



# Fusarium-aantastingen van erwten

<https://hdl.handle.net/1874/319861>



*R. qu. 292, 1934.*

FUSARIUM-AANTASTINGEN  
VAN ERWTEN

JOHN C. WENT

et





Met dankbare herinnering  
aan de by u doorgebrachte uren

Harmonie











FUSARIUM-AANTASTINGEN VAN ERWTEN





# FUSARIUM-AANTASTINGEN VAN ERWTEN

---

## PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN  
DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE  
AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,  
OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS,  
Dr. C. W. STAR BUSMANN, HOOGLEERAAR  
IN DE FACULTEIT DER RECHTSGELEERD-  
HEID, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT  
DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKIN-  
GEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN  
NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN OP  
MAANDAG 11 JUNI 1934, DES  
NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

**JOHANNA CATHARINA WENT**

GEBOREN TE UTRECHT.

---

DRIJKKERIJ HOEIJENBOS & CO N.V. UTRECHT

1934

BIBLIOTHEEK DER  
RIJKSUNIVERSITEIT  
UTRECHT.





AAN MIJN OUDERS.





Van de gelegenheid, mij door het verschijnen van dit proefschrift geboden, om allen, die mij gedurende mijn studietijd met raad en daad ter zijde hebben gestaan, te bedanken, maak ik gaarne gebruik.

In de eerste plaats wil ik een woord van warme dank richten tot U, Hooggeleerde Westerdijk, Hooggeachte promotor. Uw opgewekte geest en het persoonlijk contact, dat gij steeds met Uw leerlingen onderhoudt, zijn van onschatbare waarde voor mij geweest en hebben in hooge mate tot zoowel mijn wetenschappelijke als algemeene vorming bijgedragen.

Beste Vader, wat het werken in Uw laboratorium onder Uw leiding voor mij beteekent heeft, kan ik niet onder woorden brengen. Deze tijd behoort tot de prettigste van mijn studietijd. Het is mij dan ook heel moeilijk gevallen voor de richting, welke ik bij mijn promotie uit zou gaan, mijn keuze te bepalen. Ten slotte heeft de aantrekkingskracht, welke de toegepaste wetenschap voor mij heeft, de doorslag gegeven.

Hooggeleerde Rutten, ofschoon ik niet tot Uw eigenlijke leerlingen behoor, wil ik U toch speciaal bedanken voor Uw opwekkende colleges en excursies, maar vooral U en Mevrouw Rutten beide voor de gastvrijheid, welke ik steeds bij U aan huis heb mogen ondervinden.

Ook U, Hooggeleerde Pulle, Jordan, Nierstrasz en Kruyt, dank ik zeer voor het genoten onderwijs.

De bereidwilligheid waarmee gij, Zeergeachte van Luyk, mij steeds met Uw uitgebreide kennis terzijde hebt gestaan, heb ik altijd buitengewoon op prijs gesteld.

U Zeergeachte van Beyma thoe Kingma ben ik bijzonder erkentelijk voor de hulp bij het determineeren van de in dit proefschrift behandelde *Fusaria*.

Al degenen, die mij in Zeeland en in de IJpolder behulpzaam zijn geweest bij het verzamelen van mijn materiaal en verder al degenen, die op eenigerlei wijze bijgedragen hebben tot het tot stand komen van dit proefschrift, wil ik hiervoor hartelijk dank zeggen. Vooral U, waarde de Bouter, voor de uitstekende verzorging van de teekeningen in dit proefschrift en het personeel van het Laboratorium „Willie Commelin Scholten” en van Cantonspark voor hun groote hulpvaardigheid.

Er rest mij nog het bestuur van het Laboratorium „Willie Commelin Scholten” dank te zeggen voor de gastvrijheid, welke ik in dit laboratorium genoten heb.

---



## INHOUD.

---

	Blz.
INLEIDING . . . . .	1
HOOFDSTUK I . . . . .	3
a. Literatuur over Fusarium-aantastingen van erwten . . . . .	3
b. Beschrijving van het ziektebeeld en verspreiding van de St. Jansziekte . . . . .	9
HOOFDSTUK II. De parasieten . . . . .	13
a. Isolaties uit St. Janszieke erwten . . . . .	13
b. Beschrijving van de geïsoleerde Fusaria . . . . .	15
c. Literatuur over de geïsoleerde Fusaria . . . . .	27
HOOFDSTUK III. Infecties met de geïsoleerde schim- mels . . . . .	31
a. Infectiemethode . . . . .	31
b. Infecties met eenige variëteiten van <i>Fusarium</i> <i>solani</i> (Mart.) App. et Wr. . . . .	35
c. Infecties met <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. . . . .	46
d. Infecties met <i>Fusarium equiseti</i> (Cda.) Sacc. . . . .	50
e. Infecties met eenige <i>Fusaria</i> uit de sectie <i>Roseum</i> Wr. . . . .	53
f. Samenvatting van de voorgaande infecties; in- fecties met combinaties van deze <i>Fusaria</i> . . . . .	55
g. Infecties met <i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc. . . . .	57

	Blz.
HOOFDSTUK IV. Invloed van uitwendige omstandigheden op de infectie . . . . .	60
a. Invloed van de watervoorziening . . . . .	60
b. Invloed van de temperatuur . . . . .	63
 HOOFDSTUK V. Invloed van de aantasting op verschillende erwtensoorten . . . . .	 67
 HOOFDSTUK VI. Binnendringen van Fusarium in de wortel . . . . .	 71
Summary . . . . .	78
Literatuurlijst . . . . .	79

## INLEIDING.

---

In 1903 werd door v a n H a l l (22) voor het eerst de aandacht gevestigd op de in Zeeland sinds lang onder de naam van St. Jansziekte bekende erwtenziekte.

Op grond van eenige geslaagde infectieproeven schreef hij deze ziekte toe aan een *Fusarium*, welke hij *Fusarium vasinfectum* var. *pisi* noemde.

Sinds 1903 zijn er door verschillende onderzoekers in andere landen wortelaantastingen door *Fusarium* beschreven. Dit waren meestal verschillende *Fusaria*, die zelfs niet tot eenzelfde sectie behoorden. In Amerika werden uit een aangetast veld meerdere parasitaire *Fusaria* gehaald.

W o l l e n w e b e r (65) kwam dan ook tot de overtuiging dat dezelfde aantasting door verschillende *Fusarium*soorten veroorzaakt kan worden.

In deze publicatie wordt nu de vraag behandeld in hoeverre men bij de St. Jansziekte in Nederland te maken heeft met een aantasting, welke door een of meer *Fusaria* veroorzaakt kan worden en indien het meerdere *Fusaria* zijn, in hoeverre deze met de reeds bekende erwtenparasieten overeenstemmen.

Daarnaast wordt voor zoover mogelijk de invloed van de uitwendige omstandigheden op de infectie nagegaan. Dit laatste vooral omdat het optreden van de ziekte in verschillende jaren zeer sterk kan variëren.



Verder is getracht de gevoeligheid van eenige erwtensoorten voor de gevonden parasieten na te gaan. In Amerika was reeds uit eenige onderzoekingen gebleken, dat verschillende erwtensoorten zeer verschillende gevoeligheid voor *Fusaria* kunnen bezitten.

Tenslotte werd nog het binnendringen van de parasitaire *Fusaria* in de wortel van de erwtenplanten nagegaan. Dit was van belang om te weten of deze *Fusaria* in staat zijn door een onbeschadigde wortel naar binnen te dringen en op welke manier dit binnendringen dan verder plaats vindt.

## HOOFDSTUK I.

---

### a. Literatuur over *Fusarium*-aantastingen van erwten.

Zooals reeds in de inleiding vermeld is, verscheen de eerste mededeeling over het optreden van *Fusarium* als een parasiet van de erwt van de hand van van Hall 1903 (22). Deze ziekte is bekend onder de naam van St. Jansziekte, omdat het eerste optreden ervan omstreeks St. Jan, 24 Juni, plaats vindt. Zij treedt pleks-gewijze in de erwtenvelden op. De planten worden ontijdig geel en sterven dientengevolge veel te vroeg af.

In de schors en het merg van de wortels van deze planten groeit een schimmel welke bij isolatie een *Fusarium* blijkt te zijn. Van Hall beschrijft hem als *Fusarium vasinfectum* var. *pisi*.

