant waren hierbij echter de petriscalen veelal verontreinigd vnl. door bacteriën en door *Trichoderma*. Naast deze verontreinigingen trad soms veel *Rhizoctonia* op, hoewel deze schimmel gewoonlijk geheel

ontbrak. Verder kwamen *Penicillium*-, *Fusarium*- en *Alternaria*- (of verwante) soorten voor. Ook werd een aantal malen een schimmel geïsoleerd, welke zeer kleine kogelronde sclerotiën voortbracht. De sclerotiën van deze schimmel werden een aantal malen gevonden op buitenste doode narcisrokken; de grootte was dan hoogstens $\frac{1}{3}$ m.M. In cultuur werden de sclerotiën iets groter, nl. tot ca. $\frac{1}{2}$ m.M., de schimmel vertoonde dan zeer groote uiterlijke overeenkomst met *Sclerotium cepivorum* Berk. doch was niet pathogeen op uien. De schimmel werd niet nader bestudeerd.

In verreweg de meeste gevallen werd echter *Cylindrocarpon radicola* Wr. geïsoleerd. Deze schimmel is aan de donkerbruine kleur (vooral steeds duidelijk aan de onderzijde van de petrischaal), doch vooral ook aan de zelden ontbrekende massa's chlamydosporen te herkennen, terwijl soms ook reeds spoedig conidiën tot ontwikkeling komen. Slechts in dit geval heeft men volle zekerheid met deze schimmel te doen te hebben, de chlamydosporen kunnen, vooral in hun jeugd stadium, met *Fusarium*-chlamydosporen worden verward. De schimmel groeit zeer langzaam, vandaar de groote hinder, die men bij het isoleeren door het optreden van verontreinigingen ondervindt.

Desinfectie met formaline of sublimaat hebben weliswaar het voordeel, dat het aantal verontreinigingen door bacteriën en saprophytische schimmels wat vermindert, doch anderzijds wordt reeds spoedig ook het zich in de wortels bevindende mycelium gedood, zoodat bij voorbeeld bij een desinfectie van 5 minuten met formaline 4% of sublimaat 0,1% de schimmel niet meer te voorschijn komt. Bovendien is een dergelijke ontsmetting volkomen ontoereikend om alle verontreiniging tegen te gaan.

Daarom werd voor het isoleeren meest alleen met water ontsmet. Bij terug isoleeren na een infectieproef schijnt deze methode echter minder gewenscht. In dit geval n.l., waarbij men een bepaalde schimmel in groote hoeveelheden in den grond heeft gebracht en deze dus gemakkelijk buiten op of zelfs in de wortels kan voorkomen, vooral bij verwondingen, zooals die bij het vandenwortel-gaan voorkomen, zal men bij gebruikmaking van deze methode veelal de in den grond gebrachte schimmel isoleeren, ook al heeft deze de ziekteverschijnselen niet veroorzaakt. Teneinde dit, althans zooveel mogelijk, te voorkomen, werd bij het terugisoleeren

meestal gedurende tien minuten in formol 2% gedesinfecteerd (daar formol 4% te snel doodelijk werkt), waarbij echter moet worden opgemerkt, dat dit geenszins altijd afdoende was.

Zoowel uit de wortels van narcissen bicolor Victoria, Eagle als poëticus ornatus werd *Cylindrocarpon radicola* Wr. vele malen geïsoleerd.

Zoals uit het bovenstaande blijkt was *C. radicola* de eenige constant geïsoleerde schimmel, die als veroorzaker der ziekte in aanmerking kwam. Naast een aantal incidenteel optredende schimmels kwam alleen *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. vrij geregeld voor (een enkele maal ook *Trichoderma Koningii* Oud.). Deze organismen zijn voor zoover ons bekend slechts éénmaal als parasitisch op *Ipomoea batatas* beschreven door Cook en Taubenhuis (1911). Het feit, dat deze schimmels uit allerlei soorten materiaal geregeld geïsoleerd werden (zie Hoofdstuk I) wijst er verder op, dat we hier waarschijnlijk met op bolgewassen algemeen verbreide saprophieten te doen hebben.

Een beschrijving van *Cylindrocarpon radicola* Wr. geeft Wollenweber (1928 en 1931).

VAN HYACINTHEN.

Tegelijk met het narcissenmateriaal werd materiaal verzameld van van-den-wortel-gegane hyacinten Gertrude.

Op dezelfde wijze als bij de narcissen werd een aantal wortelstukjes voor isolatie uitgelegd; uit bijna alle stukjes werd *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. geïsoleerd. Ook hier traden de gewone verontreinigingen op door bacteriën en door *Trichoderma*, *Penicillium* en *Rhizoctonia* species enz. Dat hier *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. zeer vaak kon worden geïsoleerd moet wel worden toegeschreven aan den snellen groei van deze schimmel, welke een overvloedig roze, later meer okerkleurig mycelium vormt, dat snel over de petrishaal heengroeit. Ook deze schimmel maakt chlamydosporen, welke wat kleiner zijn dan die van *C. radicola* en tevens lichter van kleur en dunner van wand zijn. De schimmel maakt echter meestal ook reeds spoedig overvloedig conidiën.

Ook hier trad *Rhizoctonia* bij isolatie van sommige planten vrij geregeld, bij andere echter in het geheel niet op. In dit verband

zij gewezen op het feit, dat sommige onderzoekers het periodiek voorkomen van mycorrhiza in narcis- en hyacinthwortels aannemen. (Draheim (1929) en aldaar aangehaalde litteratuur).

De determinatie van bovengenoemde schimmel als *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. werd door Dr. Wollenweber gecontrôleerd. Een nadere beschrijving van dit organisme vindt men bij Sherbakoff (1915), Wollenweber (1931) en Schmidt (1928).

INFECTIEPROEVEN IN DEN VOLLEN GROND EN IN DE KAS

Zooals in de Inleiding van dit Hoofdstuk vermeld, werden in 1929/30 oriënteerend infectieproeven in den vollen grond gedaan op narcissen met *Cylindrocarpon radicola* Wr., en wel met een stam in het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn aanwezig en indertijd door Wollenweber van Phytophthora-zieke aardappelen geïsoleerd. Er werden geen proeven genomen in gesteriliseerde grond of met watercultures wegens de hieraan verbonden bezwaren (zie Hoofdstuk I).

Bollen van de variëteiten Leedsii (15 stuks), dubbele von Sion (10 stuks) en Madame de Graaff (5 stuks) werden geplant in groote bloempotten, zooals deze voor palmen worden gebruikt. Tegelijk met het planten werd de met *Cylindrocarpon radicola* Wr. geïnfecteerde aarde toegevoegd, een en ander op de in Hoofdstuk I beschreven wijze. De potten werden buiten in den grond ingegraven. Het planten geschiedde op 9 December 1929, de eerste bollen werden gerooid op 31 Maart, de laatsten op 10 Juli 1930.

Hierbij bleek, dat de bollen niet, doch de wortels wel waren aangetast. Het wortelstelsel vertoonde verschillende graden van van-den-wortel-gaan vanaf het voorkomen van een aantal bruine streepjes en vlekken op de overigens witte wortels (dit stadium zal als „weinig ziek” worden aangeduid), tot het stadium, waarop naast een aantal witte, geheel gave of slechts van enkele vlekjes voorziene wortels, een groot aantal wortels voorkomt, welke, halverwege aangetast zijnde, het apicale einde verloren hebben. Deze wortels eindigen dan plotseling met een bruin uiteinde of bezitten bovendien nog een slap eind wortelrest. Zoo'n wortel-

stelsel geeft dus den indruk van kort en met bruine uiteinden (enkele wortels bovendien nog met slappe einden) en hiertusschen eenige lange goed ontwikkelde wortels. Dit stadium zal met „middelmatig ziek” worden aangeduid. Verder ziet men hierbij, dat de bovenaardsche deelen van een dergelijke plant volkomen normaal en goed ontwikkeld zijn; de geheele plant is soms alleen iets gedrongener dan de contrôleplanten. Dit wordt door Gerretsen c.s. ook als een der kenmerken van de ziekte genoemd; in dit geval kunnen echter ook andere factoren als verschil in standplaats invloed hebben gehad; het aantal proefplanten was te klein om hieromtrent met zekerheid een uitspraak te doen.

Verder werd waargenomen, dat de planten, welke voor einde April gerooid werden allen de ziekteverschijnselen in meerdere of mindere mate vertoonden. Van de rest der planten, welke op 10 Juli gerooid werd, waren de narcissen Leedsii en Mad. de Graaff weinig, de dubbele narcissen von Sion echter allen sterker aangetast. Dit kan wellicht worden toegeschreven aan het volgende. De schimmel, welke een tijdlang op haar oude voedingsbodem (rijst) kon teren, moest zich daarna echter saprophytisch in den bodem gaan voeden en de grond te Baarn (gebruikt werd een mengsel van tuinaarde en zand) is weinig humusrijk, zoodat herhaaldelijk daar, waar infectieproeven in den bodem geschieden, de schimmels op den duur „vanzelf” uit den grond verdwenen, resp. zich hierin niet konden in stand houden. Hierdoor is het begrijpelijk, dat waar de plant op de ziekte reageert met het maken van nieuwe wortels (zie onder) en deze dan niet meer worden aangetast, het wortelstelsel in een later stadium een minder zieke indruk maakt. Dat de narcissen von Sion tot het einde wel duidelijk waren aangetast zou dan op een grootere gevoeligheid van deze variëteit wijzen (zie onder).

Een aantasting van schijf of bolschubben werd nergens waargenomen, ook niet bij die bollen, waarvan deze organen door prikwonden met een prepareernaald waren beschadigd.

Verder kan worden opgemerkt, dat aan het einde der vegetatieperiode, door het natuurlijk afsterven der wortels, de beelden minder duidelijk werden; weliswaar hebben normaal afgestorven wortels oorspronkelijk een eenigszins ander uiterlijk dan wortels, welke door *C. radicola* tot afsterven worden gebracht, doch het alge-

meene beeld wordt hierdoor toch zeer vertroebeld. De wortels, welke normaal afsterven, worden meer in hun geheel slap, welk slap worden van den top af begint en schijnbaar snel voortschrijdt, althans men vindt slechts zelden wortels, die aan den top reeds slap en aan de basis nog geheel turgescient zijn. Er is hier in elk geval géén scherpe overgang tusschen slap en turgescient weefsel, zooals dit bij het van-den-wortel-gaan zoo typisch voorkomt. Zijn de wortels echter geheel slap geworden, dan is er uiterlijk met door het van-den-wortel-gaan slap geworden wortels geen verschil meer te zien.

Uit de zieke wortels, zoowel van de narcissen Leedsii, Mad. de Graaff, als dubbele von Sion werd *Cylindrocarpon radicola* Wr. teruggeïsoleerd.

De contrôleplanten bezaten allen een goed ontwikkeld wortelstelsel van lange witte wortels, hoewel ook hier, zooals te verwachten was, soms wel enkele bruine streepjes op de wortels voorkwamen. Het gelukte niet hieruit *Cylindrocarpon radicola* Wr. te isoleeren. Hetzelfde deed zich voor bij de wortels der met *Fusarium bulbigenum* Cke et Mass. en *Fusarium orthoceras* App. et Wr. geïnfecteerde planten. Het gelukte hier in beide gevallen éénmaal *Cylindrocarpon radicola* Wr. uit zieke plekjes te isoleeren; hoewel hier dus een overmaat *Fusarium* in den grond voorkwam, veroorzaakte deze niet de streepjes op de wortels, dit geschiedde door *Cylindrocarpon radicola* Wr.

Wat de oorzaak was, dat ook de niet geïnfecteerde planten niet geheel vrij waren van de ziektesymptomen, het voorkomen van *C. radicola* (en dan waarschijnlijk in den vorm van mycelium en chlamydosporen) aan de schijf van enkele bollen of het voorkomen van deze schimmel in den grond, werd niet uitgemaakt.

In 1930/31 werden deze proeven herhaald; thans werd voor infectie gebruik gemaakt van een eigen isolatie van *Cylindrocarpon radicola* Wr. van van-den-wortel-gegane narcissen en werden ook proeven genomen met *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., geïsoleerd van van-den-wortel-gegane hyacinthen. Ook werden kruisinfecties uitgevoerd. Verder werd nog een infectieproef genomen met een door Drs. W. F. van Hell (die tegelijkertijd aan het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Schol-

ten" te Baarn werkte over lelieziekten) van lelies (*Lilium speciosum roseum*) geïsoleerde stam van *Cylindrocarpon radicola* Wr.

De bollen werden buiten in groote bloempotten geplant; in het vroege voorjaar in de verwarmde kas gebracht (temperatuur 10—30° C., gemiddelde dagtemperatuur ca. 20° C.) en hierbij werden de wortels gecontrôleerd en event. nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd, een en ander volgens onderstaande beschrijving. Het verloop en de resultaten van deze proeven waren als volgt:

1e. *Narcissen, geïnfecteerd met C. radicola (eigen isolatie van narcis).*

3 Narcissen Leedsii Mrs. Langtry werden op 23 October 1930 buiten geplant en op 14 Januari 1931 gecontrôleerd en in de kas gebracht. De planten waren toen zeer sterk vanden-wortel; slechts enkele worteltjes waren over (of hadden zich nieuw gevormd?) Verder waren alle wortels geheel of zoo goed als geheel vergaan, van enkelen was nog een, hoogstens $\frac{1}{2}$ c.M. lang stompje, voorzien van een slap uiteinde over; verder was er nog een aantal geheel uitgeholde wortels (Plaat II Fig. No. 3). *C. radicola* werd uit deze enkele worteltjes teruggeïsoleerd. De bollen werden weer geplant in niet geïnfecteerde grond, teneinde na te gaan, in hoeverre ze zich herstelden en nieuwe wortels maakten. Op 17 Maart 1931 werden de planten opnieuw gerooid, ze hadden zich intuschen goeddeels hersteld door een aantal nieuwe wortels te maken (naar schatting $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ van het normale aantal). Deze wortels waren wit en gaaf, vertoonden alleen gedeeltelijk geelbruine tot bruine worteltopjes, zooals die door Gerretsen c.s. als het eerste ziektesymptoom worden beschreven. Het gelukte eenmaal hieruit *C. radicola* te isoleeren. Tusschen deze wortels bevonden zich nog enkele restjes van de oude zieke wortels, hieruit werd *C. radicola* wederom teruggeïsoleerd. Een der bollen was van prikwonden voorzien; bij één dezer wonden vertoonde zich bruinkleuring in den vorm van een ca. 1 c.M. groote ronde plek om het gat. Alleen de buitenste rok was aangetast; *C. radicola* kon hieruit niet worden teruggeïsoleerd.

3 Dubbele narcissen von Sion werden op 23 Oct. '30 bui-

ten geplant en op 6 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht. Er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. De planten waren toen middelmatig ziek; hetzelfde was het geval toen de bollen op 18 Maart '31 uit de kas werden geroid. Naast een groot aantal geheel slappe wortels kwam nog een vrij groot aantal harde wortels voor, meerendeels met bruine vlekjes en slappe uiteinden. De lengte dezer wortels bedroeg nog ca. 3—12 c.M. Het gelukte hier niet de schimmel terug te isoleeren. Een der bollen was van prikwonden voorzien; om één dezer wonden vertoonde de buitenste rok een bruine plek; de schimmel kon hieruit niet worden teruggeïsoleerd.

3 Narcissen Mad. de Graaff werden op 23 Oct. '30 buiten geplant en op 6 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht. Er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. De bollen hadden toen goed ontwikkelde wortelstelsels met slechts weinig bruine vlekjes. De schimmel kon hieruit worden teruggeïsoleerd. Op 18 Maart '31 uit de kas gehaald, vertoonden de planten het van-den-wortel-gaan in sterke mate. Naast een aantal geheel slappe- komt een aantal wortels met slappe uiteinden voor; de nog harde deelen waren ca. 1—5 c.M. lang. Een der bollen, welke van prikwonden was voorzien, was gedeeltelijk bruin verkleurd; buitenop bevond zich over de geheele hoogte van den bol een grillig gevormde bruine plek. Op doorsnede waren de 4 buitenste rokken aangetast; vnl. de binnenzijde hiervan was bruin verkleurd. Het gelukte niet de schimmel hieruit terug te isoleeren.