In 1910 stellen Appel en Wollenweber (2) een systeem op, waarbij ze de verschillende kenmerken opgeven volgens welke *Fusaria* gedetermineerd moeten worden. Doordat de beschrijving van van Hall uit 1903 dateert zijn een aantal van deze kenmerken v.n. sporengrootte niet vermeld, waardoor het niet mogelijk is deze schimmel in het tegenwoordige systeem onder te brengen. Wel is uit de beschrijving op te maken dat deze schimmel tot de sectie *Elegans* behoort.

Wollenweber (69) die in 1923 opgeeft dat de St. Jansziekte vermoedelijk veroorzaakt wordt door *Fusarium redolens*, meent, dat deze waarschijnlijk identiek is met de door van Hall beschreven *Fusarium vasinfectum* var. *pisi*.

Van Hall voert eenige infecties in watercultures uit met



de door hem geïsoleerde *Fusarium*, waarbij hem blijkt, dat de schimmel naar binnen dringt en een donkere verkleuring van de wortelhals veroorzaakt terwijl de planten geel worden.

In 1906 beschrijft Schikorra (46) een erwtenziekte; hij meent dat deze overeenkomt met de door van Hall beschreven St. Jansziekte. De ziekte treedt evenals de St. Jansziekte pleksgewijze in het veld op. Op zulke plekken verdrogen de planten en vallen om. Dergelijke plekken maken de indruk, dat de planten uitgetrokken zijn. Bij het verdrogen treedt meestal een gele verkleuring op.

Deze beschrijving klopt echter niet met die van van Hall, waar juist het geel worden 't meest opvallende is, en niet gesproken wordt over omvallen van de planten. Men krijgt niet de indruk dat hier dezelfde aantasting beschreven wordt, hoewel het natuurlijk mogelijk is, dat de andere uitwendige omstandigheden dit verschil in ziektebeeld te voorschijn roepen.

Schikorra geeft verder op, dat de stengelbasis een bruine verkleuring vertoont, terwijl er spleten in optreden. Op deze plaats zit zoowel in de schors als in de vaten mycelium; verder naar boven alleen in de vaten. Hij meent dat de *Fusarium* welke hij hieruit isoleert identiek is met de door van Hall beschreven *Fusarium vasinfectum* var. *pisi*.

Appel en Wollenweber die deze zelfde *Fusarium* in 1910 (2) determineeren noemen hem *Fusarium falcatum* App. et Wr. Hij hoort dus in een heel andere sectie thuis dan de door van Hall beschreven *Fusarium*.

In 1910 geven Mortensen, Rostrup en Kølpin Ravn (42) op, dat zij in Denemarken *Fusarium vasinfectum* var. *pisi* van erwten hebben geïsoleerd. Dit is alleen een korte mededeeling zonder verdere beschrijving van de schimmel.

Door Appel en Wollenweber 1910 (2) wordt nog *Fusarium subulatum* App. et Wr. en door Wollenweber 1913 (65) *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Fusarium redolens* Wr. en *Fusarium Martii* App. et Wr. van erwt geïsoleerd. Van *Fusarium Martii* geeft Wollenweber op, dat het een saprophyt is; met *Fusarium redolens* daarentegen voerde hij geslaagde



infectieproeven uit. Of dit met *Fusarium oxysporum* ook gebeurd is, kon ik uit de publicatie niet opmaken.

Hij spreekt het vermoeden uit, dat de St. Jansziekte door meer dan één *Fusarium* veroorzaakt wordt.

In Sorauers „Handbuch der Pflanzen-Krankheiten” 1923 noemt Wollenweber als vermoedelijke veroorzaker van de St. Jansziekte *Fusarium redolens*.

In Zweden isoleerde Turesson 1920 (60) nog *Fusarium viticola* Thuem. van erwten. Zijn beschrijving van het ziektebeeld komt ook niet overeen met de door van Hall gegeven beschrijving van de St. Jansziekte. De aangetaste planten in het veld verwelken en verdrogen; echter niet pleksgewijze. Hij heeft eenige geslaagde infectieproeven uitgevoerd, maar bij zeer hoge temperatuur, zooals duidelijk uit de photo in zijn publicatie te zien is.

Ogilvie en Mulligan 1930 (43) geven voor Engeland *Fusarium Martii* var. *pisi* Jones als erwtenparasiet op.

In Amerika is veel meer over *Fusarium*-aantastingen van erwten gewerkt. De eerste, die hier een *Fusarium*-aantasting van de erwt noemt, is Lewis 1913 (35). Hij geeft op dat hij *Fusarium orthoceras* App. et Wr. van erwten geïsoleerd heeft.

Bisby 1918 (4) beschrijft een aantasting van de erwt, waarbij de plant bij hoge temperatuur verwelkt, bij lage temperatuur daarentegen blijft doorgroeien. Deze aantasting wordt veroorzaakt door een *Fusarium*.

Jones 1923 (32) beschrijft deze *Fusarium* als *Fusarium Martii* var. *pisi*. Bij de verwelkte planten zijn de vaatbundels rood verkleurd. Deze aantasting was echter lang niet zoo ernstig als de zeer schadelijke aantasting van de erwt door *Aphanomyces euteiches* (Jones 1923 (31)).

Bisby probeerde in 1919 (5) nog erwten met verschillende *Fusaria* te infecteeren. Met de door hemzelf geïsoleerde *Fusarium* kreeg hij een duidelijk wortelrot, met *Fusarium oxysporum* Schlecht. en *Fusarium Martii* App. et Wr. een lichte aantasting, terwijl infectie met *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. niet slaagde.

Stone 1924 (55) isoleerde uit zieke erwten een *Fusarium*, die veel op *Fusarium vasinfectum* var. *pisi* v. Hall leek, en een *Rhizoctonia*. Met elk apart kon hij infectie krijgen, maar met beide samen trad pas het ziektebeeld op zooals dat in 't veld gevonden wordt. Dit is de eenige publicatie waaruit zou blijken dat *Fusarium* alléén de infectie niet tot stand kan brengen.

Linford 1928 (36) beschrijft het optreden van een ernstige erwtenziekte in Wisconsin. De *Fusarium*, welke hij isoleert, beschrijft hij als *Fusarium orthoceras* var. *pisi*.

De aantasting treedt meestal pleksgewijze in het veld op. Eerst krijgen de planten een blekere kleur, later worden ze geel. Dit is de eerste beschrijving welke geheel overeenkomt met het ziektebeeld zooals dit door van Hall beschreven wordt. Bij alle andere beschrijvingen was er sprake van verwelking, deze trad evenals het geel worden, pleksgewijze in het veld op. *Fusarium orthoceras* var. *pisi* groeit in de vaten; echter treedt de aantasting reeds op vóór er veel schimmel in de vaten te vinden is. In 1929 geeft Linford (37) op, dat deze aantasting niet alleen in Wisconsin, maar bijna door geheel Amerika heen voorkomt.

Linford zet zijn onderzoekingen over deze aantasting voort en publiceert in 1931 (38, 39, 40) een drietal artikelen waarin hij tot de conclusie komt, dat de resistentie van sommige erwtensoorten tegen deze schimmel veroorzaakt wordt, doordat de schimmel hier niet in staat is in de vaten van de wortel binnen te dringen, en dat deze niet uit ongevoeligheid van de erwt voor de vergiftige afscheidingsproducten van de schimmel verklaard moet worden.

Bracht hij de schimmel n.l. in de bovengrondsche deelen van de resistente planten, dan werden deze zelfs sterker aangetast dan de gevoelige soorten. De resistentie staat dus in verband met het wortelstelsel.

Uit slechts enkele proeven meent hij te kunnen aantonen, dat het verwelken van de planten niet veroorzaakt wordt door een verminderde wateropname, maar door verhoogde transpiratie.

Verder vond hij steeds een vermindering van de infectie in gesteriliseerde grond ten opzichte van die in ongestiliseerde grond.



Jones en Linford schreven de aantasting ieder aan één bepaalde *Fusarium* toe, Starr 1932 (54) isoleert uit zieke erwten meerdere *Fusaria*, die pathogeen bleken te zijn. Hij vond voornamelijk *Fusarium orthoceras* var. *pisi* Linf., *Fusarium bullatum* Sherb. en *Fusarium acuminatum* Ell. et. Ev. emend. Wr. De eerste van deze drie *Fusaria* trad het sterkst in de vaten op, de andere twee iets minder. Brown en Evans 1932 (7) en 1933 (8) isoleeren nog *Fusarium merismoides* Cda., welke ook parasitair blijkt te zijn.

Door Wade 1929 (61) en Walker 1931 (62) en 1933 (63) waren erwtensoorten uitgezocht, die resistent tegen *Fusarium orthoceras* var. *pisi* waren. Snijder 1933 (52) isoleerde echter een *Fusarium* welke dicht in de buurt van *Fusarium orthoceras* var. *pisi* staat en juist de tegen de laatstgenoemde schimmel resistente erwtenrassen aantastte.

Het blijkt uit deze laatste onderzoeken duidelijk, dat men hier ook met een aantasting te maken heeft welke door meerdere verschillende *Fusaria* veroorzaakt wordt, wat Wollenweber al in 1913 als veronderstelling uitsprak over de aantastingen in Europa.

Snijder 1933 (53) onderzocht nu de variatie in *Fusarium orthoceras* var. *pisi*. Hij kon verschillende stammen onderscheiden, welke niet alle even parasitair waren, maar zij tastten geen van alle de resistente erwtensoorten aan. In 1932 (51) had hij een artikel gepubliceerd, waaruit blijkt dat overbrenging van deze schimmel door zaad mogelijk is.

Walker en Snijder 1933 (64) meenen, dat ze de verschillende erwtenaantastingen kunnen verdeelen in wortelrot, dat behalve door *Fusarium Martii* var. *pisi* veroorzaakt wordt door *Aphanomyces* en *Rhizoctonia*, en een verwelkingsziekte, welke veroorzaakt wordt door *Fusarium orthoceras* var. *pisi* en de door Snijder geïsoleerde *Fusarium*, welke in de buurt van *Fusarium orthoceras* var. *pisi* staat.

Volgens Horsfall en Kertesz 1933 (27 en 28) zouden de erwten van door de verschillende schimmels aangetaste planten grooter zijn dan die van gezonde planten. De opgegeven cijfers



liggen echter zeer dicht bij elkaar. Het drooggewicht van de aangetaste planten gaat achteruit en de bloei wordt verkort, waardoor er minder peulen aan de plant komen. Dit zou dan misschien de verklaring voor de grootere erwten geven.

Louise Solberg Heimbeck 1933 (25) meent, dat alle vorige onderzoeken onjuist zijn en erwtenaantastingen alleen veroorzaakt worden door een bacterie. *Fusarium*, *Aphanomyces*, enz. zouden secundair zijn. Haar betoog is echter zeer weinig overtuigend.

Togashi (59) beschrijft in 1918 nog een erwtenaantasting in Japan, welke door 3 verschillende *Fusaria* veroorzaakt wordt. Hij determineert deze als *Fusarium arthrosporioides* Sherb., *Fusarium sporotrichioides* Sherb. en *Fusarium anguioides* Sherb. Het verwelken van de planten treedt op, nadat de schimmel in de vaten is binnengedrongen. Langs de stengelbasis lopen roodbruine strepen; hierlangs of hoger worden lichtoranje sporen gevormd. *Fusarium arthrosporioides* is de sterkste parasiet. Niet alle erwtensoorten zijn even vatbaar.

Aan het slot van deze publicatie geeft hij een lijst van *Fusaria* welke van erwten geïsoleerd zijn. Een aantal daarvan werden alleen vermeld in een mededeeling, door Wollenweber aan Togashi gedaan en zijn verder nergens in de literatuur te vinden. Deze soorten volgen hieronder:

*F. herbarum* (Cda.) Fr.

*F. herbarum* var. *gibberelloides* Wr.

*F. culmorum* (W. G. Smith) Sacc.

*F. dimerum* (Penzig).

*F. conglutinans* Wr.

*F. blasticola* Rostrup.

Aan de hand van deze zelfde mededeeling vermeldt Togashi dat *F. Martii* var. *pisi* Jones vermoedelijk *Fusarium Martii* var. *minus* Sherb. is. Deze mededeeling is ook niet in een latere publicatie van Wollenweber terug te vinden.

## b. Beschrijving van het ziektebeeld en verspreiding van de St. Jansziekte.

In de erwtenvelden in Zeeland treden ieder jaar in meerdere of mindere mate tegen het eind van Juni of het begin van Juli groote gele plekken op. De gele planten sterven eerder af dan de andere uit ditzelfde veld. Hoe vroeger dit verschijnsel optreedt hoe schadelijker het voor de oogst is.

Deze gele plekken treden zeer willekeurig in het veld op. Een enkele maal krijgt men de indruk dat het de lagere plekken in het veld zijn die aangetast worden, maar meestal is hier niets van te zien en liggen de plekken volmaakt willekeurig. Soms is bijna het geheele veld ontijdig geel.

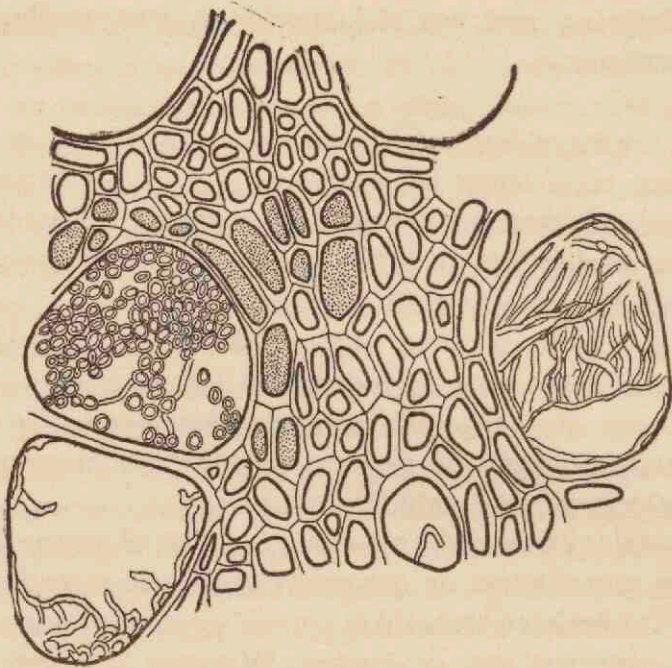
De wortels van de zieke planten zijn in het algemeen donkerder van kleur dan die van de gezonde planten, maar veel verschil is er niet. Het heele ziektebeeld is eigenlijk een vervroeging van het normale afsterven van de erwten. Wanneer de ziekte dus laat optreedt is het duidelijk dat de wortels van gezonde planten in dien tijd ook al eenige bruinkleuring vertoonen. In 1932 verzamelde ik materiaal op 11 Juli. Er waren toen al velden waar ik niet zeker was of ik met gewone afstervingsverschijnselen of met een zeer uitgebreid ziektebeeld te maken had. In deze gevallen nam ik geen materiaal mee. In 1933 verzamelde ik materiaal op 3 Juli. Er waren toen nog nergens normale afstervingsverschijnselen te zien. Het verschil tusschen wortels van gezonde en zieke planten was dan ook veel grooter.

In 1931, 1932 en 1933 werd in de IJpolder van 3 velden en in Zeeland van 21 velden materiaal verzameld.