4 Narcissen Leedsii Mrs. Langtry werden op 23 Oct. '30 buiten geplant en op 11 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht. Er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. De wortels van 3 der bollen vertoonden toen een aantal bruine vlekjes en slappe uiteinden, doch betrekkelijk weinig. Een der planten was echter sterk van-den-wortel-gaan, de meeste wortels waren zeer klein gebleven en bruin verkleurd; verder kwam een aantal wortels met de gewone bruine vlekjes en slappe uiteinden voor. De schimmel werd

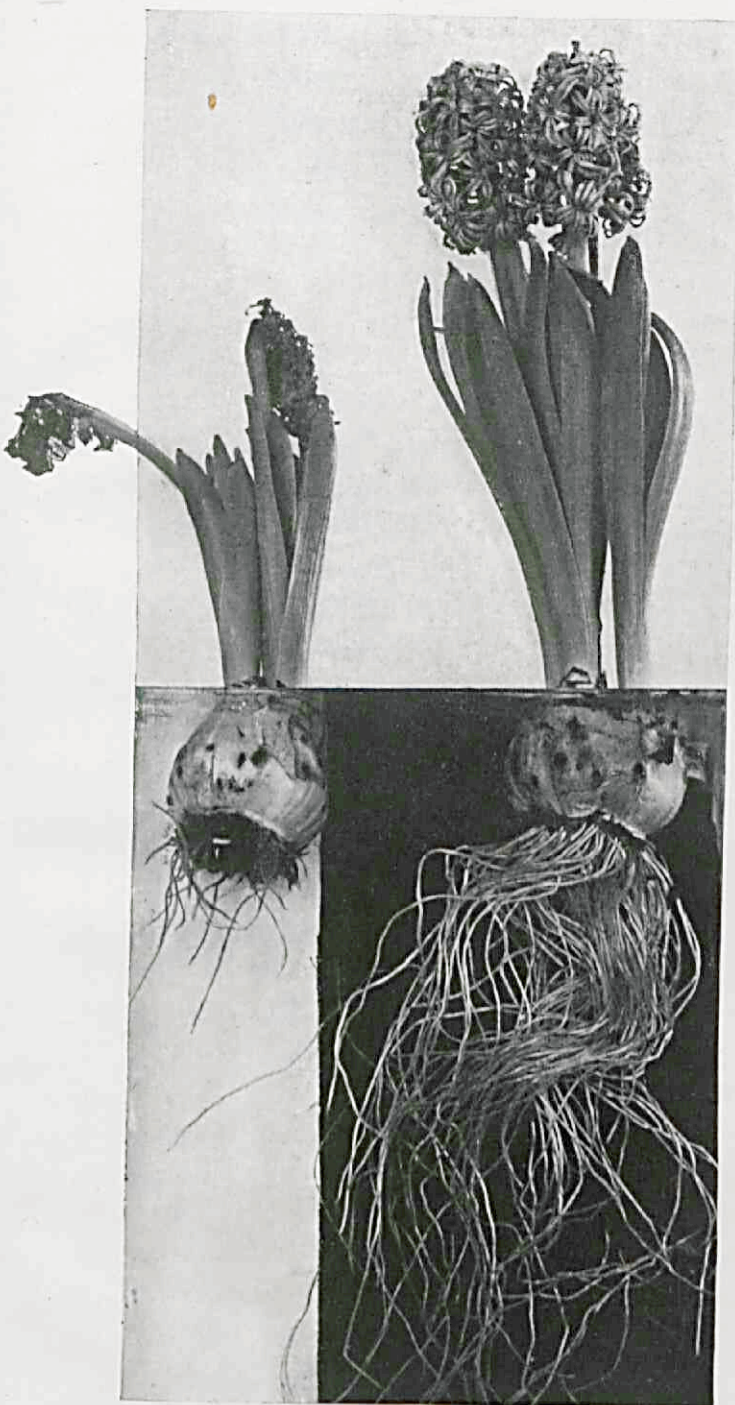
teruggeïsoleerd. Op 20 Maart '31 uit de kas gehaald, vertoonden de wortels nog vrijwel hetzelfde beeld.

3 Narcissen Golden Spur werden op 13 Nov. '30 buiten geplant en op 11 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht; er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. Twee der planten hadden toen een matig ontwikkeld wortelstelsel met de bekende bruine vlekjes en daarnaast een aantal zeer klein gebleven bruine worteltjes. De derde plant was echter zeer sterk van-den-wortel-gegaan, alle wortels waren hier tot op een stukje van ca. 1,5 c.M. na, uitgeteerd; de bol vertoonde dus een krans uniforme wortelstompjes van die lengte, voorzien van slappe uiteinden. *C. radicola* werd ook hier teruggeïsoleerd. Op 20 Maart '31 uit de kas genomen vertoonden de eerstgenoemde planten nog ongeveer hetzelfde beeld (de derde was niet weer geplant).

2e. *Hyacinthen*, geïnfecteerd met *C. radicola* (eigen isolatie van *narcis*).

6 *Hyacinthen* Gertrude werden op 23 October '30 buiten geplant en op 11 Febr. '31 in de kas gebracht en gecontrôleerd; er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. De planten vertoonden toen alle een fraai ontwikkeld wortelstelsel van lange witte wortels; bruine vlekjes waren er slechts met moeite enkele te vinden. Hieruit werd éénmaal *C. radicola* teruggeïsoleerd. Toen de planten op 11 Maart '31 uit de kas werden genomen, bezaten ze nog hetzelfde fraai ontwikkelde wortelstelsel. (Plaat II Fig. No. 2). Ook thans werd *C. radicola* éénmaal teruggeïsoleerd.

3 *Hyacinthen* Gertrude werden op 23 October '30 buiten geplant en op 14 Jan. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht; er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. De planten vertoonden toen een fraai ontwikkeld wortelstelsel van lange witte wortels met slechts zeer sporadisch bruine vlekjes; een der bollen had enkele vlekjes dicht bij de schijf, hieruit werd *C. radicola* éénmaal teruggeïsoleerd. Toen de planten



„Van-den-wortel-gaan” van Narcissen en Hyacinthen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Hyacinth Gertrude geïnfecteerd met *Fusarium culmorum*.
Hyacinth Gertrude geïnfecteerd met *Cylindrocarpon radicicola*.

(Deze twee bollen waren van prikwonden voorzien; behalve de gewone wordreactie — zie de verkleurde stippen — had geen aantasting van den bol zelf plaats).

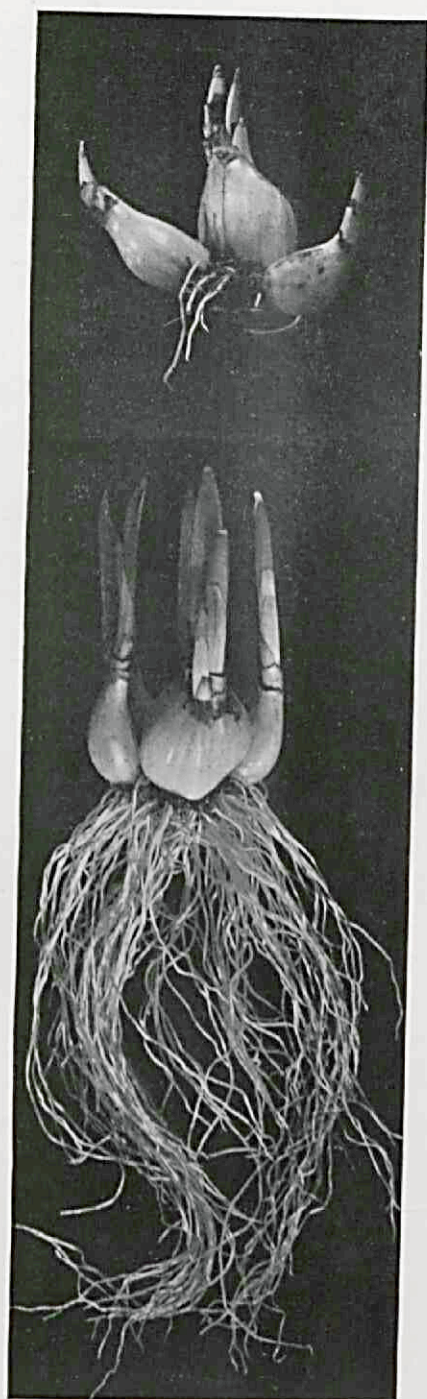


Fig. 3. (boven)

Narcis Leedsii Mrs. Langtry geïnfecteerd met *Cylindrocarpon radicicola*.

Fig. 4. (onder)

Narcis Leedsii Mrs. Langtry geïnfecteerd met *Fusarium culmorum*.

op 19 Maart '31 uit de kas genomen werden, vertoonden ze nog vrijwel hetzelfde beeld, slechts waren thans eenige wortels normaal afgestorven. Hieruit konden slechts *Penicillium* en bacteriën worden geïsoleerd.

3e. *Hyacinthen geïnfecteerd met Fus. culmorum (eigen isolatie van hyacinth).*

3 Hyacinthen Gertrude werden op 13 Nov. '30 buiten geplant en op 14 Jan. '31 gecontrôleerd. De bollen hadden toen nog geen wortels gemaakt; de schijf en het benedenste deel van de rokken waren aangetast. De schijf was geheel week en papperig, de bolschubben onderaan wankleurig, glazig en week. Uit dit materiaal konden slechts bacteriën en *Penicillium* worden geïsoleerd; waaraan deze aantasting moet worden toegeschreven is niet bekend. Een der bollen werd in ongeïnfecteerde grond weer geplant en in de kas geplaatst, doch herstelde zich niet; integendeel was op 19 Maart '31 de schijf grootendeels vergaan en viel los van den bol, de rokken waren thans grootendeels geelbruin.

9 Hyacinthen Gertrude werden op 30 Sept. '30 buiten geplant en op 27 Jan. en 3 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht; er werd nieuwe schimmel aan de aarde toegevoegd. De planten hadden toen een aanmerkelijk kleiner aantal goed ontwikkelde wortels dan normaal, doordat een deel van de wortels het niet verder gebracht had dan een klein roestbruin puntje, ter lengte van enkele m.M. tot hoogstens 1 c.M. Verder vertoonde een deel der lange witte wortels aan de basis een bruine vlek; midden in het wortellichaam was haast geen enkel vlekje te vinden. Uit deze wortels kon een groot aantal malen *Fus. culmorum* worden teruggeïsoleerd, echter werd ook tweemaal *C. radicola* geïsoleerd. — Toen de planten op 10 Maart '31 uit de kas werden gerooid waren allen zeer sterk van den wortel gegaan. De planten waren „stunted”, de bloemtrossen bleven klein en waren voortijdig uitgebloeid. De wortels waren zoo goed als geheel verdwenen, soms vond men nog enkele ca. $\frac{1}{2}$ c.M. lange bruine stompjes, meestal was echter zelfs de aanhechtingsplaats nauwelijks meer te herken-

nen. Soms waren nog heel enkele slappe wortelrestjes aanwezig; enkele bollen hadden nog 2—3, enkele c.M. lange (nieuw gevormde?) witte worteltjes. Een der bollen had nog een aantal slappe worteleinden over; deze werd, op een cuvet met water geplaatst (om deze wortelresten goed te doen uitkomen) gefotografeerd. (Plaat II Fig. No. 1). Twee bollen waren van prikwonden voorzien; er had geen aantasting van den bol plaats gehad. (Plaat II Fig. No. 1).

4e. *Narcissen geïnfecteerd met Fus. culmorum (eigen isolatie van hyacinth).*

3 Narcissen Leedsii Mrs. Langtry werden op 30 Sept. '30 buiten geplant en op 3 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht; er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. De wortels waren toen wit en fraai ontwikkeld, slechts enkele bruine vlekjes waren met moeite te vinden (Plaat II Fig. 4). Enkele hiervan werden uitgelegd en daar abusievelijk alleen met water werd ontsmet, *F. culmorum* hieruit teruggeïsoleerd. Toen de bollen op 18 Maart '31 uit de kas werden gehaald vertoonden de wortels hetzelfde beeld. Een der bollen had prikwonden; hier vond geen aantasting plaats.

3 Narcissen Leedsii Mrs. Langtry werden op 30 Sep. '30 buiten geplant en op 14 Jan. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht; er werd nieuwe schimmel aan de aarde toegevoegd. De wortels waren toen wit en goed ontwikkeld, met slechts zeer weinig bruine vlekjes. Hetzelfde was het geval toen de planten op 20 Maart '31 uit de kas werden genomen; toen waren echter eenige wortels reeds normaal afgestorven.

3 Dubbele narcissen von Sion werden op 30 Sept. '30 buiten geplant en op 5 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas overgebracht; er werd tevens nieuwe schimmel aan de aarde toegevoegd. De bollen hadden toen goed ontwikkelde witte wortels met slechts enkele vlekjes. Het was niet mogelijk hieruit *C. radicola* of *F. culmorum* te isoleeren. Een der bollen was van prikwonden voorzien; de buitenste rok vertoonde op één plaats een bruine plek. Toen de bollen op 20 Maart '31

uit de kas werden gerooid, was reeds een deel der wortels normaal afgestorven .

3 Narcissen Mad. de Graaff werden op 30 Sept. '30 buiten geplant en op 5 Febr. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht; er werd nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd. De planten bezaten toen goed ontwikkelde witte wortels met slechts enkele vlekjes. Hieruit werden noch *C. radicola* noch *F. culmorum* geïsoleerd. Een der bollen was van prikwonden voorzien; de buitenste bolschub vertoonde hier op één plaats een bruine verkleuring. Toen de planten op 20 Maart '31 uit de kas werden genomen vertoonden de wortels nog vrijwel geheel hetzelfde beeld.

5e. *Narcissen geïnfecteerd met Cyl. radicola (isolatie v. Hell, van lelies).*

3 Narcissen Leedsii Mrs. Langtry (waarvan 1 met prik-wonden)

4 Narcissen Golden Spur (waarvan 1 met prikwonden) en

4 Narcissen Sir Watkin (waarvan 1 met prikwonden)

werden op 15 April 1931 geplant in geïnfecteerde aarde en in de kas geplaatst. Dit waren planten, die voordien buiten in ongeïnfecteerde grond hadden gegroeid en op het tijdstip der infectie reeds gedeeltelijk bloeiden; de planten hadden toen gezonde fraai ontwikkelde wortels. Op 8 Mei vertoonden de planten nog geen noemenswaardige aantasting doch slechts enkele bruine vlekjes; de proef moest toen worden afgebroken. Het is echter zeer goed mogelijk, dat de duur der proef te kort is geweest om een aantasting door de schimmel (welke een langzame groeier is) mogelijk te maken.

6e. *Contrôleplanten.*

4 Narcissen Leedsii Mrs. Langtry werden op 24 Oct. '30 buiten geplant en op 14 Jan. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht. De bollen hadden toen een fraai ontwikkeld krachtig wortelstelsel van lange witte wortels. Slechts zeer sporadisch waren bruine vlekjes aanwezig; het gelukte niet hieruit *C. radicola* of *F. culmorum* te isoleren. Op 20 Maart '31

Schimmel waar- mede geïnfecteerd.	Aantal bollen.	Narcis of hyacinth.	Naam der narcissen of hyacinthen.	Aantal bollen met prikwonden.	Datum waarop buiten geplant.	Datum waarop in kas overgebracht.	Ziektetoestand van het wortelstelsel bij het overbrengen in de kas.
Cylindr. radic.	3	N.	Leedsii Mrs. L.	1	23/10	14/1	zeer sterk
geïsol. van	3	N.	dubb. v. Sion	1	23/10	6/2	middelmatig
Narcis- wortel.	3	N.	Mad. de Graaff	1	23/10	6/2	weinig
	4	N.	Leedsii Mrs. L.	1	23/10	11/2	3 weinig, 1 sterk
	3	N.	Golden Spur	1	13/11	11/2	2 middelmatig, 1 sterk.
	6	H.	Gertrude	2	23/10	11/2	gezond (sporad. bruine vlekjes).
	3	H.	Gertrude		23/10	14/1	gezond (sporad. bruine vlekjes).
Fusar. culm.	3	H.	Gertrude		13/11	14/1	{ wortelkrans en bol door onbe- kende ziekte aangetast.
geïsol. van	9	H.	Gertrude	2	30/9	27/1 3/2	middelmatig
hyac. wortel.	3	N.	Leedsii Mrs. L.	1	30/9	3/2	gezond (sporad. bruine vlekjes)
	3	N.	Leedsii Mrs. L.		30/9	14/1	gezond (sporad. bruine vlekjes)
	3	N.	dubb. v. Sion	1	30/9	5/2	gezond (sporad. bruine vlekjes)
	3	N.	Mad. de Graaff	1	30/9	5/2	gezond (sporad. bruine vlekjes)
Cyl. rad.	3	N.	Leedsii Mrs. L.	1		15/4	gezond
geïsol. van	4	N.	Golden Spur	1		15/4	gezond
lelie.	4	N.	Sir Watkin	1		15/4	gezond
Contrôle.	4	N.	Leedsii Mrs. L.	1	24/10	14/1	gezond (sporad. bruine vlekjes)
	4	N.	dubb. v. Sion	1	24/10	14/1	gezond (sporad. bruine vlekjes)
	3	H.	Gertrude	1	24/10	14/1	gezond (sporad. bruine vlekjes)

1) De sterk zieke plant werd niet weer geplant.

2) Slechts 1 bol werd weer geplant.

3) Abusievelijk werd alléén in steriel water ontsmet.

4) Een deel der wortels was reeds normaal afgestorven.

Al of niet nieuwe schimmel aan den grond toegevoegd.	Datum waarop uit kas gerooid.	Ziektetoestand van het wortelstelsel bij rooien uit de kas.	Verkleuring bij bollen met prik- wonden.	Terug isol. Cyl. rad.		Terug isol. Fus. culm.	
				uit wortels.	uit bol.	uit wortels.	uit bol.
opnieuw gepl. in ongeïnf. grond	17/3	middelmatig	bruine plek	—	—		
nieuwe schimmel	18/3	middelmatig	bruine plek	—	—		
nieuwe schimmel	18/3	sterk	br.verkleuring	+	—		
nieuwe schimmel	20/3	3 weinig, 1 sterk . .	geen	+			
nieuwe schimmel	20/3	2 middelmatig ¹⁾ . .	geen	+			
nieuwe schimmel	11/3	gezond (sporad. bruine vlekjes)	geen	+			
nieuwe schimmel	19/3	gezond (sporad. bruine vlekjes)		+			
opnieuw gepl. in ongeïnf. grond	19/3	wortelkrans en bol door onbek.ziekte aangetast ²⁾					—
nieuwe schimmel	10/3	zeer sterk.	geen	+		+	
nieuwe schimmel	18/3	gezond (spor. bruine vlekjes)	geen			³⁾ +	
nieuwe schimmel	20/3	gezond ⁴⁾ .					
nieuwe schimmel	20/3	gezond ⁴⁾	bruine plek			—	—
nieuwe schimmel	20/3	gezond (spor. bruine vlekjes)	bruine plek			—	—
begin infectieproef	8/5	gezond (enkele bruine vlekjes)	geen				
begin infectieproef	8/5	gezond (enkele bruine vlekjes)	geen				
begin infectieproef	8/5	gezond (enkele bruine vlekjes)	geen				
	20/3	gezond ⁴⁾	geen	—			
	31/3	gezond ⁴⁾	geen	—			
	11/3	gezond (sporad. bruine vlekjes)	geen			—	

uit de kas gerooid waren de wortels nog grootendeels gelijk; alleen begon een enkele reeds af te sterven.

4 Dubbele narcissen von Sion werden op 24 Oct. '30 buiten geplant en op 14 Jan. '31 gecontrôleerd en in de kas gebracht. De planten bezaten toen een mooi ontwikkeld wortelstelsel van lange witte wortels practisch zonder bruine vlekjes. Toen de planten op 31 Maart '31 uit de kas werden gehaald was een gedeelte der wortels reeds afgestorven. Het gelukte niet hieruit *C. radicola* of *F. culmorum* te isoleeren.

3 Hyacinthen Gertrude werden op 24 Oct. '30 buiten geplant en op 14 Jan. '31 gecontrôleerd en in de kas overgebracht. De planten hadden toen een fraai ontwikkeld wortelstelsel van lange witte wortels met slechts sporadisch een bruin vlekje bij de schijf. Het was niet mogelijk *C. radicola* of *F. culmorum* hieruit te isoleeren. Op 11 Maart '31 werden de planten uit de kas gerooid; de wortels vertoonden toen hetzelfde beeld.

Vorenstaande tabel geeft een samenvatting der resultaten.

Resumeerend kan worden opgemerkt, dat deze proeven er duidelijk op wijzen, dat het van-den-wortel-gaan van narcissen (dubbele von Sion, Leedsii, Golden Spur en Mad. de Graaff) door *Cylindrocarpon radicola* Wr. wordt veroorzaakt en dat de gelijknamige ziekte bij hyacinthen (Gertrude) door *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. wordt teweeg gebracht. Omgekeerd veroorzaakte *C. radicola* geen van-den-wortel-gaan van eenige betekenis bij hyacinthen en *F. culmorum* niet bij narcissen.

De resultaten der infectieproeven met *F. culmorum* op hyacinthen waren zeer uniform. Afgezien van de 3 bollen, welke door een onbekende ziekte waren aangetast, waren alle overige planten in zeer sterke mate van-den-wortel gegaan. De resultaten der infectieproeven met *C. radicola* op narcissen waren meer wisselend. Naast een aantal zeer sterk van-den-wortel-gegane exemplaren kwamen een aantal middelmatig- en enkele zwak zieke planten voor. Bovendien kwam het voor, dat in éézelfde pot één plant zeer sterk en de anderen middelmatig aangetast waren. Het is dan

ook niet mogelijk, mede met het oog op het geringe aantal proefplanten, om een uitspraak te doen betreffende de gevoeligheid van de verschillende variëteiten.

Bij de narcissen kon verder aan de bovengrondsche deelen weinig verschil tusschen zieke en gezonde planten worden waargenomen; bij hyacinthen was dit verschil zeer duidelijk.

Neemt men dan ook het algemeene beeld van het wortelstelsel der planten in aanmerking, dan laat dit geen twijfel over. Beschouwt men echter ook de contrôleplanten en „kruisinfecties” (hiermede wordt bedoeld hyacinthen geïnfecteerd met *C. radicola* en narcissen geïnfecteerd met *F. culmorum*) zoowel als de resultaten der terugisolaties nader, dan schijnen, zooals trouwens te voorzien was, de resultaten minder overtuigend. Immers ook de meeste contrôleplanten en „kruisinfecties” vertoonen wel enkele bruine vlekjes aan het overigens gave wortelstelsel. Bij de contrôleplanten gelukte het niet hieruit *C. radicola* of *F. culmorum* te isoleeren. Bij de „kruisinfecties” werd een enkele maal de schimmel, waarmede was geïnfecteerd, teruggeïsoleerd; hetgeen echter niet te verwonderen is, waar deze schimmel in overmaat in den grond voorkwam. Niettemin moet natuurlijk met de mogelijkheid worden rekening gehouden, dat *C. radicola* wel eens een enkel vlekje aan hyacintwortels kan veroorzaken en *F. culmorum* aan narciswortels.

Merkwaardig blijft echter het feit, dat uit de door infectie met *F. culmorum* van-den-wortel-gegane hyacinthen tweemaal *C. radicola* werd geïsoleerd waar juist hier het ziek zijn van de „infecties” en het gezond zijn van de „kruisinfecties” zeer overtuigend was.

Of het voorkomen van de enkele bruine vlekjes bij de contrôleplanten (en „kruisinfecties”) moet worden toegeschreven aan het reeds aanwezig geweest zijn van de ziekteverwekkende schimmels in den grond, of dat ook andere oorzaken wel eens dezelfde symptomen kunnen te voorschijn roepen, is onbekend.

INFECTIEPROEVEN OP NARCIS- EN HYACINTHBOLLEN

Tegelijk met de infectieproeven met *Fusarium orthoceras* en

Fusarium bulbigenum op narcisbollen (Hoofdstuk I), werd een geheel overeenkomstige proef met *Cylindrocarpon radicola*¹⁾ op Narcissen genomen. Ook hier werden dus bollen (van een Leedsii variëteit) geïnfecteerd:

- 1e. door mycelium te brengen in een oppervlakkige sneewonde;
- 2e. door aangeprikte bollen te plaatsen in een conidiënsuspensie;
- 3e. door onverwonde bollen te overgieten met een conidiënsuspensie.

Deze bollen, gedeeltelijk geborgen in glasdoozen op nat filtreerpapier, gedeeltelijk in kartonnen doozen, werden geplaatst in de thermostaat, de laboratoriumzaal en in den kelder. Ook hier hadden de infecties geen succes doordat verdroging of verontreiniging door *Penicillium* optrad. Een aantasting van bolschubben of schijf kon nergens met zekerheid worden waargenomen.

De proef werd derhalve herhaald op de in het vorige Hoofdstuk beschreven „boormethode”. Thans werd een aantal Narcissen (Leedsii Mrs. Langtry en Mad. de Graaff) en Hyacinthen (Gertrude) met *Cylindrocarpon radicola*²⁾ geïnfecteerd en, in kartonnen doosjes geborgen, op 13 October 1930 geplaatst in de thermostaat (temp. 24—25° C., rel. vocht. 65—70%), de laboratoriumzaal (temp. 17—20° C., rel. vocht. 60—85%) en den kelder (temp. 12—14° C., rel. vocht. 95—100%). Na 6 weken werden de bollen gecontrôleerd; er was echter nergens met zekerheid aantasting waar te nemen.

Een geheel gelijke proef werd terzelfder tijd genomen met *Fusarium culmorum*²⁾, waarmede Narcissen Mad. de Graaff en Hyacinthen Gertrude werden geïnfecteerd. Toen na 6 weken de bollen werden gecontrôleerd door deze overlans door te snijden bleek, dat bij de Hyacinthen het doorsneeoppervlak over de geheele lengte voor ongeveer de helft geelbruin was verkleurd. In dwarse richting had de aantasting zich over een veel geringere afstand uitgebreid; het aangetaste weefsel was papperig van consistentie. Er waren echter steeds ook bacteriën aanwezig. Ook de Narcissen werden aangetast en waren bij het contrôleeren alle bijna geheel donkerbruin verkleurd, dus zoowel over de geheele lengte- als breedterichting van den bol. Noemenswaardig verschil in aantastingssnel-

¹⁾ Uit het Centraal Bureau voor schimmelcultures.

²⁾ Eigen isolatie.

heid in thermostaat, laboratoriumzaal en kelder werd niet waargenomen.

Bovendien werd een aantal van-den-wortel-gegene Narcissen en Hyacinthen van het in Lisse verzamelde materiaal een tijdlang bewaard (in kartonnen doosjes) in de thermostaat, de laboratoriumzaal en den kelder. De aangetaste wortels verdroogden op den duur geheel; de schimmels drongen echter nergens in de schijf door.

HOOFDSTUK III

PHYLLOSTICTA NARCISSI ADERH. EN VERWANTE SCHIMMELS OP NARCISSEN (NARCISSUS PSEUDO- NARCISSUS) EN AMARYLLEN (HIPPEASTRUM SPP.)

LITTERATUUR-OVERZICHT

A. VOORKOMEN EN ZIEKTEBEELD.

Phyllosticta narcissi Aderh. wordt het eerst als veroorzaker eener bladziekte op *Narcissus poëticus* beschreven door Aderhold (1900), die de volgende beschrijving geeft van het ziektebeeld:

„Eine, wie es scheint neue Krankheit von *Narcissus poëticus* „wurde der Versuchsstation aus Neusalz a.O. eingesandt. Sie „zerstört die Blätter der Pflanzen, welche, ohne dass scharf be- „grenzte Flecken aufgetreten wären, zu vergilben beginnen, und „schliesslich braun und trocken werden. Das Absterben begann „zumeist von den Spitzen her und schritt gegen die Basis der „Blätter fort, die schliesslich völlig zu Grunde gingen, sodass die „Narcissuskulturen sehr geschädigt wurden.“

„Auf die vergilbenden Blattstellen saszen überall Pykniden einer „*Phyllosticta*-art, die bisher nicht beschrieben zu sein scheint und „daher *Phyllosticta narcissi* Aderh. benannt werden mag.“

Tevens beschrijft Aderhold op hetzelfde materiaal de aanwezigheid van klompjes sporen van een schimmel, welke volgens hem vermoedelijk identiek is met *Stagonospora Curtisii* (Berk. ex Cke.) Sacc.

In hetzelfde jaar beschrijft Oudemans een schimmel, geïso-

leerd van narcisbladeren als *Phyllosticta narcissi* Oud. Wegens verschil met *Ph. narcissi* Aderh. werd deze schimmel in Saccardo (XVI—849) vermeld onder den nieuwen naam *Ph. Oudemansii* Sacc.

Hollós (1906)¹⁾ beschrijft *Stagonospora narcissi* Hollós als de veroorzaker van groote onregelmatige bruine vlekken op de bladen van *Narcissus poëticus*.

In het Jaarverslag over 1913/14 van het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” wordt het afsterven der bladtoppen van enkele narcissoorten, veroorzaakt door *Stagonospora Curtisii* (Berk. ex Cke.) Sacc. vermeld.

Dougherty (1916) vermeldt het voorkomen van roode vlekken op bladeren, bloemen en bloemstelen van *Amaryllis*; deze organen kunnen ook worden gedeformeerd. De oorzaak is een *Phyllosticta* soort.

Door Kotthoff en Friedrichs (1929) wordt een ziekte van *Amaryllis vittata hybrida* beschreven, veroorzaakt door *Phoma amaryllidis* Kotth. et Friedr. De schimmel veroorzaakt roode, later bruinroode vlekken op de bloemstengel, meest aan de naadzijde. Hier kunnen groote wonden ontstaan en de bloemsteel kan hierdoor omknakken. Ook kan de bloemstengel kort blijven of krommingen vertoonen. Verder kunnen ook op de bolschubben roode vlekken optreden, terwijl ook de jonge bladeren soms eenigszins aangetast worden.

Zeer waarschijnlijk dezelfde ziekte beschrijft Zondag (1929) van *Amaryllen* uit Aalsmeer. De veroorzaker wordt door hem beschreven als *Phyllosticta gemmipara* Zondag. Wat betreft het voorkomen op de bladeren wordt het volgende vermeld:

„Als later de bladeren te voorschijn komen, vindt men hierop ook veelal dergelijke rood gekleurde plekken. Meestal bevinden zich deze aan den rand, die dan geheel weggevreten schijnt te worden. Steeds treedt de verkleuring pleksgewijze op. Men ziet de verkleuring ook optreden als de bladeren door Thrips worden aangetast. Ook in den herfst als de bladeren tot afsterven gedwongen worden door uitdroging van de aarde, ziet men veelvuldig de roode verkleuring.”

¹⁾ Volgens Saccardo (XXII — 1055); de oorspronkelijke publicatie van Hollós kon niet worden geraadpleegd.

Smith (1929) vermeldt in eene voorloopige mededeeling het voorkomen van roode vlekken op *Amaryllis* en van doode, vergeelde plekken op *Narcissus*, beide veroorzaakt door *Phyllosticta narcissi* Aderh. (resp. *Stagonospora Curtisii* (Berk. ex Cke) Sacc.).

Petrak (1930) beschrijft eene ziekte, hoofdzakelijk aan de bladeren, doch ook aan bloemstengels en bolschubben van *Amaryllis* soorten en hybriden. Als veroorzaker wordt opgegeven *Stagonospora Crini* Bub. et Kab.