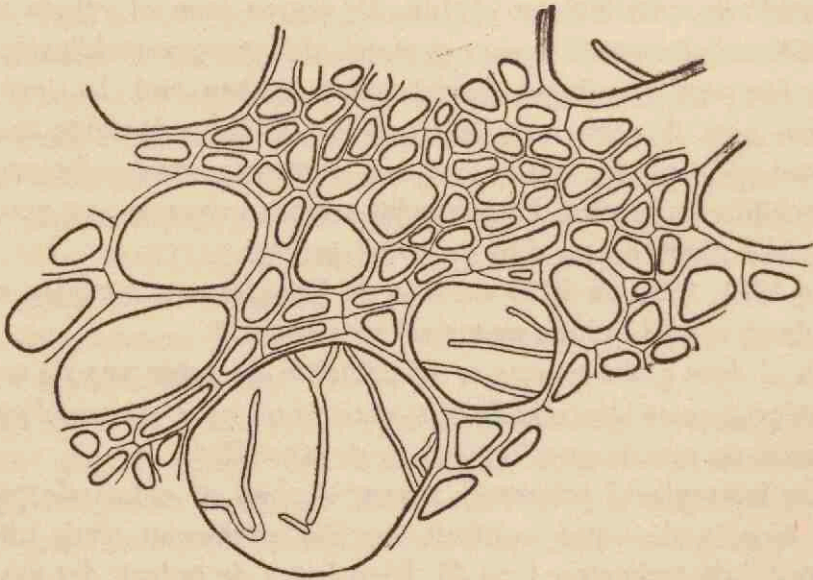
In al deze gevallen was er schimmel in de vaten van de wortel aanwezig, soms alleen in de zijwortels of onder in de hoofdwortel, maar in de meeste gevallen ook in de wortelhals.

De hoeveelheid schimmel, d.w.z. hyphen of chlamydosporen, die men in de vaten aantreft kan buitengewoon sterk uiteenloopen (zie teekening 1 en 2). Men krijgt de indruk dat een vat in teekening 1 opgevuld is met chlamydosporen.





Teekening 1. Doorsnede door het vaatbundelgedeelte van de wortelhals van een St. Janszieke erwte. Vergr. 400 ×



Teekening 2. Doorsnede door het vaatbundelgedeelte van de wortelhals van een St. Janszieke erwte. Vergr. 400 ×



Deze verschillen in het voorkomen van de schimmel in de vaten zijn te verklaren, doordat uit het verdere onderzoek blijkt, dat men zeer veel verschillende *Fusaria* uit deze wortels kan isoleeren, waarvan een groot aantal behoorende tot de secties *Martiella*, *Elegans*, *Gibbosum*, *Roseum* en *Discolor*, parasitair voor erwten bleken te zijn.

Ook in de schors zijn schimmeldraden aanwezig, maar deze zouden makkelijk secundair kunnen zijn, want bijna altijd is de schors van deze wortels gescheurd of gedeeltelijk verdwenen.

Wat voorkomen en verspreiding van de ziekte aangaat, kan men zeggen dat deze speciaal op kleigronden te vinden is. Bij het onderzoek dat van Hall in 1902 en 1903 uitvoerde over de St. Jansziekte, werden hem monsters planten gestuurd uit Zeeland, Friesland en Utrecht. In al deze gevallen isoleerde hij een *Fusarium*, welke hij *Fusarium vasinfectum* var. *pisi* noemde. Latere mededeelingen over het optreden van de ziekte staan in de Verslagen en Mededeelingen van de directie van de landbouw, uitgegeven door het Departement van Binnenlandsche Zaken en Landbouw. In 1903, 1905, 1908, 1910, 1915, 1916, 1922, 1927 en 1931 zou de ziekte zijn opgetreden. Vergelijkt men hier echter de opgaven van de stand der landbouwgewassen van hetzelfde departement, die eenige malen per jaar verschijnen, mee, dan wordt hierin vermeld dat de ziekte in 1913, 1929, 1931, 1932 en 1933 optreedt. In al deze gevallen was er natuurlijk geen sprake van, dat door isolatie getracht werd na te gaan of men hier met een *Fusarium* aantasting te doen had.

Over het algemeen heerscht de meening dat St. Jansziekte optreedt na een periode van droogte. Dit komt uit in 1931 toen er een heftige aantasting van de St. Jansziekte optrad. In veel van de opgegeven jaren komt dit echter niet uit en is er juist een koude natte periode aan het uitbreken van de ziekte voorafgegaan.

De gegevens zijn echter te onzeker zoodat het niet mogelijk is een verband tusschen de weersgesteldheid en het optreden van de ziekte te leggen.

Zooals reeds in het literatuuroverzicht uiteengezet is, wordt

ook buiten Nederland meerdere malen gesproken over het optreden van de St. Jansziekte. Maar de beschrijving van het ziektebeeld is nooit volkomen hetzelfde als dat van de St. Jansziekte. Op de mogelijkheid dat dit een gevolg van bodem en klimaat is werd al gewezen.

Alleen de beschrijving welke Linford 1928 (36) geeft van een erwtenaantasting in Amerika, die veroorzaakt wordt door *Fusarium orthoceras* var. *pisi*, komt geheel overeen met het ziektebeeld van de St. Jansziekte.

## HOOFDSTUK II.

### DE PARASIETEN.

#### a. Isolaties uit St. Janszieke erwten.

Het materiaal dat gebruikt is voor de isolaties, was afkomstig van 24 verschillende velden.

Voor het isoleeren werden wortelhals, hoofd- en zijwortels gebruikt. Stukjes hiervan werden snel uitwendig gedesinfecteerd en nadat zij tusschen steriel filtreerpapier gedroogd waren, uitgelegd op kersagar of op 2% agar met leidingwater zonder toevoeging van een verdere voedselbron.

Bij het isoleeren bleek overwegend *Fusarium* geïsoleerd te worden. Daarnaast vooral *Ascochyta*. Maar deze trad overal in het veld op, niet alleen op de St. Janszieke plekken.

In 1931 verzamelde ik op 5 Juli materiaal van 3 velden in de IJpolder en op 24 Juli kreeg ik materiaal van Tholen en de Kreekrakpolder toegezonden.

Hieronder volgt een lijst van de hieruit geïsoleerde *Fusaria*.

	Aantal uitgelegde wortelstukjes	Aantal malen Fus. geïsoleerd	Aantal malen Fus. uit de sectie Martiella	Gedetermineerde <i>Fusaria</i>
IJpolder Veld I	8	5 ×	0 ×	<i>F. anguioides</i> <i>F. herbarum</i> (3 ×)
IJpolder Veld II	4	9 ×	5 ×	<i>F. anguioides</i> <i>F. equiseti</i> <i>F. herbarum</i> <i>F. solani</i> var. <i>Martii</i> (3 ×) <i>F. solani</i> var. <i>striatum</i>
IJpolder Veld III	4	0 ×	0 ×	
Tholen	8	4 ×	0 ×	<i>F. anguioides</i> <i>F. culmorum</i> <i>F. herbarum</i> var. <i>viticola</i>
Kreekrak polder	12	2 ×	0 ×	



In al deze gevallen heb ik dus 20 × *Fusaria* geïsoleerd, waarvan 5 × een *Fusarium* uit de sectie *Martiella*.

In 1932 verzamelde ik op 11 Juli materiaal op Zuid-Beveland van 10 verschillende velden:

	Aantal uitgelegde wortelstukjes	Aantal malen <i>Fus.</i> geïsoleerd	Aantal malen <i>Fus.</i> uit de sectie <i>Martiella</i>	Gedetermineerde <i>Fusaria</i>
Veld I	4	1 ×	0 ×	<i>F. solani</i> var. <i>striatum</i>
" II	8	5 ×	3 ×	
" III	6	5 ×	2 ×	
" IV	4	2 ×	2 ×	
" V	4	1 ×	1 ×	
" VI	4	3 ×	0 ×	
" VII	6	10 ×	2 ×	<i>F. culmorum</i>
" VIII	6	5 ×	3 ×	<i>F. oxysporum</i> <i>F. solani</i> var. <i>striatum</i>
" IX	4	3 ×	3 ×	<i>F. solani</i> var. <i>medium</i>
" X	6	6 ×	2 ×	<i>F. oxysporum</i> <i>F. solani</i> var. <i>Martii</i>

Uit deze erwten werden 41 × *Fusaria* geïsoleerd, waarvan 18 × *Fusaria* uit de sectie *Martiella*.

In 1933 werd uit 9 velden 53 × *Fusarium* geïsoleerd, waarvan 31 × *Fusaria* uit de sectie *Martiella*. Het materiaal in 1933 werd op 3 Juli verzameld.

De erwten, in 1932 verzameld, waren heel erg aangetast en heel veel velden vertoonden al de normale afstervingsverschijnselen. De isolatie leverde daardoor veel meer moeilijkheden op dan in 1933, daar er meer secundaire schimmels in de erwtenwortels waren gedrongen.

Met 51 van de 61 in 1931 en 1932 geïsoleerde *Fusaria* werden infecties uitgevoerd.