Men krijgt uit de verschillende beschrijvingen wel den indruk, dat door genoemde onderzoekers eenzelfde narcisziekte en eenzelfde amaryllziekte werd beschreven, terwijl door Smith ook een onderling verband tusschen de twee ziekten wordt vermoed. Daarom zal eerst een opsomming van de verschillende in de literatuur gegeven beschrijvingen van de schimmels worden gegeven en daarna de eventueele verwantschap van de ziekteverwekkende organismen worden besproken (onder „Eigen Onderzoek. B. Beschrijving, systematische plaats en nomenclatuur van de schimmels”).

B. BESCHRIJVING EN NOMENCLATUUR VAN DE SCHIMMELS.

1e *Phyllosticta narcissi* Aderh.

De oorspronkelijke beschrijving van Aderhold (1900) luidt als volgt:

„Fruchtkörper flach, unter der Epidermis sitzend, hervorbrechend, kugelig bis ellipsoid; im letzteren Falle Längsachse parallel der Längsachse des Blattes. Grösse sehr variabel, 100—225 μ gemessen, mit deutlichem rundlichem Porus, der braun umrandet ist, während die Pyknidenwand zart, blass bräunlich-gelb, nur leicht gefärbt erscheint. Sporen ellipsoid bis dick stäbchenförmig, farblos, hyalin, einzellig, bisweilen 1 oder selbst 2 Oeltröpfchen, in Ranken austretend, 5—8 $\times$ 3—4,5 μ . Sporenträger fehlend, sporogene Hyphen kugelig oder knorrig angeschwollen, die Sporen durch Sprossung an ihren Seiten erzeugend.”

2e *Phyllosticta Oudemansii* Sacc.

Door Oudemans (1900) werd onder den naam van *Ph. nar-*

cissi Oud. een schimmel beschreven met pycniden ter grootte van 40μ en conidiën ter grootte van $4\frac{2}{3}$ — $14 \times 2\frac{1}{3}$ — $3\frac{1}{2}\mu$. Daar-deze maten belangrijk afwijken met die van *Ph. narcissi* Aderh. wordt deze schimmel in Saccardo (XVI—849) vermeld onder den nieuwen naam *Ph. Oudemansii* Sacc.

3e *Phyllosticta gemmipara* Zondag.

Deze schimmel wordt door Zondag (1929) als volgt beschreven:

„Het mycelium bestaat uit veelcellige weinig gekromde hyphen. „Wanneer de sporen pas gekiemd zijn is het mycelium kleurloos. „De hyphen nemen, als zij ouder worden, een donkere kleur aan „of worden geïncrusteerd met een korrelige massa, waarvan de „aard niet nader bepaald is. Dit mycelium vormt eindelijk of in- „tercalair bruine chlamydosporen, van verschillende grootte, maar „meestal belangrijk groter dan de pyknosporen. De chlamydo- „sporen zijn meestal tot kleine sclerotiën vereenigd. — De pykni- „den zijn min of meer bolvormig en staan afzonderlijk in het door „de zwam gedooide weefsel. Ze zijn voorzien van een eenigszins „uitstekenden mond. Zelfs in het inwendige van sommige pykni- „den ziet men, dat de neiging tot chlamydosporenvorming bestaat.”

De grootte der pycniden op gesteriliseerd Amaryllisblad bedraagt 80 — 180μ , doch de meesten meten 100 — 160μ (op kersagar ligt het maximum aantal tusschen 140 en 160μ).

„De sporen zijn min of meer langwerpig rond, kleurloos, een- „cellig, soms tweecellig. Ze bevatten twee heldere druppels.” Hunne afmeting bedraagt op kersagar: lengte 2 — 18μ (doch de meeste meten 6 — 10μ), gemidd. $8,988 \pm 0,153\mu$; breedte 2 — 8μ (doch de meeste meten 2 — 6μ), gemidd. $4,506 \pm 0,093\mu$.

4e *Phyllosticta amaryllidis* Bred.

Deze schimmel wijkt van de voorgaande sterk af. De zwarte pycniden meten 70 — 96μ ; de conidiën $4 \times 1,5\mu$.

5e *Phoma amaryllidis* Kotth. et Friedr.

Van deze schimmel worden door Kotthoff en Friedrichs (1929) de volgende maten gegeven:

pycniden 160 — 330μ ;

conidiën (in ranken te voorschijn komend) $5-6 \times 3-3,5 \mu$.

6e *Stagonospora Curtisii* (Berk. ex Cke) Sacc.

Deze schimmel werd door Cooke (1878) het eerst beschreven als *Hendersonia Curtisii* Berk. ex Cke, doch moet wegens het bezitten van kleurloze conidiën worden ondergebracht in het geslacht *Stagonospora* en is zodoende bij Saccardo te vinden onder den naam *Stagonospora Curtisii* (Berk.) Sacc., hetgeen dus eigenlijk moet luiden *Stagonospora Curtisii* (Berk. ex Cke) Sacc.

De oorspronkelijke beschrijving van Cooke is zeer onvolledig en luidt in haar geheel:

„Sporis elongato-ellipsoideis demum biseptatis $0,17-0,21 \times 0,075$ m.m.”

Aderhold (1900) geeft van de schimmel, welke door hem als waarschijnlijk identiek met *St. Curtisii* wordt beschouwd, als conidiëngrootte op: $20-24 \times 6-8 \mu$.

7e *Stagonospora narcissi* Hollós.

De pycniden, die aan beide zijden van het blad voorkomen, zijn bedekt, dicht opeengehoopt, bolrond, afgeplat, bruin, voorzien van een porus, met parenchymateuze wand en $140-180 \mu$ groot. De conidiën, ingesnoerd aan de septen, bevatten oliedruppels, zijn hyalien en meten $20-28 \times 6-8 \mu$ (beschrijving volgens Saccardo, XXII — 1055).

8e *Stagonospora Crini* Bub. et Kab.

Deze schimmel, het eerst geïsoleerd van rottende bladeren van *Crinum Powellii* bezit bolvormige afgeplatte pycniden ter grootte van $150-200 \mu$, met bleek-bruine parenchymateuze wand en kleine ronde papilvormige porus. De 3- (zelden 5-) septige conidiën zijn cilindrisch tot spoelvormig, $16-26, 5 \times 5-8,5 \mu$ groot, hyalien en ingesnoerd aan de septen. Ook komen kleine onrijpe 1—2-cellige conidiën voor (beschrijving volgens Saccardo, XXII — 1055).

Petrak (1930), die een nieuwe beschrijving van de schimmel geeft, noemt de volgende maten:

pycniden $120-200 \mu$;

pycnidewand $10-12 \mu$ dik, uit 2—3 lagen polyedrische cellen bestaand;

conidiën met 3 (minder vaak 2 of 4—5) septen $16-26 \times 5-8 \mu$, aan de septen nauwelijks of zwak ingesnoerd;

onrijpe conidiën, 1- (de grootere meest 2-) cellig: $7-12 \times 3-5 \mu$.

EIGEN ONDERZOEK

A. ZIEKTEBEELD.

Bij het materiaal van Narcissen, bestemd voor infectieproeven, en hiertoe betrokken van een bloembollenhandelaar te Haarlem, bevonden zich herhaaldelijk exemplaren, voornamelijk bij Leedsii variëteiten, welke, buiten op de verdroogde buitenste rokken een grauw mycelium vertoonden. Dit bevond zich soms midden op het bollichaam of aan de schijf, doch meestal aan den hals; het was zeer ijl en niet plat aan den bol gedrukt, doch als een fijn spinrag los hierover verspreid. Dit mycelium was dan ook zeer weinig opvallend. Verwijdert men van zoo'n bol echter de buitenste verdroogde rokken en eventueel nog een of twee vleezige, dan vindt men menigmaal tusschen de witte rokken het mycelium van boven af meer of minder ver ingedrongen. Tusschen deze nauw aaneengesloten bolschubben dringt dit, zich boomvormig vertakkend, hetzij direct benedenwaarts, hetzij meer in zijdelingsche richting (waarschijnlijk volgens de minste weerstand) voorwaarts, en is op den witten ondergrond duidelijk zichtbaar (Plaat III Fig. No. 1a) en soms zelfs zeer opvallend (Plaat III Fig. No. 1b).

Dit mycelium behoort, zooals nader te beschrijven aan *Phyllosticta narcissi* Aderh. Pycniden van deze schimmel konden slechts éénmaal worden verzameld van bladeren, welke reeds geheel verdord waren. Deze pycniden bevonden zich aan weerszijden van het blad, de meesten waren cirkelrond, sommige echter meer ovaal van vorm; in het laatste geval was de lengteas van het ovaal in de lengterichting van het blad gelegen.

Het ziektebeeld van *Phyllosticta*-ziekte op Amaryllen (*Hippeastrum vittata hybrida*) uit de kassen van „Canton s Park” te Baarn kwam geheel overeen met de beschrijvingen van Zondag en Kotthoff & Friedrichs en behoeft derhalve niet nader te worden beschreven.

B. ISOLATIE EN CULTUUR VAN DE SCHIMMEL.

Door van het bovengenoemde mycelium, dat zich op en tusschen de bolschubben van narcissen bevond, een weinig uit te leggen op petrischalen met kersagar, en de cultures op de gebruikelijke wijzen van bacteriën te bevrijden, konden gemakkelijk reincultures van de schimmel worden verkregen. Teneinde deze tot fructificatie te brengen werd dezelve gekweekt als z.g. „rolcultuur” op havermoutagar (d.w.z. op een dun wandstandig laagje havermoutagar in een reageerbuis, verkregen door het buisje met de vloeibaar gemaakte voedingsbodem, onder snelle afkoeling onder de kraan, rond te draaien). Was dit niet voldoende, dan werd de schimmel afwisselend op kersagar en havermoutagar („rolcultuur”) gekweekt in de thermostaat bij ca. 25° C. en zooveel mogelijk van de eene op de andere voedingsbodem overgeënt. Het gelukte op deze wijze steeds pycniden van *Ph. narcissi* Aderh. te verkrijgen, ook van oude cultures.

Ook werd in den loop van het onderzoek herhaaldelijk getracht van vlekjes, zooals die zich vaak op narcisbollen bevinden, isolaties te maken (zoowel van bruine of zwartbruine diffuse- en van geelbruine of bruine verdikte plekjes midden op de bolschubben, als van kleine gele of wankleurige vlekjes onder aan de schubben, dus direct boven de schijf). Het was echter niet mogelijk hieruit ooit *Ph. narcissi* te verkrijgen.

C. BESCHRIJVING, SYSTEMATISCHE PLAATS EN NOMENCLATUUR VAN DE SCHIMMELS.

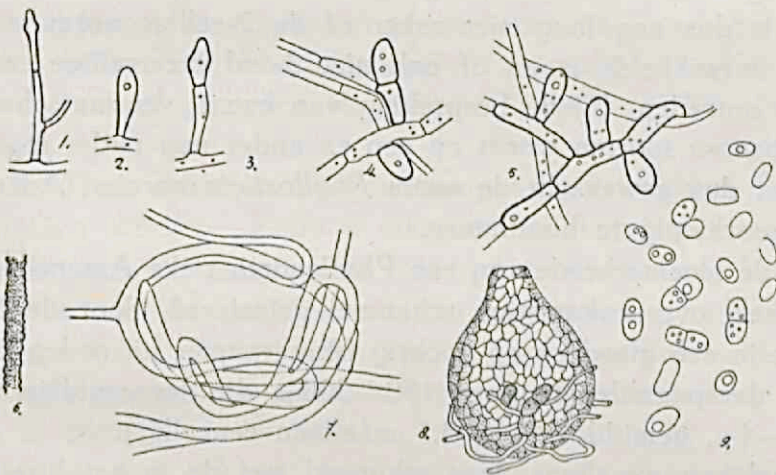
Op kersagar ontwikkelt de schimmel een dicht viltig grauwigroen tot olijfgroen mycelium, dat bij ouder worden meer grauwbruin wordt; de voedingsbodem wordt dan veelal zeer donker (tot diep zwart) gekleurd. Op havermoutagar is de kleur iets meer bruinachtig; ondertusschen vertoonen de verschillende isolaties soms eenige verschillen in donkerte of tint.

Het veelcellige, oorspronkelijk kleurlooze, mycelium wordt spoedig donker of met een korrelige massa geïncrusteerd en vormt een groot aantal eindelingsche en intercalaire onregelmatig gevormde chlamydosporen. Het mycelium vormt ook vaak lussen, kronkels

en strengen. Fig. No. 10 geeft eenige ontwikkelingsstadia der chlamydosporen en myceliumvormen uit druppelcultures weer.

De pycniden zijn in cultuur bolrond, met een papilvormige porus en bruin van kleur; de wand bestaat uit onregelmatig polyedrische cellen. De grootte bedroeg op kersagar ca. $165\ \mu$, de diameter van den porus was $30\text{--}40\ \mu$ (Fig. No. 10).

De conidiën, welke in een lange rank te voorschijn komen, waren in cultuur oorspronkelijk vrijwel alle ééncellig. Slechts zeer enkele waren tweecellig, dit aantal bedroeg echter slechts een fractie van



Figuur 10

Phyllosticta narcissi Aderh. geïsoleerd van *Narcis*. No. 1—7 en 9:

$500\times$; No. 8: $100\times$

No. 1—5	Ontwikkelingsstadia van chlamydosporen.	} uit druppel-
No. 6—7	Myceliumvormen (6: geïncrusteerde hyphe).	
No. 8	Pycnide	} van haverhoutagar „rolcultuur“.
No. 9	Conidiën	

een percent. Ze zijn ovaal tot kort staafvormig, hyalien, en bevatten oliedruppels (Fig. No. 10). De grootte op haverhoutagar („rolcultuur“) bedroeg $5\text{--}8\times 3\text{--}4\ \mu$ (gemiddeld $6,3\times 3,3\ \mu$).

De pycniden, van narcisbladeren verzameld, waren meer variabel van grootte, n.l. $140\text{--}200\ \mu$. Deze pycniden waren echter nog niet geheel rijp, stootten althans nog geen conidiënband uit. De grootte der conidiën bedroeg:

2-cellig 32%: $7\text{--}11,5\times 3,5\text{--}4\ \mu$, gemidd. $9\times 3,75\ \mu$;

1-cellig 68%: $4,5\text{--}8\times 2,5\text{--}4\ \mu$, gemiddl. $6,8\times 3\ \mu$.

Deze beschrijving komt met die van Aderhold van *Ph. nar-*

cissi overeen, indien men althans het percentage 2-cellige conidiën niet in aanmerking neemt. Doet men dit wel, dan zou men de schimmel in het geslacht *Ascochyta* moeten onderbrengen. Dit lijkt echter minder gewenscht, daar de schimmel bij voortgezette cultuur (op bovenomschreven wijze afwisselend op kersagar en haver-moutagar) een steeds grooter percentage 2-cellige conidiën oplevert. Bij het afbreken van de proef was reeds 36% 2-cellige conidiën verkregen, de maten bedroegen toen:

2-cellig 36%: $9-10,5 \times 4-5 \mu$, gemidd. $9,9 \times 4,6 \mu$.

1-cellig 64%: $5-8 \times 3-5 \mu$, gemidd. $6,4 \times 3,6 \mu$.

Het is dus nog lang niet zeker of de 2-cellige vorm wel de hoogst ontwikkelde is en of ook niet 3- of meercellige conidiën kunnen optreden. Bij de bespreking van event. verwantschap met *Stagonospora*-soorten wordt op een en ander nog nader ingegaan. Het lijkt dus gewenscht de naam *Phyllosticta narcissi* Aderh. althans voorloopig te handhaven.

Van de bloemscheede van een *Phyllosticta*-zieke *Amaryllis* werd een geheel overeenkomstige schimmel geïsoleerd, door de bloemscheede in een glasdoos op vochtig filtreerpapier uit te leggen. De grootte der pycniden bedroeg $150-300 \mu$, die der conidiën $4-8,5 \times 2,5-4 \mu$, gemidd. $6,2 \times 3,1 \mu$ (alléén eencellig).

Vergelijken we thans deze schimmel met de in het litteratuur-overzicht opgesomde schimmels, voor zoover deze hiervoor in aanmerking komen.

1e *Phyllosticta gemmipara* Zondag.

Vergelijkt men de boven gegeven beschrijving en afbeeldingen van *Ph. narcissi* Aderh. met de beschrijving en de afbeeldingen van Zondag van *Ph. gemmipara* Zondag, dan blijkt direct, dat deze twee schimmels zeer groote overeenkomst vertoonen.

Twee verschilpunten werden echter opgemerkt, n.l.:

1e Zondag geeft een afbeelding van een lengtedoorsnede van een pycnide, welk hierop een lange mondingspapil (snavel) vertoont. In den tekst spreekt hij echter over „een eenigszins uitstekenden mond”.

2e In afbeelding en tekst komen chlamydosporen in de pycniden voor.

Geen dezer beide eigenschappen werd echter opgemerkt aan een

door Zondag geïsoleerde stam, welke door hem aan het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn was opgezonden. Deze stam kwam geheel met *Ph. narcissi* Aderh. overeen; de volgende maten van conidiën werden gevonden (op haverhoutagar „rolcultuur”):

2-cellig 10%: $8-10,5 \times 2,5-5,5 \mu$, gemidd. $9 \times 4,3 \mu$.

1-cellig 90%: $4,5-9 \times 2,5-4,5 \mu$, gemidd. $6,7 \times 3,6 \mu$.

Wat betreft de twee genoemde verschilpunten doen zich de volgende mogelijkheden voor:

ad 1. Het door Zondag afgebeelde exemplaar had een abnormaal lange mondingspapil (twee andere door hem afgebeelde pycniden hebben een mondingspapil als *Ph. narcissi*) of deze pycnide werd scheef gesneden waardoor de mondingspapil abnormaal lang leek.

ad. 2. Deze chlamydosporenvormingen treden slechts zelden op (Zondag schrijft: „Zelfs in het inwendige van sommige pycniden ziet men, dat neiging tot chlamydosporenvorming bestaat”.) terwijl ook met de mogelijkheid van een waarnemingsfout moet worden gerekend. De pycniden zijn nl. door myceliumvertakkingen met chlamydosporen omgeven; bij het snijden kunnen deze gemakkelijk in de pycnide terecht komen.

Er bestaat dan ook o.i. geen aanleiding om op grond van deze event. verschilpunten de schimmel als een aparte soort te blijven beschouwen, zoodat de naam *Phyllostica gemmipara* Zondag voor dit organisme moet vervallen. Of er voldoende verschilpunten bestaan om van een andere variëteit te spreken werd niet nader onderzocht.

2e. *Phoma amaryllidis* Kotth. et Friedr.

De zeer korte beschrijving, welke door Kott h o f f en F r i e d r i c h s van deze schimmel wordt gegeven in hun voorloopige mededeeling, laat niet toe voldoende conclusies betreffende event. identiteit met *Ph. narcissi* Aderh. te trekken. De schimmel werd daarom opgevraagd en onderzocht; ook dit organisme komt wat betreft kleur, groeiwijze en myceliumvorm met *Ph. narcissi* zeer overeen.

Het gelukte helaas niet in cultuur pycniden van deze schimmel te verkrijgen; wel gelukte het éénmaal na een infectieproef op nar-

Naam van de schimmel	Waar-nemingen door:	Grootte (in μ) der pycniden	Percentage en grootte (in μ) der ééncellige conidiën	Percentage en grootte (in μ) der tweecellige conidiën	Substraat
<i>Phyllosticta narcissi</i> Aderh.	Aderhold Schrijver	100—225 165	100 % 5—8 $\times$ 3—4.5 $\pm$ 100 % 5—8 $\times$ 3—4 Gem. 6.3 $\times$ 3.3		Kersagar (stam geïsol. v. narcisbol).
	"		64 % 5—8 $\times$ 3—5 Gem. 6.4 $\times$ 3.6	36 % 9 10.5 $\times$ 4—5 Gem. 9.9 $\times$ 4.6	havermout („rol-cultuur”) zelfde stam als vorige.
	"	140—200	68 % 4.5—8 $\times$ 2.5—4 Gem. 6.8 $\times$ 3	32 % 7—11.5 $\times$ 3.5—4 Gem. 9 $\times$ 3.75	verzameld van narcisblad. *)
	"	150—300	100 % 4—8.5 $\times$ 2.5—4 Gem. 6.2 $\times$ 3.1		verzameld van Amaryl.-bloem-scheede.
<i>Phyllosticta gemnipara</i>	Zondag	100—340	2—18 $\times$ 2 8 Gem. 9 $\times$ 4.5	niet meer dan 4.2 % 2 cellig	Kersagar.
Zondag	Schrijver		90 % 4.5 9 $\times$ 2.5—4.5 Gem. 6.7 $\times$ 3.6	10 % 8 10.5 $\times$ 2.5—5.5 Gem. 9 $\times$ 4.3	havermout („rolcultuur”).
<i>Phoma amaryllidis</i>	Kotthoff & Friedrichs	160—330	100 % (?) 5—6 $\times$ 3 3.5		verzameld van Amaryl.-bloem-stengel.
Kotth. & Friedr.	Schrijver	175	100 % 5—7 $\times$ 2.5—3 Gem. 5.6 $\times$ 2.6		van narcisblad (kunstn. infectie).

*) Nog niet geheel rijp; de conidiën kwamen althans nog niet als een rank te voorschijn.

cisbladeren hierop enkele pycniden tot ontwikkeling te brengen door de bladeren vochtig te leggen. De volgende maten werden hierbij waargenomen:

pycniden ca. $175\ \mu$;

conidiën (alle 1-cellig): $5 - 7 \times 2.5 - 3\ \mu$, gemidd. $5.6 \times 2.6\ \mu$.

Of dit organisme ook met *Ph. narcissi* identiek is kon bij gebrek aan pycniden op kunstmatige voedingsbodems niet worden uitgemaakt.

In de tabel op blz. 68 vindt men de bovengenoemde maten van pycniden en conidiën van *Phyllosticta narcissi* Aderh., *Phyllosticta gemmipara* Zondag en *Phoma amaryllidis* Kotth. et Friedr. verenigd.

3e. *Stagonospora Curtisii* (Berk. ex Cke) Sacc.

Smith isoleerde *Ph. narcissi* Aderh. van narcissen en amaryllen, en hierbij ook een vorm gelijkend op *St. Curtisii* (Berk. ex Cke.) Sacc.: „In this study a different form resembling *Stagonosporium Curtisii* (Berk.) Sacc. was found. A study of this form and *Phyllosticta narcissi* indicates that the two are probably identical”.

Het gelukte hem uit de *Phyllosticta*-vorm de *Stagonospora*-vorm te verkrijgen en omgekeerd.

Neemt men verder in aanmerking, dat waarschijnlijk *St. Curtisii* (Berk. ex Cke) Sacc. door Aderhold werd geïsoleerd van narcissen, welke ook *Ph. narcissi* Aderh. bevatten; dat eerstgenoemde schimmel in het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” te Baarn herhaaldelijk van narcisbladeren werd geïsoleerd en ook door Kotthoff een *Stagonospora*-vorm op zieke Amaryllen werd aangetroffen (persoonlijke mededeeling), dan wordt het meer en meer waarschijnlijk, dat ook de Europeesche vormen van *Ph. narcissus* Aderh. met *St. Curtisii* (Berk. ex Cke.) Sacc. identiek zijn.

Of en zoo ja, in welk genetisch verband laatstgenoemde schimmel staat tot *St. narcissi* Hollós en *St. Crini* Bub. et Kab. kon niet worden nagegaan.

D. INFECTIEPROEVEN OP NARCISBOLLEN MET *PHYLLOSTICTA NARCISSI* ADERH.

Om na te gaan of *Phyllosticta narcissi* Aderh. onder bepaalde

omstandigheden bolrot kan veroorzaken, werden eenige narcisbollen van de variëteit Madame de Graaff op de in Hoofdstuk I beschreven wijze (boormethode) geïnfecteerd en, in kartonnen doosjes geborgen, geplaatst in de thermostaat (temperatuur 26,8° C., relatieve vochtigheid 98—100%¹⁾), de laboratoriumzaal (temp. 17—20° C., rel. vocht. 60—85%) en den kelder (temp. 8—10° C., rel. vocht. 98—100%). Voor alle infectieproeven op narcisbollen werd gebruik gemaakt van een stam, geïsoleerd van uitwendig op narcissen aanwezig mycelium. Dit geschiedde eind Januari 1930; na 3 weken vertoonden de bollen het volgende:

uit de thermostaat: in beneden- en bovenwaartsche richting is het weefsel bijna geheel donkerbruin verkleurd, in tangentiale richting is de verkleuring slechts enkele m.M. doorgedrongen.

uit de laboratoriumzaal: de verkleuring verliep hier op dezelfde wijze doch was nog niet zoo ver doorgedrongen; hier was de schijf nog niet verkleurd.

uit den kelder: de bruine verkleuring was hier vanuit het boorgat nog slechts enkele m.M. doorgedrongen.

Vier maanden na het begin van de proef werden de overige bollen gecontrôleerd, het resultaat was toen als volgt:

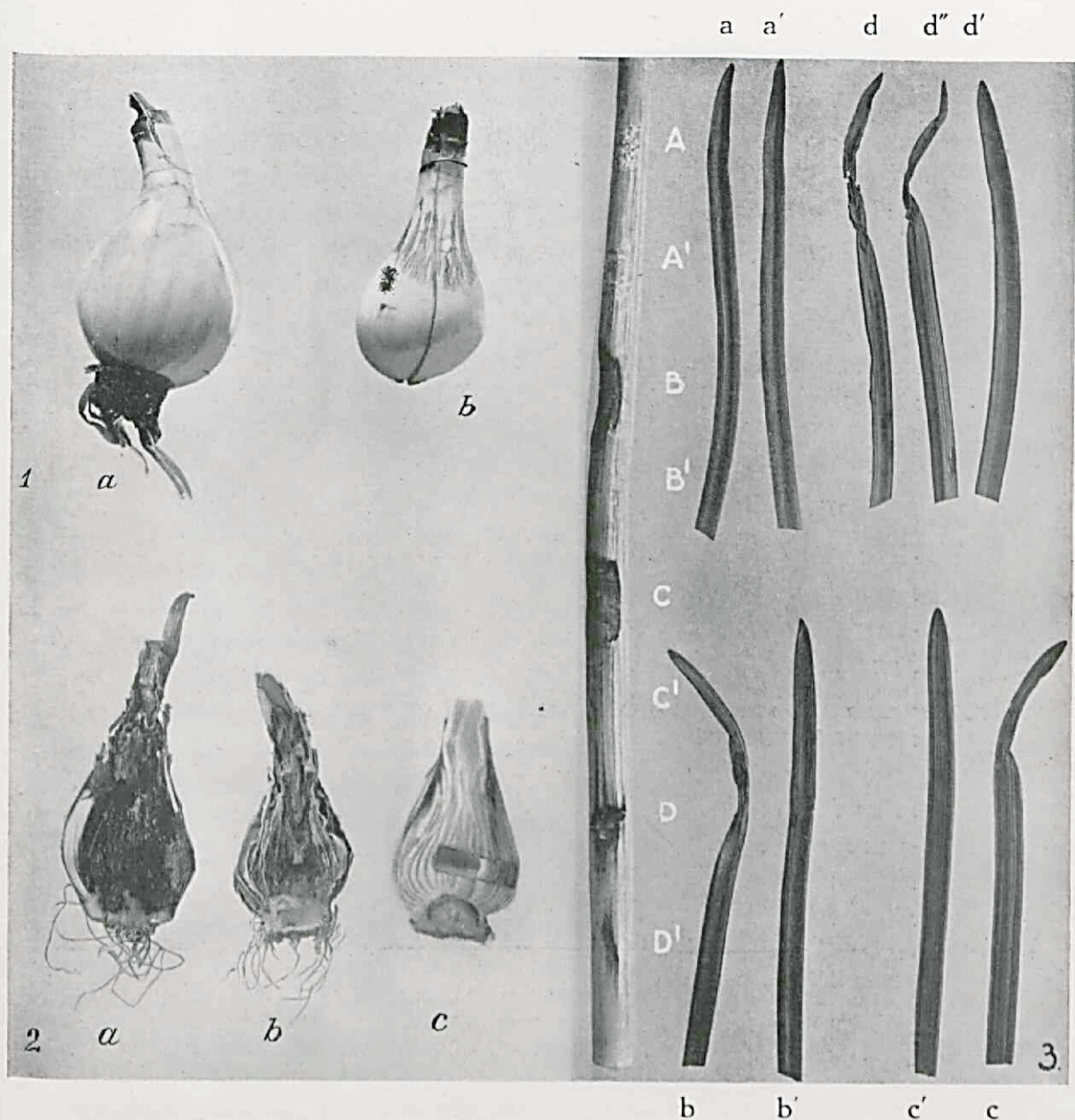
uit de thermostaat: hier werd geen aantasting waargenomen.

uit de laboratoriumzaal: het weefsel was van binnen geheel zwart en (waarschijnlijk door de drogere omgeving) gemummificeerd. Tusschen de rokken bevond zich een viltig grijs mycelium en jonge pycniden (welke echter nog geen conidiën bevatten) (Plaat III Fig. No. 2b.)

uit den kelder: ook hier was het weefsel op bijna de geheele doorsnede zwart verkleurd; het was hier echter niet gemummificeerd door vochtig en week, zoodat de bol van buiten taai aanvoelde. (Plaat III Fig. No. 2a.)

De contrôlebollen vertoonden geen verkleuring. (Plaat III Fig. No. 2c). Uit het verkleurde weefsel van de bollen uit laboratoriumzaal en kelder werd *Ph. narcissi* teruggeïsoleerd.

¹⁾ Er waren open schalen met steriel water in deze thermostaat geplaatst om een te droge atmosfeer te vermijden.



Phyllosticta narcissi Aderh. en verwante schimmels op Narcissen en Amaryllen.

Fig. 1. Narcisbollen van een Leedsii variëteit met mycelium van *Phyllosticta narcissi* Aderh.

Fig. 2. Narcisbollen Mad. de Graaff geïnfecteerd met *Phyllosticta narcissi* Aderh.

a, in den kelder, b, in de laboratoriumzaal, c, contrôlebol.

Fig. 3. Kruisinfecties met: 1^e *Phyllosticta narcissi* Aderh. — eigen isolatie; 2^e *Phyllosticta narcissi* Aderh. — isolatie Zondag. („*Phyllosticta gemmipara*” Zondag) en 3^e *Phoma amaryllidis* Koth. & Friedr. — isolatie Kothhoff — op Narcisbladeren (Leedsii Mrs. Langstry) en Amaryllstergel (*Hippeastrum vittata hybrida*)

A en a: contrôle, verwond.

A' en a': contrôle, onverwond.

B en b: infectie met stam Kothhoff & Friedrichs, verwond.

B' en b': infectie met stam Kothhoff & Friedrichs, onverwond.

C en c: infectie met stam Zondag, verwond.

C' en c': infectie met stam Zondag, onverwond.

D en d: infectie met eigen isolatie, verwond.

D' en d' + d'': infectie met eigen isolatie, onverwond.

Eind 1930 werden deze proeven herhaald met Leedsii narcissen Mrs. Langtry. Ditmaal werd een andere thermostaat gebruikt. (temp. 24—25° C., rel. vocht. 65—80%).

Na 6 weken was het resultaat aldus:

uit de thermostaat: waarschijnlijk geen aantasting; er was wel bruinkleuring, doch deze begon aan de hals en was waarschijnlijk alleen een gevolg van indroging.

uit de laboratoriumzaal: het weefsel was voor ongeveer de helft bruin verkleurd.

uit den kelder: het weefsel was grootendeels verkleurd; het olijfgroene mycelium was overal tusschen de rokken aanwezig.

De contrôlebollen vertoonden geen verkleuring. Uit het materiaal van laboratoriumzaal en kelder werd *Ph. narcissi* teruggeïsoleerd.

In de tabel op blz. 72 zijn de resultaten der 3 proeven samengevat.