Met 23 van deze *Fusaria* werd een meer of minder sterke infectie verkregen. Deze 23 *Fusaria* behooren tot 5 verschillende secties.

Hieronder volgt een lijst van deze Fusaria.

*Sectie Martiella:*

Fusarium solani var. striatum  
 " " " Martii  
 " " " medium

*Sectie Elegans:*

Fusarium oxysporum

*Sectie Gibbosum:*

Fusarium equiseti

*Sectie Roseum:*

Fusarium herbarum  
 " " var. viticola  
 " anguioides

*Sectie Discolor:*

Fusarium culmorum.

**b. Beschrijving van de geïsoleerde Fusaria.**

De determinatie van de geïsoleerde Fusaria<sup>1)</sup> werd zooveel mogelijk aan de hand van Wollenweber's „Fusarium Monographie" (68) gedaan.

Daarnaast werd voornamelijk Sherbakoff „Fusaria of Potatoes" (48) gebruikt.

Deze determinatie berust op het systeem, dat Appel en Wollenweber (2) in hun „Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium (Link.)" opgeven.

Dit systeem geeft echter moeilijkheden, welke door Brown 1928 (10) uiteen worden gezet.

Appel en Wollenweber (2) geven reeds aan, dat licht en temperatuur een sterke invloed op vorming en septeering van de conidiën kunnen hebben. Helen Johann 1923 (30) geeft aan, dat de temperatuur vooral invloed heeft op de septeering en vorm der sporen in de sectie Roseum.

Brown 1928 is het in dit opzicht volkomen met Appel en

<sup>1)</sup> Jhr. van Beyma thoe Kingma was zoo vriendelijk de determinatie van deze Fusaria te controleeren.



Wollenweber eens. Hij meent echter, dat de invloed van de voedingsbodem nog veel verder gaat dan Appel en Wollenweber dit aangeven. Op synthetische bodem hebben Brown 1925 (9) en Brown en Horne 1926 (11) aangetoond, dat toename van de sporulatie en afname van de myceliumvorm, kan laten optreden; toevoegen van neutraal fosphaat geeft een toename van de sporulatie en afname van de myceliumvorm, toevoegen van zuur fosphaat geeft juist de omgekeerde uitwerking. Ook de septatie hangt van de voeding af.

Brown 1928 (10) heeft echter het meeste bezwaar tegen de onderscheiding in „Ankultur“, „Hochkultur“ en „Abkultur“.

Bij een stam die in „Ankultur“ stadium was kreeg hij door saltatie een stam in „Abkultur“ en 2 stammen in „Hochkultur“.

Bij doorkweken behielden deze stammen hun eigen vorm. Hij meent, dat Appel en Wollenweber door hun wijze van overenten (zij enten zooveel mogelijk de sporenvorm over) juist de meest sporenvormende stam eruit halen en zoo tot hun „Hochkultur“ komen. Zij verwaarloozen dus de stamvorm en houden alleen saltaties over.

Brown vond bij *Fusarium fructigenum* Fries, dat juist de „Ankultur“ de meest parasitaire was.

Verder vond hij bij verschillende stammen „Hochkultur“ stadia, die, wat septering en sporengrootte betreft, zoover uiteenloopen, dat ze volgens Appel en Wollenweber tot verschillende soorten gerekend zouden moeten worden.

Appel en Wollenweber nemen echter de „Hochkultur“ aan als vorm, waarop hun determinatie berust, omdat deze de meest constante kenmerken vertoont en zoolang Brown er niets anders voor in de plaats geeft, is dit de eenige mogelijkheid om de *Fusaria* in een systeem onder te brengen.

Met de hoofdkenmerken voor de determinatie, welke Wollenweber, Sherbakoff, Reinking, Johann en Bailey 1925 (70) opgeven, kan Brown zich vereenigen, hoewel deze toch ook sterker variabel bleken dan eerst gedacht was. Hij meent, dat er in ieder geval veel minder soorten zijn dan Wollenweber opgeeft.



Hansford 1926 (23) gaat zoover, dat hij de secties soorten en de soorten variëteiten wil noemen. Dit aan de hand van een onderzoek over *Fusaria* uit de sectie *Elegans*.

Al deze onderzoekingen geven echter nog niet de mogelijkheid voor een nieuwe indeeling van de *Fusaria*. Daarom heb ik, zooals reeds vermeld is, toch nog het systeem van Wollenweber moeten volgen.

Van de gedetermineerde *Fusaria* volgen hier de beschrijvingen: uit Wollenweber 1931 (68) zijn de beschrijvingen van *Fusarium culmorum* blz. 360, *equiseti* blz. 330 en *oxysporum* blz. 416 overgenomen; uit Sherbakoff 1915 (48) de beschrijvingen van *Fusarium solani* var. *striatum* blz. 255, var. *Martii* blz. 244, *Fusarium herbarum* blz. 143 en *Fusarium anguioides* blz. 169; uit Reinking en Wollenweber 1927 (45) *Fusarium solani* var. *medium* blz. 244 en uit Schmidt 1928, (47) *Fusarium herbarum* var. *viticola* blz. 552.

De synoniemen zijn, voor zoover de beschrijvingen al in Wollenweber 1931 (68) staan, hieruit overgenomen en verder uit Wollenweber 1917 en 1930 (66 en 67).

#### SECTIE MARTIELLA Wr. Phytop. 3, 1913 blz. 30.

*Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr. var. *striatum* (Sherb.) Wr. Zeitschr.f. Par. 3, 1931 blz. 451; Fus. del. 406, 1030; syn: *Fusarium striatum* Sherb. N.Y. Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 6, 1915 blz. 255.

Microconidiën zijn, ten minste op luchtmycelium, altijd aanwezig. Macroconidiën houden naar vorm en septeering het midden tusschen *Fusarium solani* en *Fusarium solani* var. *Martii*, hebben meestal 3 septen,  $34.7 \times 4.6$  ( $31-36 \times 4.4-5$ )  $\mu$ , zijn van kleurloos tot geelachtig blauwgroen en turkooisgroen, en komen voor in veel kleine sporodochiën, welke dikwijls samenvloeien tot pseudopionnotes; het luchtmycelium is kort (zelden tot 3 mm hoog), typisch (op verschillende agars) dun, eenvormig, van los tot zeer los, donzig van uiterlijk, van wit tot grijsachtig wit; substraat, op agars, die rijk zijn aan glucose, van bleek blauwgroen groen tot taankleurig olijfkleurig en sepia.

Voorkomen: op knollen van *Solanum tuberosum*.

Gemiddelde sporenmaten:

0 septen	12 %	$10 \times 3.4$ (8.5—12.5 $\times$ 2.5—3.5) $\mu$
1 „	19.5%	$20 \times 3.9$ (12—30 $\times$ 3—4.7) $\mu$
2 „	5.5%	$24.5 \times 4.2$ (21—30 $\times$ 3.5—4.7) $\mu$
3 „	60 %	$34.7 \times 4.6$ (22—50 $\times$ 3.6—5.7) $\mu$
4 „	3 %	$43.7 \times 4.7$ (40—56 $\times$ 4.3—5.3) $\mu$
5 „	zeer zeldzaam	$50 \times 4.8$ (47—56 $\times$ 4.3—5.3) $\mu$

Bijbehorende ascusvorm: *Hypomyces haematococcus* (Berk. et Brme.) var. *cancr*i (Rutg.) Wr. Zeitschr. f. Par. 3, 1931 blz. 472; Fus. del. 55, 829; syn: *Nectria melanommatis* Sydow, Hedwigia 1910, blz. 79; *Nectria cancri* Rutgers Ann. Jard. Bot. Buitenz. 27 Ser. 2, 1913, blz. 62; *Hypomyces cancri* (Rutg.) Wr. Journ. Agr. Res. 2, 1914 blz. 271.

Gemiddelde sporenmaten van eigen isolaties:

isolatie no. 23:

0 septen	6 %	$26.2 \times 4.4$ (24—29 $\times$ 4.0—5.0) $\mu$
1 „	10 %	$21.9 \times 4.5$ (17—26 $\times$ 4.0—4.7) $\mu$
2 „	16 %	$28.7 \times 4.5$ (24—33 $\times$ 4.0—5.0) $\mu$
3 „	68 %	$32.5 \times 4.8$ (28—43 $\times$ 4.0—5.0) $\mu$
4 „	zeer zeldzaam	$34.6 \times 5.0$ $\mu$

isolatie no. 24:

0 septen	11.5%	$25 \times 4.4$ (12—35 $\times$ 4.0—5.0) $\mu$
1 „	11.5%	$21.7 \times 4.0$ (16—24 $\times$ 3.5—4.5) $\mu$
2 „	12.5%	$23.5 \times 4.7$ (21—36 $\times$ 4.0—5.0) $\mu$
3 „	62 %	$33.7 \times 4.7$ (24—43 $\times$ 4.0—6.0) $\mu$
4 „	2.5%	$41.6 \times 5.1$ (38.7—44.7 $\times$ 5—5.3) $\mu$

isolatie no. 49:

0 septen	10 %	$31.4 \times 5.0$ (27—33 $\times$ 4.5—5.25) $\mu$
1 „	3 %	$26.5 \times 4.5$ (26—27 $\times$ 4.25—4.75) $\mu$
2 „	10 %	$32.7 \times 4.8$ (28—36 $\times$ 4.5—5.0) $\mu$
3 „	76 %	$34.9 \times 4.9$ (27—46 $\times$ 4.0—5.75) $\mu$
4 „	1 %	$39 \times 5.0$ (36—41 $\times$ 5.0) $\mu$

*Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr. var. *Martii* (App. et Wr.) Wr. Zeitschr. f. Par. 3, 1931 blz. 451; Fus. del. 411—414,



1034; syn: *Fusarium Martii* App. et Wr. Arb. Kais. Biol. Anst. f. Land. u. Forstw. 8, 1910, blz. 83.

Macroconidiën meestal met 3 septen,  $43.9 \times 5.15$  ( $42-46 \times 4.9-5.3$ )  $\mu$ , met 4 septen,  $49.3 \times 5.3$  ( $48-50 \times 4.9-5.4$ )  $\mu$  en dikwijls ook met 5 septen; wanneer ze geheel ontwikkeld zijn van diep mosgroen en Montpellier groen (op maismeel agar) af, tot licht olijfkleurig-geelgrauw (op aardappel agar, waar veel glucose aan toegevoegd is) en dikwijls tot donkerblauw (op aardappelstukjes) toe; macroconidiën worden meestal in overmaat gevormd, in kleine sporodochiën en in pseudopionnotes; chlamydosporen eindelings en intercalair, alleen, samengehoopt, en in korte kettingen, meestal met 0 septen,  $9.25 \times 8.16$  ( $8-11.3 \times 7.5-9.3$ )  $\mu$ ; luchtmycelium typisch middelmatig kort (van 1-4 mm), los, meer of minder ruw, poedervormig bedekt met conidiën en, op aardappel agar, waar veel glucose aan toegevoegd is, van rookgrijs af tot soms geelgrauw toe; de kleur van het substraat bij hetzelfde medium meestal van taankleurig olijfkleurig af tot sepia toe.

Voorkomen: op gerotte knollen van *Solanum tuberosum*, enz.

Gemiddelde sporenmaten:

0 septen zeldzaam	$11 \times 4$ ( $9-11 \times 3.5-4$ ) $\mu$
1 „ 1 %	$20 \times 4.5$ $\mu$
2 „ zeer zeldzaam	
3 „ 53 %	$43.9 \times 5.15$ ( $28-51 \times 4.3-5.9$ ) $\mu$
4 „ 43 %	$49.3 \times 5.3$ ( $38-65 \times 4.6-6.7$ ) $\mu$
5 „ 3 %	$54.3 \times 5.57$ ( $43-63 \times 5-6.4$ ) $\mu$

Sporenmaten van eigen isolaties:

isolatie no. 13b<sub>1</sub>:

1 septum 2 %	$37 \times 5.0$ $\mu$
2 septen 10 %	$34.8 \times 5.2$ ( $31-44 \times 5.0-6.0$ ) $\mu$
3 „ 69.5 %	$38.8 \times 5.1$ ( $32-57 \times 4.0-6.0$ ) $\mu$
4 „ 18.5 %	$44.3 \times 5.2$ ( $39-51 \times 4.7-5.5$ ) $\mu$

isolatie no. 13b<sub>2</sub>:

2 septen 7 %	$32.7 \times 5.2$ ( $25-27 \times 5.0-5.75$ ) $\mu$
3 „ 66 %	$39.3 \times 5.3$ ( $30-50 \times 4.75-6.5$ ) $\mu$



4	„	24 %	$47.2 \times 5.4$ (38—56 $\times$ 4.5—6.5) $\mu$
5	„	3 %	$48 \times 5.6$ (41—55 $\times$ 5.25—6.0) $\mu$

isolatie no. 57:

0 septen	11 %	$32 \times 5.1$ (27—38 $\times$ 5.0—6.0) $\mu$	
3	„	73 %	$36.5 \times 5.0$ (39—48 $\times$ 4.25—6.0) $\mu$
4	„	13 %	$43 \times 5.3$ (40—48 $\times$ 4.5—6.0) $\mu$
5	„	3 %	$43 \times 5.6$ (43 $\times$ 5.25—6.0) $\mu$

*Fusarium solani* (Mart.) App. et. Wr. var. *medium* Wr. Zeitschr. f. Par. 3, 1931 blz. 451; Fus. del. 418—421, 1032, 1033; syn: *Pionnotes viridis* Lechm. Comptes Rend. Ac. Sc. Paris. 155, 1912 blz. 178; *Fusarium viride* (Lechm.) Wr. Ann. Myc. 15, 1917 blz. 26; *Fusarium Malli* Taub. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 273, 1921 blz. 41.

Conidiën verspreid over het mycelium; in valsche hoofdjes en in sporodochiën of pionnotes, normale conidiën grooter, vooral breeder dan *Fusarium solani* var. *Martii*, licht gebogen, buiging meer uitgesproken naar de einden toe, voorzien van een voetje, met 3—5 septen  $30—50 \times 4.5—6 \mu$ ; met 3 septen  $35—5.5 \mu$ ; met 4 septen  $44 \times 5.5 \mu$ ; met 5 septen  $46 \times 5.5 \mu$ ; conidiën-massa's roomachtig geelbruin en olijfkleurig geelbruin met groen; blauwachtig groen plectenchym kan soms aanwezig zijn; chlamydosporen glad, wanneer ze ouder worden ruwer, 9—10  $\mu$  diam.

Voorkomen: in de grond.

Gemiddelde sporengrootte:

3 septen	45 %	$40 \times 5.25$ (35—46 $\times$ 5—5.5) $\mu$	
4	„	24 %	$45 \times 5.5$ (37—52 $\times$ 5.5—6) $\mu$
5	„	20 %	$48 \times 5.75$ (42—54 $\times$ 5.5—6.25) $\mu$

Sporenmaten van eigen isolatie:

3 septen	58 %	$40.6 \times 5.1$ (35—44 $\times$ 4.5—6.0) $\mu$	
4	„	32 %	$46.8 \times 5.7$ (44—50 $\times$ 5.0—6.0) $\mu$
5	„	10 %	$46.5 \times 6.0$ (45—48 $\times$ 6.0) $\mu$

SECTIE ELEGANS Wr. Phyt. 3, 1913, blz. 28.

*Fusarium oxysporum* Schlechtendahl Flora berol. 2, 1824, blz.

139, Fus. del. 378, 379, 1004—1007; syn: *Fusarium cepae* Hanz. em. Link et Bailey J. Agr. Res. 33, 1926, blz. 943.