Uit het bovenstaande blijkt, dat *Ph. narcissi* bolrot bij narcissen kan veroorzaken en dat hiervoor een vochtige omgeving noodig is; althans de resultaten van de laatste proef wijzen hierop. Verder verloopt bij voldoende vochtige omgeving de aantasting het snelst bij de hogere, het langzaamst bij de lagere temperaturen. Waaronder bij de tweede (en derde?) proef in de thermostaat geen bolrot ontstond is niet verklaard.

Ook werden in 1929/30 infectieproeven in den grond genomen door, op de in Hoofdstuk I beschreven wijze, de schimmel plus voedingsbodem in den grond te vermengen. Gebruikt werden dubbele narcissen von Sion en Leedsii narcissen. Een gedeelte van de bollen werd door prikwonden in de bolschubben en de schijf verwond. Er kon echter noch aan de bollen, noch aan de bladeren *Phyllosticta*-infectie worden waargenomen. Ook hernieuwde proeven in 1930/31 met Leedsii narcissen Mrs. Langtry in de kas hadden geen resultaat.

Ook werden narcisbollen met mycelium op en tusschen de rokken in ongeïnfecteerde grond uitgeplant, doch hiervan werden geen zieke bladeren verkregen.

Duur der proef	Plaats der proefobjecten	Temp. in °C.	rel. vocht. in %	Verkleuring in long. richting	Verkleuring in tang. richting	Kleur v. h. aangetaste weefsel	Nadere omschrijving
3 weken	thermostaat	26.8	98—100	bijna geheel	enkele m.M.	donkerbruin	
	lab. zaal .	17—20	60—85	{ groot deel (schijf nog niet)	" "	"	
	kelder . .	8—10	98—100	enkele m.M.	zeer gering	"	
4 maanden	thermostaat	26.8	98 100	geen	geen		{ bol gemummificeerd jonge pycniden tusschen de rokken. bol week.
	lab. zaal .	17—20	60—85	geheel	geheel	zwart	
	kelder . .	8—14	95—100	bijna geheel	bijna geheel	"	
6 weken	thermostaat	24—25	65—80	waarsch. geen.	waarsch. geen	donkerbruin	{ olijfgroen mycelium tusschen de rokken.
	lab. zaal .	17—20	60—85	± helft	eenige m.M.	"	
	kelder . .	10—14	98—100	grootendeels	grootendeels	"	

E. KRUISINFECTIES MET *PHYLLOSTICTA* STAMMEN
OP NARCISBLADEREN EN AMARYLSTENGELS.

Teneinde na te gaan of de pathogeniteit der verschillende stammen van *Phyllosticta narcissi* en verwante schimmels, afkomstig van narcissen en amaryllen, dezelfde was, werden kruisinfecties uitgevoerd met:

stam Kotthoff & Friedrichs (*Phoma amaryllidis*, geïsoleerd van Amaryl)

stam Zondag (*Phyllosticta gemmipara*, geïsoleerd met Amaryl);
eigen isolatie (*Phyllosticta narcissi*, geïsoleerd van narcisbol).

Met elk dezer stammen werd geïnfecteerd zoowel op narcisblad (Leedsii variëteit Mrs. Langtry) als op amarylstengel (*Hippeastrum vittata hybrida*); in beide gevallen zoowel met als zonder verwonding van de plant. De schimmels werden op kersagar gekweekt; een stukje van deze agar, met schimmel begroeid, werd op het plantendeel gelegd; door een raffiabandje, hetwelk losjes er omheen werd gebonden, werd het op zijn plaats gehouden. Daarna werd flink gegoten zoodat in en tusschen het raffia voldoende water was om directe uitdroging tegen te gaan; het gieten werd geregeld herhaald. De planten stonden in een verwarmde kas bij een temperatuur van 10—30° C., gemiddelde dagtemperatuur ca. 20° C. Bij de verwonde planten waren de plantendeelen van te voren met een prepareernaald van een aantal prikwonden voorzien. Bij de controleplanten werd een stukje kersagar met raffia op het plantendeel gebonden, nadat dit al of niet was verwond; deze planten werden ook verder geheel als de proefplanten behandeld.

Bij de proeven met verwonding trad in alle gevallen reeds na een week een zeer duidelijke aantasting op; bij de infecties zonder verwonding was dit slechts tweemaal het geval n.l. bij een narcisblad en amarylstengel geïnfecteerd met *Ph. narcissi*-eigen isolatie. Misschien was deze stam virulenter dan de oude stammen van Zondag en van Kotthoff & Friedrichs, misschien waren hier ook reeds kleine verwondingen aanwezig. Bij de contrôles trad nergens eenige aantasting op. Het ziektebeeld was bij alle infecties gelijk (Plaat III Fig. No. 3) en kan als volgt worden beschreven:

Op amarylstengel. Na een week had zich op den stengel op de plaatsen van aantasting een ca. $5 \times 1,5$ c.M. groote, ingezon-

ken plek gevormd. De hoofdkleur was zwart op grijs- en bruinachtigen ondergrond, de randen waren karmijnrood. Verder kwamen zwarte dwarse barsten voor; het geheel maakte sterk den indruk van een door schroeien verkoolde plek. Vanaf deze plek liepen longitudinale karmijnroode strepen, die zich, als men de stengel afgesneden liet liggen, snel uitbreidden. De onderste vlek op de photo (veroorzaakt door *Ph. narcissi* — eigen isolatie — op onverwonde plant) was nog slechts oppervlakkig; donker vermiljoen en in het centrum karmijnrood van kleur: de daarna optredende grijsbruine en zwarte verkleuring was hier nog niet aanwezig.

Op narcisbladeren. De bladtoppen waren over een lengte van 8—12 c.M. verdord, bruin tot geelbruin van kleur, welke via geel overging in de normale groene kleur. Op de plaats waar de schimmel was aangebracht waren de bladeren grauw (tot groen- of bruinachtig), ineengeschrompeld, droog en bros over een lengte van ca. 4 c.M. De geelbruine kleur der bladtoppen is op de photo helaas nauwelijks zichtbaar, nog het best bij de infectie met stam Kotthoff & Friedrichs.

Uit deze proeven blijkt, dat genoemde 3 stammen wat betreft pathogeniteit identiek zijn, (hetzij dan dat de stam *Ph. narcissi* — eigen isolatie — misschien iets virulenter was dan de beide andere).

Hetzelfde vond Smith voor *Phyllosticta narcissi* Aderh., geïsoleerd van narcissen en amaryllen in de Vereenigde Staten; althans hij vermeldt in zijn korte mededeeling: „This organism has been isolated from each of those hosts and successful inoculations and cross-inoculations have been made”, zonder echter te vermelden of het ziektebeeld steeds gelijk was.

F. CONCLUSIES.

Phyllosticta gemmipara Zondag en misschien ook *Phoma amaryllidis* Koth. et Friedr. moeten beschouwd worden tot dezelfde soort te behooren als *Phyllosticta narcissi* Aderh. De eerstgenoemde naam dient dus te vervallen. Of hier nog sprake is van verschillende rassen werd niet uitgemaakt. De 3 stammen vertoonen dezelfde pathogeniteit ten opzichte van *Narcissus Pseudonarcissus* en *Hippeastrum vittata hybrida*.

Hoewel *Ph. narcissi* Aderh. ook tweecellige conidiën voortbrengt,

werd deze schimmel niet gebracht tot het geslacht *Ascochyta*, omdat wellicht identiteit met een *Stagonospora*-soort bestaat. Smith toonde aan, dat waarschijnlijk identiteit bestaat met *St. Curtisii* (Berk. ex Cke) Sacc.; Petrak vermoedt verwantschap met *St. Crini* Bub. et Kab.

Phyllosticta narcissi Aderh. kan bolrot bij Narcissen veroorzaken; dit werd echter in de natuur nooit aangetroffen. Wel kan het mycelium op narcisbollen overwinteren.

HOOFDSTUK IV

BOLROT BIJ UIEN (*ALLIUM CEPA*) VEROORZAAKT DOOR SCHIMMELS VAN HET GESLACHT *FUSARIUM*

INLEIDING

Het doel van dit onderzoek was, na te gaan in hoeverre schimmels van het geslacht *Fusarium* een rol spelen bij bolrot van uien.

Het is bekend, dat onder bepaalde omstandigheden, een groot deel der in rennen of kuilen overwinterende uien door bolrot kan te gronde gaan, zoozeer zelfs, dat dit een der oorzaken is waarom uien bekend staan als een zeer „speculatief” gewas.

Een aantal *Fusarium*-species werd van uien geïsoleerd; doch het was niet mogelijk hierbij een typisch ziektebeeld vast te stellen. Bovendien bevatten uien, welke door een of andere oorzaak tot rotting zijn overgegaan zeer vaak *Botrytis* en bacteriën, zoodat het alleen voor iemand, die in of nabij een centrum van uiencultuur is gevestigd, mogelijk zal zijn de beginstadia der verschillende bolrot-ziekten in handen te krijgen en het natuurlijk verloop hiervan vast te stellen.

Om genoemde redenen werd getracht na te gaan, welke *Fusarium*-species, die in de litteratuur als van uien geïsoleerd worden opgegeven, bolrot kunnen veroorzaken.

LITTERATUUR-OVERZICHT

De litteratuur blijft hoofdzakelijk beperkt tot de Vereenigde Staten van Amerika, waar, in het algemeen, vooral in de Zuidelijke

Staten *Fusarium*-species veelvuldig rottingsverschijnselen teweeg brengen, hetgeen in Europa in veel mindere mate het geval schijnt te zijn.

Naast een aantal korte mededeelingen door de Experiment Stations der verschillende Staten, welke hier verder buiten beschouwing blijven, daar hier slechts als vermoeden wordt uitgesproken, dat men met een *Fusarium*-rot te doen heeft, zijn te onderscheiden:

1e litteratuur over *bolrot* veroorzaakt door *F. cepae* Hanz. en aanverwante soorten. Steeds wordt gesproken over bolrot op het veld, soms wordt bovendien vermeld, dat dit rot gedurende opslag en vervoer verder kan gaan.

2e litteratuur over een *wortel-aantasting*, z.g. „pink-root”, veroorzaakt door *F. malli* Taub. & Mally, resp. *F. cromyophthoron* Sid. en eventueel nog andere.

Het bolrot wordt het eerst in Japan beschreven door H a n z a w a (1915). De aantasting der bollen begint zijdelings of basaal, deze worden langzamerhand week en bruinachtig; het loof verkleurt over de geheele lengte; de wortels verkleuren en blijven dun. Infectie van gave uien mislukte. H a n z a w a beschouwt de betreffende schimmel als een wondparasiet (wonden door maden veroorzaakt) en geeft een, niet zeer volledige, beschrijving van deze als *Fusarium cepae* Hanz.

W a l k e r en T i m s (1924) beschrijven een bolrot in Illinois en spreken hierbij van een „semi-watery decay”. Hun beschrijving komt overeen met die van H a n z a w a. Hierbij verdient opmerking, dat zij een roze worden en langzaam vergaan van de wortels beschrijven. Het rot kan gedurende opslag verder gaan. Ook zij houden het door hen geïsoleerde organisme hoofdzakelijk voor een wondparasiet (optreden van maden), terwijl zij tevens het voorkomen van nog andere pathogene *Fusaria* hierbij aannemen. Zij beschouwen deze schimmel als identiek met *F. cepae* Hanz. en geven hiervan een nieuwe en vollediger beschrijving (*F. cepae* Hanz. emend. Walk. & Tims).

Door L i n k en B a i l e y (1926) wordt de verbreiding van het bolrot nagegaan; dit komt in alle uienstreken der Vereenigde Staten, Egypte en Spanje voor. Zij herhalen de beschrijving van W a l k e r en T i m s doch noemen het rot een „mealy decay”, dat

bij het mede-optreden van bacteriën „semi-watery to watery” kan worden. Het rot kan gedurende opslag verder gaan. Door hen werd een groot aantal *Fusaria* geïsoleerd en met deze (ongedetermineerd gelaten) schimmels werden infectieproeven gedaan; al één resultaat werd bereikt met soorten der Sectie *Elegans* en een enkele uit Sectie *Lisolea*. Verder werden door hen geïsoleerd: *F. mali* Taub. & Mally, *F. vasinfectum* Atk., *F. oxysporum* (Schl.) Wr., *F. Martii* App. & Wr. var. *minus* Sherb., *F. bulbigenum* Cke & Mass., *F. moniliforme* Sheld. Infectieproeven hiermede (in den bodem en door aanprikken van de bollen) hadden geen resultaat, op een enkele bolinfectie met *F. moniliforme* na. Tenslotte isoleerden zij nog:

1e *F. cepae* Hanz. (emend. Walk. & Tims); deze schimmel moet echter (mede ingevolge besluit der Fusarium-conferentie in Madison (Wisc.) gehouden) heeten: *F. zonatum* (Sher.) Wr. forma 1 Link. & B.;

2e *F. zonatum* (Sher.) Wr. forma 2 Link. & B., een van voorgaande iets afwijkende vorm;

3e *F. cepae* Hanz.; zij geven hiervan een nieuwe volledige beschrijving (*F. cepae* Hanz. emend. Link & Bailey).

Met deze drie vormen werden onder gunstige omstandigheden positieve infecties verkregen; ook noemen zij *F. bulbigenum* Cke & Mass. als soms pathogeen.

Tenslotte deden deze onderzoekers infectieproeven bij uienbollen met authentieke stammen van:

F. batatatis, *F. coeruleum*, *F. conglutinans*, *F. sambucinum* Fuck. (L. & B. noemen nog den vorigen naam *F. discolor*), *F. eumartii*, *F. hyperoxysporum*, *F. lycopersici*, *F. oxysporum*, *F. radiculicola*, *F. solani*, *F. sulphureum*, *F. vasinfectum*, *F. redolens*, *F. orthoceras*, *F. asclerotium*, *F. sclerotioides*, *F. zonatum*, *F. euoxysporum*, *F. bulbigenum*, *F. aurantiacum*, *F. orthoceras* var. *longius*, *F. mali*, echter alle zonder resultaat.

Palo (1928) beschrijft een bolrot op de Philippijnen, veroorzaakt door een schimmel, die zeer na verwant en waarschijnlijk identiek is met *F. zonatum* (Sher.) Wr. forma 1 Link. & B.

„Pink-root disease” werd in 1921 door Taubenhause en Mally voor het eerst meer uitvoerig beschreven, en kenmerkt

zich, zooals de naam aanduidt door het rood worden van de wortels. De planten blijven „stunted” en de bol blijft in grootte achter. Als veroorzaker der ziekte wordt opgegeven *F. mali* Taub. & Mally, terwijl een tweede *Fusarium*-soort de virulentie van eerstgenoemde zou kunnen verhoogen.

Door Sideris (1924) werden tijdens zijn onderzoekingen over „pink-root disease” een aantal *Fusaria* van uienwortels geïsoleerd, t.w.:

van Sectie *Elegans*:

F. oxysporum Schl., *F. mali* Taub., *F. redolens* Wr., *F. lutulatum* Sher., *F. oxysporum* var. *resupinatum* Sher., *F. oxysporum* var. *longius* Sher., *F. orthoceras* var. *triseptatum* Wr., *F. angustum* Sher.;

van Sectie *Discolor*:

F. sambucinum Fuck. (Sid. noemt nog den vorigen naam *F. discolor* App. & Wr.), *F. sulphureum* Schl. (Sid. noemt nog den vorigen naam *F. discolor* var. *sulphureum* App. & Wr.), *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc.;

van Sectie *Martiella*:

F. radicola Wr., *F. Martii* App. & Wr.;

van Sectie *Moniliforme*:

F. moniliforme Sheld.;

terwijl de volgende *Fusaria*, eveneens van uienwortels geïsoleerd, als nieuwe soorten door hem werden beschreven:

van Sectie *Elegans*:

F. cromyophthoron Sid., *F. rhizochromatistes* Sid., *F. rhizochromatistes* var. *microsclerotium* Sid., *F. sclerostromaton* Sid., *F. loncheceras* Sid., *F. loncheceras* var. *microsporon* Sid.

Dezelfde onderzoeker publiceerde in 1929 zijn onderzoekingen omtrent de physiologie van *Allium cepa* en omtrent de *Fusarium*-soort, welke in 30—40% van de gevallen van uien met „pink-root disease” werd geïsoleerd, n.l. *F. cromyophthoron* Sid., welke volgens hem nauw verwant en waarschijnlijk identiek is met *F. cepae* Hanz.

In hetzelfde jaar publiceerde Hansen de resultaten van zijn onderzoekingen omtrent „pink-root disease”, welke ziekte volgens hem veroorzaakt wordt door *Phoma terrestris* Hansen (ook door Sideris werd een *Phoma* spec. geïsoleerd) en niet door *Fusaria*.

Hansen verkreeg n.l. 100% infectie met *Phoma terrestris*, terwijl Taubenhause en Mally en ook Sideris slechts onder gunstige omstandigheden een, dan nog veel geringere, aantasting konden verkrijgen.

INFECTIEPROEVEN OP UIENBOLLEN MET *FUSARIUM SPECIES*

Met alle in het voorgaande litteratuur-overzicht vermelde *Fusaria*, voor zooverre deze in het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn aanwezig waren, werden infectieproeven gedaan.

Bovendien werden infectieproeven genomen met: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *F. fructigenum* Fries, *F. herbarum* (Cda.) Fries, *F. lini* Bolley, *F. oxysporum* var. *gladioli* Massey, *F. subcarneum* Crouan, *Calonectria graminicola* (B. & Br.) Sacc. = *F. decemcellulare* Brick., *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sacc. = *F. graminearum* Schwabe, als zijnde eenige der meest hier voorkomende *Fusarium*-soorten.

Daar volgens de nieuwste naamlijst van Wollenweber (1931) verscheidene *Fusaria* van naam moeten veranderen, werden de nieuwe namen in de onderstaande opsomming naast de oude namen vermeld. Duidelijkheidshalve werden dus ook de oude namen nog genoemd; hetzelfde geldt voor de naamsverandering door Link en Bailey.

De infecties geschieden oorspronkelijk in snijwonden, op de in Hoofdstuk I beschreven wijze. De uien werden geborgen in kartonnen doosjes en geplaatst in den kelder, waar een hoge relatieve vochtigheid heerschte. Deze schommelde n.l. tusschen 98 en 100%. De temperatuur bedroeg 8—10° C.

Niettemin bleek na 14 dagen, dat de rijst, met de zich daarop bevindende *Fusaria* begon in te drogen, terwijl aan de wondranden en ook op andere plaatsen, zooals aan schijf en hals van de uien vrij veel *Penicillium* verontreiniging optrad. De uien werden daarom toen, na desinfectie van *Penicillium* verontreiniging, overgebracht in glasdoozen met nat filtreerpapier. Deze glasdoozen werden in de thermostaat geplaatst, waar een temperatuur heerschte van 23—23.5° C., in de hoop, dat deze temperatuur de aantasting door de schimmel zou bevorderen. In de glasdoozen bedroeg

de relatieve vochtigheid 100%, daar zoowel het glas als de uien steeds met een groot aantal kleine druppeltjes waren bedekt. Onder deze omstandigheden trad echter vrij veel *Botrytis* verontreiniging op, terwijl bovendien na verloop van 2—3 maanden bij doorsnijden der uien bleek, dat nergens aantasting door de *Fusaria* had plaats gehad. De eenige verschijnselen die konden worden waargenomen waren:

1e Verdroging en verkleuring van de buitenste rok vnl. om de wond, dit trad echter evenzoo bij de contrôle-bollen op.

2e Een zwakke grauwbachtige verkleuring van de tweede rok onder de plaats van de wond bij infecties met *F. cromyophthoron*, *F. lutulatum*, *F. moniliforme*, *F. sambucinum* en *F. sulphureum*. In geen van deze gevallen kon hieruit echter de schimmel worden teruggeïsoleerd, noch de aanwezigheid van mycelium in het weefsel worden vastgesteld.

3e Een roodkleuring van de buitenste rok rondom de wond bij *F. oxysporum*. Daarna verdroogde deze rok echter en kon geenerlei aantasting worden vastgesteld.

Daar dus bovengenoemde methode geen resultaat opleverde werden ook hier de infecties herhaald op de in Hoofdstuk I beschreven „boormethode”. De uien werden in kartonnen doosjes opgeborgen en geplaatst in een thermostaat, waar een temperatuur heerschte van 26,5—28° C., de temperatuur was echter bijna steeds 26,8° C. Teneinde de uien tegen te groote uitdroging te beschermen werden onder in de thermostaat platte schalen met steriel water geplaatst, waardoor een relatieve vochtigheid van ca. 100% ontstond. (De Polymeter noteerde 98—100%; de wanden der thermostaat waren steeds vochtig aangeslagen). Deze methode voldeed zeer goed, zooals uit onderstaande bespreking der resultaten blijkt; ook trad verontreiniging door *Penicillium* of andere schimmels slechts sporadisch op.

Op 30 Januari 1930 werden alle uien in de thermostaat geplaatst; 10 dagen later vond de eerste contrôle plaats, waarbij de uien overlangs door het boorgat werden doorgesneden. Van alle uien, ook van die bij welke geen verkleuring van het weefsel kon worden waargenomen, werden stukjes weefsel uitgelegd op kersagar.

Bij de tweede contrôle, welke wederom 10 dagen later plaats

vond, en waarbij in het algemeen de aantastingen reeds belangrijk verder waren voortgedrongen, werd de tweede helft van de geïnfecteerde uien doorgesneden. Er werd ditmaal zorgvuldig voor gewaakt, dat bij het doorsnijden het boorgat en dus het oorspronkelijk ingebrachte mycelium niet werden geraakt, teneinde bij de terugisolatie zekerheid te hebben, dat de schimmel ook inderdaad uit het aangetaste weefsel afkomstig was en niet met het doorsnijden een stukje ingebracht mycelium of ingebrachte conidiën konden zijn meegesleept. De resultaten waren als volgt:

F. angustum Sher.

Bij geen van beide contrôles was aantasting te zien; wel vormde zich een weinig luchtmycelium in het boorgat. Ook de terugisolaties leverden niets op.

F. avenaceum (Fr.) Sacc. thans *F. herbarum* (Cda.) Fr. var. *avenaceum* (Fr.) Wr.

Bij de eerste contrôle was de doorboorde helft nog slechts weinig, bij de tweede contrôle grootendeels verkleurd. Terugisolaties leverden in beide gevallen de schimmel op.

F. bulbigenum Cke & Mass.

Bij de eerste contrôle was het doorboorde deel niet alleen verkleurd, doch bovendien geheel papperig. Bij de terugisolaties bleken behalve de schimmel ook bacteriën aanwezig te zijn. Bij de tweede contrôle waren de rokken om het boorgat over eenigen afstand verkleurd. Ook hier werd de schimmel teruggeïsoleerd.

F. cepae (Hanz.) em. Link. & Bail. (onder dezen naam van W o l l e n w e b e r ontvangen) thans *F. oxysporum* Schlecht.

Bij de eerste contrôle werd eenige verkleuring om het boorgat vastgesteld; bij de tweede contrôle was deze verder doorgedrongen en liep over de geheele hoogte van den rok, ook in tangentialen richting was eenige verkleuring. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd.

F. cepae Hanz. (emend. Walk. & Tims) daarna *F. zonatum* (Sher.) Wr. forma 1 Link & B., thans *F. vasinfectum* Atk. var. *zonatum* (Sher.) Wr. forma 1 (Link & B.) Wr.

Bij de eerste contrôle was het aangeboorde gedeelte over eenigen afstand verkleurd; ook bij de tweede contrôle was dit, doch hier in wat meerdere mate, het geval; hier was het

weefsel bovendien papperig. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd; in het tweede geval waren bovendien bacteriën aanwezig.

F. coeruleum (Lib.) Sacc.

Bij de eerste contrôle kon geen verkleuring worden waargenomen, wel had zich in het boorgat luchtmycelium ontwikkeld. Bij de tweede contrôle waren de rokken om het boorgat over eenigen afstand verkleurd; in beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd.

F. cromyophthoron Sid. thans *F. bulbigenum* Cke & Mass. *forma* 1 Wr.

Bij de eerste contrôle was het aangeboorde deel verkleurd en week; bij de tweede was dit met bijna de geheele ui het geval, bovendien was hier het weefsel gedeeltelijk papperig. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd en waren bacteriën aanwezig.

F. culmorum (W. G. Sm.) Sacc.

Bij beide contrôles was de doorboorde helft van de ui in beneden- en bovenwaartsche richting geheel, in tangentiale richting slechts weinig verkleurd. De schimmel kon echter niet worden teruggeïsoleerd; wel waren in beide gevallen bacteriën aanwezig.

F. fructigenum Fries. thans *F. lateritium* Nees. *var. fructigenum* (Fr.) Wr.

Bij de eerste contrôle was géén, bij de tweede echter een uitgebreide verkleuring zichtbaar. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd.

F. herbarum (Cda.) Fries.

In beide gevallen waren de uien geheel verkleurd, papperig en zeer waterig. Bij de terugisolaties waren veel bacteriën aanwezig, zoodat het alleen bij de eerste contrôle mogelijk was de schimmel terug te isoleeren.

F. lini Bolley.

Bij de eerste contrôle was geen verkleuring, wel luchtmycelium in het boorgat te zien. Bij de tweede contrôle waren aan de doorboorde zijde de buitenste rokken rood verkleurd en week. In het eerste geval werd de schimmel niet, in het tweede geval wel teruggeïsoleerd.

F. loncheceras Sid.

Bij de eerste contrôle was een aantasting niet met zekerheid vast te stellen; bij de tweede waren de rokken van de doorboorde helft in op- en neerwaartsche richting geheel, in tangentielle richting weinig aangetast. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd.

F. loncheceras var. *microsporon* Sid.

In beide gevallen was de doorboorde helft geheel verkleurd en kon de schimmel worden teruggeïsoleerd.

F. lutulatum Sher. thans *F. vasinfectum* var. *lutulatum* (Sher.) Wr.

In geen van beide gevallen kon verkleuring worden waargenomen; in het eerste geval had zich géén, in het tweede geval een weinig luchtmycelium in het boorgat ontwikkeld. De terugisolaties leverden niets op.

F. mali Taub. & Mally thans *F. solani* (Mart. pr. p.) var. *medium* (App. & Wr.) Wr.

Bij de eerste contrôle kon géén, bij de tweede een geringe verkleuring worden waargenomen; in het eerste geval had zich wel luchtmycelium in het boorgat ontwikkeld. In beide gevallen kon de schimmel worden teruggeïsoleerd.

F. Martii App. & Wr. thans *F. solani* (Mart. pr. p.) var. *Martii* (App. & Wr.) Wr.

In beide gevallen kon een geringe verkleuring en ontwikkeling van luchtmycelium worden waargenomen. Alleen bij de tweede contrôle kon de schimmel worden teruggeïsoleerd.

F. orthoceras var. *triseptatum* Wr.

Bij de eerste contrôle kon géén, bij de tweede een geringe verkleuring worden waargenomen. Alleen in het laatste geval kon de schimmel worden teruggeïsoleerd.

F. oxysporum Schl. emend. Wr.

Bij de eerste contrôle kon geen verkleuring worden waargenomen, bij de tweede was het doorboorde gedeelte der rokken in de lengterichting geheel, in tangentielle richting over eenigen afstand verkleurd. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd.

F. oxysporum var. *gladioli* Massey.

In beide gevallen kon géén verkleuring, wel een geringe

luchtmycelium-ontwikkeling worden waargenomen. De schimmel kon niet worden teruggeïsoleerd.

F. radicicola Wr. thans *F. javanicum* Koord. var. *radicicola* Wr.

Bij beide contrôles kon een geringe verkleuring slechts met onvoldoende zekerheid worden vastgesteld. In het tweede geval kon de schimmel echter worden teruggeïsoleerd.

F. redolens Wr.

Ook hier kon in beide gevallen een geringe verkleuring, echter met onvoldoende zekerheid, worden vastgesteld, wel had zich in beide gevallen luchtmycelium in het boorgat ontwikkeld. Alleen in het eerste geval kon de schimmel worden teruggeïsoleerd.

F. rhizochromatistes Sid.

Hoewel in geen van beide gevallen verkleuring kon worden waargenomen (wel luchtmycelium), werd in beide gevallen de schimmel teruggeïsoleerd.

F. rhizochromatistes var. *microsclerotium* Sid.

Bij de eerste contrôle werden noch verkleuring, noch luchtmycelium waargenomen. Bij de tweede contrôle waren de roken aan de doorboorde zijde in de lengterichting geheel, in tangentielle richting over eenigen afstand verkleurd. Ook alleen in dit geval werd de schimmel teruggeïsoleerd.

F. sambucinum Fuck. thans = *Gibberella pulicaris* (Fr.) Sacc.

Bij de eerste contrôle was het aangeboorde deel grotendeels verkleurd en week. Hier werd de schimmel teruggeïsoleerd en waren bacteriën aanwezig. Bij de tweede contrôle was géén verkleuring en een zwak luchtmycelium waar te nemen; hier kon de schimmel niet worden teruggeïsoleerd.

F. sclerostromaton Sid. thans *F. angustum* Sher.

Bij de eerste contrôle was het aangeboorde deel slechts weinig, bij de tweede grotendeels verkleurd en papperig. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd en waren bacteriën aanwezig.

F. solani (Mart. pr. p.) App. & Wr.

In het eerste geval kon een zeer geringe verkleuring, echter niet met voldoende zekerheid, worden vastgesteld; in het tweede geval kon in het geheel geen verkleuring worden waar-

genomen. Alleen in het eerste geval kon de schimmel één keer worden teruggeïsoleerd.

F. subcarneum Crouan. thans *F. sambucinum* Fuck. var. *medium* Wr.

Bij geen van beide contrôles was verkleuring te zien, wel had zich een weinig luchtmycelium ontwikkeld. Alleen bij de eerste contrôle werd de schimmel één keer teruggeïsoleerd.

F. sulphureum Schlecht. thans *F. sambucinum* Fuck. forma 6. Wr.

Bij beide contrôles werden een geringe verkleuring en de vorming van luchtmycelium waargenomen. De schimmel kon niet met zekerheid worden teruggeïsoleerd.

F. vasinfectum Atk.

Bij geen van beide contrôles kon verkleuring of vorming van luchtmycelium worden waargenomen. De schimmel werd in geen enkel geval teruggeïsoleerd.

Calonectria graminicola (B. & Br.) Sacc. = *F. decemcellulare* Brick.

In geen van beide gevallen trad verkleuring op; wel kwam nog een weinig luchtmycelium in het boorgat tot ontwikkeling. De terugisolaties leverden niets op.

Gibberella moniliformis (Sh.) Wineld. = *F. moniliforme* Sheld.

Bij de eerste contrôle kon géén, bij de tweede wel verkleuring worden waargenomen en wel vnl. in de lengterichting, slechts weinig in tangentielle richting. In beide gevallen werd de schimmel teruggeïsoleerd.

Gibberella saubinetii (Mont.) Sacc. = *F. graminearum* Schwabe.

Bij beide contrôles was het doorboorde gedeelte grotendeels verkleurd. De schimmel kon steeds gemakkelijk worden teruggeïsoleerd.

Contrôle Uien.

Deze waren niet alleen geheel gaaf en blank, doch ook van indroging of verkleuring van de randen van het boorgat was geen sprake.