Myceliumlaag van okerwit overgaand naar glad zwart, met wit of witachtig roze wolachtige vlokken, eerst uitgespreid vervolgens met wratachtige uitwassen. Weinig sporodochiën, nu eens convex uitbrekend (stroma voorzien van koperachtig blauwe sclerotiën) dan weer uitgespreid, verstrooid, pionnotesachtig (stroma plectenchymatisch dik of dun, soms verdwijnend) meer of minder macroconidiën vormend, in 't begin veel microconidiën die 't mycelium bedekken, niet of onduidelijk gesepteerd, verder macroconidiën met 3, zelden tot 25% met 4, of tot 10% met 5 septen, spoel- tot sikkelvormig, gebogen, met iets samengetrokken top, gesnaveld, basis versmald, spits of van een voetje voorzien, de sporodochiën en pionnotes in massa isabellakleurig of vuil goudkleurig, droog verbleekend opeengehoopt:

0 septen	7.2 × 2.6	meestal	7—8 × 2.5—3	(5—14 × 2—4) μ
1 ..	14 × 3.1	..	12—17 × 2.8—3.4	(10—26 × 2.5—4.5) μ
3 ..	34 × 4.0	..	27—37 × 3.7—4.5	(19—45 × 2.9—4.8) μ
5 ..	41 × 4.2	..	38—45 × 3.8—4.5	(30—50 × 3.5—5) μ

Chlamydosporen terminaal of intercalair, bolvormig, glad of rimpelig, achter elkaar, zelden tweecellig, zoowel in hyphen als conidiën gevormd 7.8 (5—15) μ, in 't mycelium soms dikker 12 (10—15) μ diam. Sclerotiën of sclerotiumachtige lichamen van geelwit tot koperblauw, nogal verspreid voorkomend, groot, nu eens 0.5—3, dan weer 3—6 mm. diam., glad of rimpelig, soms als een zuiltje (stilboïd) naar buiten komend. Schimmel zoet geurend (b.v. op brijachtige rijst, op melk, op koolhydraat agar groeiend), herinnert aan siringen.

Voorkomen: zeer verspreid.

Sporenmaten van eigen isolatie:

3 septen	36.2 × 3.9	(28—43.7 × 3.5—4.3) μ
5 ..	43.5 × 4.5	(38.5—49 × 4.0—4.9) μ



**SECTIE GIBBOSUM** Wr. Phytop. 3, 1913, blz. 31:

*Fusarium equiseti* (Cda.) Sacc. Syll. 4, 1886, blz. 707; Fus. del. 208, 210, 211, 919; syn: *Selenosporium equiseti* Cda. Icon. 2, 1838, blz. 7; *Fusarium falcatum* App. et Wr., Arb. Biol. Reichsanst. f. Land. u. Forstw. 8, 1910, blz. 175.

Diagnose volgens Sacc.: klein, afgerond, vleeschkleurig, vleeschkleurig roze, verder poederachtig; stroma convex, bleek; conidiën spoelvormig gebogen, puntig, slap, met 5—6 septen, cellen leeg, 36—42  $\mu$  lang.

Opmerkingen volgens Wollenweber: Conidiën met 5, zelden 3—4, zeer zelden 0—2 of 6—12 septen, spoel tot sikkelvormig aan beide zijden toegespitst, aan de top slank, basis van een voetje voorzien, met teere wand en septen, opgehoopt in talrijke kleine sporodochiën, gelijkend op zandkorrels, verder in verspreide pionnotes:

3 septen 33  $\times$  4 meestal 25—36  $\times$  3—4.8 (20—44  $\times$  2.5—5.5)  $\mu$   
 5 „ 46  $\times$  4.6 „ 36—54  $\times$  3.8—5.25 (28—74  $\times$  3—5.7)  $\mu$   
 7 „ 57  $\times$  4.8  $\mu$   
 8-12 „ tot 83  $\times$  5.5  $\mu$

Chlamydosporen rond, intercalair, in oude conidiën enkel of bij twee tegelijk, in het mycelium onafgebroken of in klompen, rond 6—14  $\mu$  diam., okerkleurig; conidiën in pionnotes en sporodochiën isabellakleurig.

Voorkomen: zeer algemeen.

Sporenmaten van eigen isolatie:

3 septen zeer zelden  
 4 „ 4.5% 38  $\times$  4.8 (33—42  $\times$  4.5—5)  $\mu$   
 5 „ 73 % 49  $\times$  5.0 (37—63  $\times$  4.5—6)  $\mu$   
 6 „ 21 % 52  $\times$  5.2 (47—57  $\times$  5—6)  $\mu$   
 7 „ 1.5% 56  $\times$  5.5  $\mu$

**SECTIE ROSEUM** Wr. Phytop. 3, 1913, blz. 32.

*Fusarium herbarum* (Cda.) Fries. Sum. Veg. Scand. 1849 blz. 472, Fus. del. 142—161, 560—562, 896, 897; syn.: *Seleno-*



*sporium herbarum* Cda. Icon. Fung. 2, 1838 blz. 6; *Fusarium roseum* Fuckel (non Link) symbol. Myc. 1869 blz. 168; *Fusarium metachroum* App. et Wr. Arb. Kais. Biol. Anst. f. Land. u. Forstw. 8, 1910 blz. 132.

Conidiën breed ellipsoid min of meer gepunt aan de top, zelden met uitstekend voetje, typisch met 5 septen  $53 \times 4.1$  ( $43-65 \times 3.8-4.3$ )  $\mu$  dikwijls met 3—4, zelden met 0—2, zeer zelden met 6, bij uitzondering tot 12 septen toe in kleine min of meer in een punt samenkomende sporodochiën die uitgebreide pseudopionnotes vormen van Korintisch rood tot kleikleurig, typisch van drakenbloedrood tot steenrood; chlamydosporen afwezig, luchtmycelium afwezig; substraat van meekrap rood en Braziliaansch rood tot roodbruin toe. Conidiën dikwijls dicht korrelig met onduidelijke septering.

Voorkomen: korrels van *Triticum vulgare* en rotte aardappelknollen.

#### Sporenmaten:

0—2 septen zeldzaam.

3 septen	26 %	$40.4 \times 3.7$ ( $22-56 \times 2.6-4.7$ ) $\mu$
4 ..	19 %	$44.5 \times 3.9$ ( $36-63 \times 2.6-4.8$ ) $\mu$
5 ..	54 %	$53 \times 4.1$ ( $35-73 \times 3-5.7$ ) $\mu$
6-7 ..	1 %	

#### Sporenmaten van eigen isolatie:

0 septen	3 %	$34.5 \times 3.1$ ( $30-39 \times 3.0-3.25$ ) $\mu$
3 ..	46 %	$37.9 \times 3.7$ ( $26-50 \times 3.0-5.0$ ) $\mu$
4 ..	23 %	$42.4 \times 3.9$ ( $35-53 \times 3.0-5.5$ ) $\mu$
5 ..	27 %	$45.2 \times 3.8$ ( $38-59 \times 3.25-4.5$ ) $\mu$
6 ..	1 %	$44 \times 4.5$

*Fusarium herbarum* (Cda.) Fries var. *viticola* (Thüm.) Wr. Zeitschr. f. Par. 3, 1931, blz. 440; Fus. del 178—185, 572 en 898; syn.: *Fusarium viticola* Thüm. Pilze d. Weinst. 3, 1878, blz. 52.

Hoogere vruchtvorm van de schimmel onbekend. Opvallend zijn de levendig karmijnroode en gele kleuren van het plecten-

chym en de oranjegele van de conidiën. Daarbij is het karmijn een basische kleurmodificatie die door zuur in geel wordt omgezet. Zij komt op aardappelstukjes voor, maar ook op haver-mout agar en gerst. Geel is een zure modificatie welke speciaal op rijst optreedt. Door toevoegen van iets alkali wordt zij dadelijk in een intensief glanzend donkerpaars omgezet. De schimmel is gemakkelijk in „Hochkultur” te brengen, hij vormt al eenige dagen na het overenten rijkelijk sporodochiën. Deze zijn bolvormig en ongeveer 0.5—1 mm in diam. en behouden deze vorm ook bij het ouder worden. De conidiën hebben een lange slanke vorm en zijn licht gebogen. De dikste plaats ligt ongeveer in het midden, naar de beide einden loopen ze langzamerhand spits toe. De basiscel is duidelijk van een voetje voorzien hoewel niet zoo uitgesproken als bij de sectie Gibbosum. De aan de uiterste top iets afgeknotte topcel is dikwijls sterk gebogen. Het aantal septen is 3—5. Normale microconidiën zijn in „Hochkultur” niet aanwezig. Chlamydo-sporen ontbreken, sclerotiumachtige vormen werden niet waargenomen. Het luchtmycelium, dat alleen bij de „Ankultur” rijkelijk ontstaat is teer en vlokkig en dikwijls door de karmijnroode plectenchymmassa roze gekleurd.