Zooals uit bovenstaande opsomming blijkt kan een groot aantal *Fusaria* onder de bovengenoemde omstandigheden als wonderparasiet optreden; daarbij bijna steeds een grauwe verkleuring veroorzakend. Het verkleurde weefsel maakte de indruk van meer waterhoudend, z.g. „glazig” te zijn, doch deed in stevigheid voor het

Naam der <i>Fusarium</i> -soort.	Eigen infectieproeven	Infectieproeven door andere onderzoekers gedaan
<i>F. angustum</i> Sher.	—	
<i>F. lutulatum</i> Sher. thans <i>F. vasinfectum</i> var. <i>lutulatum</i> (Sher.) Wr.	—	
<i>F. oxysporum</i> var. <i>gladioli</i> Massey	—	
<i>F. vasinfectum</i> Atk.	—	L & B. —
<i>Calonectria graminicola</i> (B. & Br.) Sacc. = <i>F. decemcellulare</i> Brick.	—	
<i>F. culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.	±	
<i>F. herbarum</i> (Cda.) Fries	±	
<i>F. redolens</i> Wr.	±	L & B. —
<i>F. sambucinum</i> Fuck. thans = <i>Gibberella pulicaris</i> (Fr.) Sacc.	±	
<i>F. solani</i> (Mart. pr. p.) App. & Wr.	±	L & B. —
<i>F. subcarneum</i> Crouan thans <i>F. sambucinum</i> Fuck. var. <i>medium</i> Wr.	±	
<i>F. sulphureum</i> App. & Wr. thans <i>F. sambucinum</i> Fuck. forma 6 Wr.	±	
<i>F. avenaceum</i> (Fr.) Sacc. thans <i>F. herbarum</i> (Cda.) Fr. var. <i>avenaceum</i> (Fr.) Wr.	+	
<i>F. bulbigenum</i> Cke & Mass.	+	L & B. +
<i>F. cepae</i> (Hanz.) em. Link & Bail. (stam Wol-lenweber) thans <i>F. oxysporum</i> Schlecht.	+	
<i>F. cepae</i> (Hanz.) Walk & Tims daarna <i>F. zonatum</i> (Sher.) Wr. forma 1 Link & B. thans <i>F. vasinfectum</i> Atk. var. <i>zonatum</i> (Sher.) Wr. forma 1 (Link & B.) Wr.	+	H. +, W & T. + L & B. —
<i>F. coeruleum</i> (Lib.) Sacc.	+	
<i>F. cromeophthoron</i> Sid. thans <i>F. bulbigenum</i> Cke & Mass. forma 1. Wr.	+	
<i>F. fructigenum</i> Fries thans <i>F. lateritium</i> Nees. var. <i>fructigenum</i> (Fr.) Wr.	+	
<i>F. lini</i> Bolley	+	
<i>F. loncheceras</i> Sid.	+	
<i>F. loncheceras</i> var. <i>microsporon</i> Sid.	+	
<i>F. malli</i> Taub. & Mally thans <i>F. solani</i> (Mart. pr. p.) var. <i>medium</i> (App. & Wr.) Wr.	+	L & B. rot + bacteriën.
<i>F. Martii</i> App. & Wr. thans <i>F. solani</i> (Mart. pr. p.) var. <i>Martii</i> (App. & Wr.) Wr.	+	
<i>F. orthoceras</i> var. <i>triseptatum</i> Wr.	+	
<i>F. oxysporum</i> Schl. emend. Wr.	+	L & B. —
<i>F. radicicola</i> Wr. thans <i>F. javanicum</i> Koord. var. <i>radicicola</i> Wr.	+	L & B. —
<i>F. rhizochromatistes</i> Sid.	+	
<i>F. rhizochromatistes</i> var. <i>microsclerotium</i> Sid.	+	
<i>F. sclerostromaton</i> Sid. thans <i>F. angustum</i> Sher.	+	
<i>Gibberella moniliformis</i> (Sh.) Wineld. = <i>F. moniliforme</i> Sheld.	+	L & B. +
<i>Gibberella saubinetii</i> (Mont.) Sacc. = <i>F. graminearum</i> Schwabe	+	

+ = positieve infectie.

— = negatieve infectie.

± = niet met zekerheid vastgestelde aantasting (doordat de schimmel in het geheel niet of alleen bij de eerste controle kon worden teruggeïsoleerd).

H. = Hanzawa

W & T = Walker & Tims.

L & B. = Link & Bailey.

gezonde weefsel niet of weinig onder. Deze soort verkleuring werd in vorenstaande opsomming eenvoudig als „verkleuring” aangeduid. Soms was het weefsel echter papperig uiteengevallen, dan waren echter steeds ook bacteriekolonies aanwezig. Ook in verscheidene andere gevallen waren de cultures bij terugisolatie niet geheel bacterievrij, wat zich uitte in een neergeslagen en min of meer plakkerig voorkomen van het luchtmycelium der schimmel. Dit werd korthedshalve niet steeds vermeld.

Vorenstaande tabel geeft een samenvatting der resultaten.

Verder zien we, dat de verkleuring in de lengterichting der rokken meest zeer snel, in tangentielle richting, dus in de breedterichting der rokken langzaam of althans veel langzamer voortdringt. Dat de verkleuring verder in de richting van het boorgat doordrong, m.a.w. dat de schimmel onbeschadigde rokken binnendrong, kon nooit met zekerheid worden waargenomen. We moeten dus aannemen, dat genoemde *Fusaria* alle of althans meerendeels alléén als wonderparasiet optraden, al of niet bij aanwezigheid van (in samenwerking met?) bacteriën.

Ook werd met bovengenoemde *Fusaria* een infectieproef op uien in den vollen grond genomen op de in Hoofdstuk I beschreven wijze. Door het zeer talrijk optreden van maden van de uienvlieg (*Anthomyia antiqua* Meig.) mislukte deze proef echter.

SUMMARY

1. A description of the macroscopic and microscopic characteristics of Narcissus bulbs, suffering from so-called Fusarium bulb rot, is given. From these bulbs *Fusarium orthoceras* App. & Wr. was isolated. Inoculation experiments with this organism carried out both on plants growing in infected soil and on stored bulbs, proved that *F. orthoceras* causes a decay of Narcissus bulbs. The inoculation experiments in infected soil gave rise to plants with curved and injured leaves; these leaves wilted sooner than the healthy ones, especially at the concave side. The inoculation experiments on stored bulbs demonstrated that different Narcissus varieties have a different susceptibility to the decay. — A method for inoculating stored bulbs is described.
2. A root disease of Narcissus and Hyacinthus, the so-called „vanden-wortel-gaan”, is described. From the decayed roots of Narcissus, *Cylindrocarpon radicola* Wr. was isolated and from those of Hyacinthus *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. Inoculations and cross-inoculations with these organisms in the field and in the glasshouse made it evident, that *C. radicola* causes the above mentioned decay of Narcissus roots, but no decay of Hyacinth roots; and on the other hand, that *F. culmorum* causes the above mentioned decay of Hyacinth roots but no decay of Narcissus roots. — With regard to the bulbs, the situation is as follows; in naturally infected plants the organisms did not give rise to bulb rot, when the bulbs were stored under different conditions. Inoculation experiments on stored Narcissus bulbs had no results whatever. When stored Hyacinth bulbs were inoculated with *F. culmorum*, however, a decay resulted.
3. *Phyllosticta narcissi* Aderh. was isolated from uninjured Nar-

cissus bulbs (the mycelium growing between the healthy scales) and from yellow, shriveled Narcissus leaves. The same fungus was isolated from diseased Amaryllis (*Hippeastrum*) scapes. The identity of this organism with *Phyllosticta gemmipara* Zondag, and the possible identity with *Phoma amaryllidis* Kotth. & Friedr., both isolated from diseased *Hippeastrum*, are pointed out. Inoculation experiments with the three organisms on Narcissus and *Hippeastrum* were carried out; they all caused the same injury both on Narcissus and *Hippeastrum*.

4. Inoculations were made on stored onion bulbs with 32 different *Fusarium* species, at about 26,8° C. (23 of which being mentioned by different authors as isolated from *Allium cepa*). In 20 cases bulb rot was produced; in 5 cases results were negative and in 7 cases uncertain.

LITTERATUURLIJST

- ADERHOLD, RUD. Arbeiten der bot. Abt. der Versuchsstation des Kgl. Pomologischen Instituts zu Proskau. II Bericht.
- 1900, Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten, VI, 620/33.
- COOK, MEL. T. and TAUBENHAUS, J. J. Trichoderma königii, the cause of a disease of sweet potatoes.
- 1911, Phytopathology, Vol. I, No. 6, 184/9.
- COOKE, M. C. Praecursor Monographiam Hendersoniae.
- 1878, Nuovo Giornale Botanico Italiano, 17.
- New British Fungi.
- 1887, Grevillea, Vol. XVI, 42/9.
- DOUGHERTY, PAUL, I. Red leaf-spot of Hippeastrum.
- 1916, Phytopathology, Vol. 6, 309.
- DRAHEIM, W. Beiträge zur Kenntnis des Wurzelwerkes von Iridaceae, Amaryllidaceae und Liliaceae.
- 1929, Botan. Archief, 385/440.
- FOEX, ET. et ROSELLA, ET. Recherches sur le Piétin.
- 1930, Annales des Epiphyties, 16e Année, No. 2, 51/82.
- GERRETSEN, F. C., HISSINK, D. J., VOLKERSZ, K. en ZIJLSTRA, K. Een onderzoek naar de oorzaken en de bestrijding van het z.g.n. van den wortel gaan van Narcissen en Hyacinthen.
- 1927, Verslagen v. Landbouwk. Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations, No. XXXII, 302/384.
- HANSEN, H. N. Etiology of pink-root disease of onions.
- 1929, Phytopathology, Vol. 19, No. 8, 691/704.
- HANZAWA, JUN. Fusarium cepae, ein neuer Zwiebelpilz Japans, sowie einige andere Pilze an Zwiebelpflanzen.
- 1915, Mycologisches Centralblatt, Bd. V, 4/13.
- HOLLÓS¹⁾
- 1906, Ann. Mus. Nat. Hung. V, 354.
- HUBER, G. A., A simple method of inoculating the apple.
- 1930, Phytopathology, Vol. 20, No. 1, 101/2.

¹ Kon niet worden geraadpleegd.

- KOTTHOFF, P. und FRIEDRICHS, G. Der rote Brenner der Amaryllis.
1929, Obst-und Gartenbauzeitung, No. 3, 32/3.
- LINK, GEORGE, K. K. and BAILEY, ALICE, A. Fusaria causing bulb rot of Onions.
1926, Journ. of Agric. Research, Vol. 33, No. 10, 929/52.
- MASSE, G. A disease of Narcissus Bulbs.
1913, Kew Bulletin of miscellaneous information, 307/9.
- v. d. MEER, J. H. H. Verticillium wilt of herbaceous and woody plants.
1925, Meded. der Landb. Hoogeschool Wageningen, Dl. 28, 5/7.
- OUDEMANS, C. A. J. A. Contributions à la Flore mycologique des Pays-Bas, XVII.
1900, Ned. Kruidk. Archief, 3e Serie, 2e deel, 170.
- PALO, M. A., A Fusarium causing bulb rot of onion in the Philippines.
1928, Philipp. Agric. XVII, 6, 301/16.
- PETRAK, F. Ueber eine neue Amaryllis-Krankheit.
1930, Die Gartenbauwissenschaft, Bd. 3, Heft 1, 74/8.
- PHYTOPATHOLOGISCH LABORATORIUM „WILLIE COMMELIN SCHOLTEN“, BAARN.
1911, Jaarverslag, 16/20.
1913/4, Jaarverslag, 15/17.
1915, Jaarverslag, 7/9.
1916, Jaarverslag, 3/6.
- REINKING, O. A. and WOLLENWEBER, H. W. Tropical Fusaria.
1927, The Philippine Journ. of Science, Vol. 32, No. 2, 103/253.
- SACCARDO, P. A. Sylloge Fungorum.
- SCHMIDT, EBERHARD. Schädigungen der Kartoffel durch Pilze der Gattung Fusarium Lk.
1928, Arb. aus der Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtschaft Bd. 15, Heft 5, 537/92.
- SHERBAKOFF, C. D. Fusaria of Potatoes.
1915, Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Memoir No. 6, 87/270.
- SIDERIS, C. P. Species of Fusarium isolated from onion roots.
1924, Phytopathology, Vol. 14, No. 5, 211/6.
- v. SLOGTEREN, E., De herkenning van het aaltjes-ziek der Narcissen en de bestrijding der ziekte in een partij, zolang deze te velde staat.
1919, Weekblad v. Bloembollencultuur van 2 Mei.
— Warm-waterbehandeling van Narcissen.

- 1930, Meded. No. 37 v. h. Lab. v. Bloembollen-Onderzoek, Lisse.
- SMITH, C. O. Leaf and scape spot of the Amaryllidaceae in California.
- 1929, Phytopathology, Vol. 19, 1138/9.
- TAUBENHAUS, J. J. and MALLY, FRED. W. Pink root disease of onions and its control in Texas.
- 1921, Texas Agric. Exp. Stat. Bull. No. 273.
- WALKER, J. C. and TIMS, E. C., A *Fusarium* bulb rot of Onion and the Relation of Environment to its Development.
- 1924, Journ. of Agric. Research, Vol. XXVIII, No. 7, 683/94.
- WEISS, FREEMAN. The basal rot of narcissus bulbs caused by *Fusarium* sp.
- 1929a, Phytopathology, Vol. 19, 99.
- The relation of the hot water treatment of narcissus bulbs to basal rot.
- 1929b, Phytopathology, Vol. 19, 100.
- The Use of Fungicides in Connection with the Hot Water Treatment of Narcissus Bulbs.
- 1929c, The Florist Exchange and Horticulture Trade World, Vol. LXXII, No. 3, 13.
- Late News about Narcissus Basal Rot Control.
- 1930, The Florist Exchange and Horticulture Trade World, Vol. LXXIII, No. 4, 11.
- de WIT, O. Luchtgebrek in den bodem.
- 1924, De Hobaho (Uitg. N.V. Holl. Bloemb. Huis, Lisse). Herplaatst 1930, No. 31.
- Het wortelrot der narcissen en hyacinthen.
- 1930, De Hobaho (Uitg. N.V. Holl. Bloemb. Huis, Lisse) No. 33, 34, 37.
- WOLLENWEBER, H. W. Ueber Fruchtformen der krebserregenden Nectriaceen.
- 1928, Zeitschr. f. Parasitenkunde, Bd. 1, Heft 1, 138/73.
- *Fusarium*-Monographie.
- 1931, Zeitschr. f. Parasitenkunde, Bd. 3, Heft 3, 269/516.
- ZONDAG, J. L. P. *Phyllosticta gemmipara* N. Sp. oorzaak eener ziekte van Amaryllis (*Hippeastrum hybridum*).
- 1929, Tijdschr. over Plantenziekten, Jg. 25, Afl. 4, 97/107.

STELLINGEN

I

Virusziekten kunnen door zaad worden overgebracht op een volgende generatie.

II

Voor het bestudeeren van bacterieele plantenziekten zijn z.g. reïncultures, verkregen door uitzaaien of uitstrijken, niet betrouwbaar. Het is noodzakelijk ééncelcultures te isoleeren.

III

Actinomyceten zijn in hun morphologische en physiologische eigenschappen niet zoo veranderlijk als door Lieske wordt voorgesteld.

IV

Een onderzoek naar den invloed van molybdaen op de plant is gewenscht.

V

Periodiciteit in de bladontwikkeling van de plant moet niet alleen worden toegeschreven aan uitwendige omstandigheden, doch berust ook op inwendige oorzaken.

VI

Voor het onderzoek van physiologische veranderingen in bladeren verdient de „twin-leaf” methode de voorkeur boven de „half-leaf” methode.

F. E. Denny. The twin-leaf method of studying changes in leaves.

Contrib. Boyce Thompson Inst. Vol. 2. No. 10. 1930.

VII

Het bestaan van symbiose tusschen hogere planten en mieren moet worden betwijfeld.

VIII

De haren der zoogdieren moeten worden afgeleid van holokrine huidklieren.

IX

De onder de namen *Locusta danica* en *Locusta migratoria* bekende sprinkhanen zijn vormen van eenzelfde soort. Welke vorm zich ontwikkelt hangt af van de graad van isolement waaronder de individuen zijn opgegroeid.

B. P. Uvarov, Bull. Entom. Research, XII, 1921.

V. S. Plotnikov, Bull. Entom. Research, XIV, 1923.

I
Ut
1