Sporengrootte op hav. agar;

3 septen	21 %	42—50 × 3—3.5
4 ..	18 %	48—53 × 3—3.5
5 ..	64 %	52—60 × 3.5—4

Sporengrootte van eigen isolatie;

3 septen	4 %	37.3 × 3.7 (31.5—42 × 3.5—4.0) $\mu$
4 ..	14 %	45.2 × 3.8 (42—49 × 3.5—4.3) $\mu$
5 ..	82 %	51.2 × 3.9 (43.7—56 × 3.5—4.3) $\mu$

*Fusarium anguioides* Sherb. N.Y. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 6, 1915 blz. 169; Fus. del. 902, 903.

Conidiën van verschillende typen, overgaand van arthrosporiumachtig (kort spoelvormig met min of meer ronde einden, en met 6—3 septen) tot typisch licht gebogen of bijna recht en slangvormig, met 1—15 septen; de conidiën met 1—3 septen be-



hooren tot de eerste vorm en meten  $27 \times 4.4$  ( $20-38 \times 3.9-5.3$ )  $\mu$ ; de maten van de conidiën van de andere vorm zijn:

5	septen	40 %	$51 \times 4.2$ ( $47-68 \times 3.9-4.6$ ) $\mu$
6-7	„	16.8%	$76 \times 4.6$ ( $65-86 \times 4.2-5.2$ ) $\mu$
8-9	„	14.4%	$89 \times 4.8$ ( $80-102 \times 4.3-5.8$ ) $\mu$
10-15	„	3.4%	$103 \times 4.9$ $\mu$

Kleur van de conidiën in pseudopionnotiale lagen, op glucose aardappelagar, van rozeachtig kaneelkleurig tot kaneelkleurig overgaand; arthrosporiumachtige conidiën komen veel voor op luchtmycelium, maar dikwijls zijn deze bijna geheel afwezig, vooral op verschillende agars, waar een dunne sporelaag, pseudopionnotes, wordt gevormd, waar juist de slangvormige conidiën aanwezig zijn.

Voorkomen: op rotte knollen van *Solanum tuberosum*.

Sporenmaten van eigen isolatie:

0	septen	2 %	$19 \times 30$
2	„	4 %	$26.5 \times 3.5$ ( $26-27 \times 3.0-4.0$ ) $\mu$
3	„	10 %	$33.4 \times 3.7$ ( $30-40 \times 3.0-4.25$ ) $\mu$
4	„	8 %	$46.8 \times 4.0$ ( $29-55 \times 4.0$ ) $\mu$
5	„	46 %	$58.8 \times 4.1$ ( $45-70 \times 3.25-4.75$ ) $\mu$
6	„	10 %	$65.4 \times 4.4$ ( $59-71 \times 4.0-5.0$ ) $\mu$
7	„	12 %	$76.1 \times 4.5$ ( $67-88 \times 4.25-5.0$ ) $\mu$
8	„	8 %	$94.5 \times 4.5$ ( $90-100 \times 4.3-4.7$ ) $\mu$

#### SECTIE DISCOLOR Wr. Phytop. 3, 1913, blz. 3.

*Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. Syll. Fung. 11 blz. 651, 1895; *Fus. del.* 330, 333—337; syn.: *Fusisporium culmorum* W. G. Smith Diseases of Field a. Gard. Crops 1884, blz. 208; *Fusisporium solani* Schacht. (non Mart.) Kartoffelpfl. u. deren Krankh. Berlin 1856 blz. 17; *Fusarium Schribauxii* Delacroix, Bul. Soc. Myc. France 6, 1890 blz. 99; *Fusarium corallinum* Mattiolo (non Sacc.) Mem. R. Acad. Sci. Ist. Bologna ser. 5 VI, 1897 blz. 677; *Fusarium versicolor* Sacc. Syll. Fung. 16, 1902, blz. 1099; *Fusarium (Fusisporium) heidelbergense* Sacc. Syll. Fung. 22, 1913, blz. 1483; *Fusarium rubiginosum* App. et Wr. Arb. Biol. Anst. f. Land. u. Forstw. 8, 1910, blz. 95; *Fusa-*



*rium erubescens* Jörgensen (non App. et v. Oven) Garten Tid. Nov. 1925.

Conidiën eerst het mycelium onbedekt latend, vrij of in valsche hoofdjes samengesmolten, verder soms pionnotes vormend of sporodochiën knoedelig bedekkend, in klompen okerachtig wit poederachtig, gelatineus van isabellakleurig tot incarnaatkleurig, verder okerkleurig of bruin, met purperkleurige of gele stromata iets gevlekt.

Conidiën met 5, zelden met 3—4, uiterst zelden met 0, 2 of 6—8 septen, met harde wand, okerachtig wit, sterk lichtbrekende wand, spoel tot sikkelvormig, aan beide zijden langzamerhand of plotseling toegespitst, top soms omgebogen, gesnaveld, basis duidelijk van een voetje voorzien (bij microconidiën puntig of stomp).

Conidiën:

3 septen 29—5.3 meestal 24—32 × 4.9—6 (19—40 × 4—7.5)  $\mu$   
 5 „ 38—5.8 „ 30—44 × 4.9—6.5 (23—74 × 4—7.5)  $\mu$   
 7 „ 47—6.3 „ 42—54 × 5.7—8 (36—75 × 4—9)  $\mu$

Chlamydo-sporen intercalair, talrijk, zoowel aan de hyphen als aan de conidiën gevormd, enkel, in tweeën, in ketens of in klompen bijeen, eivormig, in massa's bruin, 12-9  $\mu$  diam.

Voorkomen: zeer algemeen.

Sporenmaten van eigen isolatie:

3 septen 30 × 5.2  $\mu$   
 5 „ 37.2 × 5.9 (28—46 × 5.0—6.5)  $\mu$   
 6 „ 47 × 6.5 (46—48.5 × 6.0—7.0)  $\mu$

Van de hier beschreven *Fusaria* bleek bij infectie van erwten, dat *Fusarium culmorum* een kiemplantenziekte veroorzaakt, de andere *Fusaria* allen in meerdere of mindere mate een groeistagnatie. De ergste aantastingen worden veroorzaakt door *Fusarium solani* var. *striatum*, *Fusarium solani* var. *Martii* en *Fusarium oxysporum*. De andere *Fusaria* tasten de erwten allen in veel minder hevige mate aan.

### c. Literatuur over de geïsoleerde *Fusaria*.

De *Fusaria* uit de sectie *Martiella*, welke volgens mijn onderzoekingen parasitair voor erwten bleken te zijn, zijn alle variëteiten van *Fusarium solani*.

*Fusarium solani* wordt in de literatuur het meest genoemd in verband met een droog rot van de aardappelknol. Door vele onderzoekers o.a. *Wollenweber* 1913 (65) en *Schmidt* 1928 (47) wordt hij alleen maar beschouwd als een saprophyt. Door de moeilijkheden van het determineeren van *Fusaria* zijn waarschijnlijk andere *Fusaria*, b.v. *Fusarium coeruleum*, welke wél droog rot veroorzaken, voor *Fusarium solani* aangezien.

Van *Fusarium solani* wordt door *Harter* 1916 (24) nog vermeld, dat hij een rot van *Colocasia* en *Xanthosoma* en door *Kasai* 1924 (33), dat hij een rot van *Amorphophallus* veroorzaakt. In al deze gevallen was sprake van een droog rot van overblijvende plantendeelen.

*Taubenhaus* 1926 (57) geeft *Fusarium solani* echter op als de veroorzaker van een verwelkingsziekte bij de spinazie. Van een verwelkte plant zijn de wortels op doorsnee bruin verkleurd. De schimmel groeit zoowel in de vaatbundels als in het parenchym van de wortel.

Van de variëteiten, welke parasitair bleken te zijn voor erwten, is minder bekend, wat hun parasitisme bij andere planten betreft.

Van *Fusarium solani* var. *striatum* geeft *Sherbakoff* 1915 (48) op, dat deze op aardappelknollen voorkomt; het lukte hem ook, er kunstmatig infectie mee te voorschijn te roepen.

Volgens *Wollenweber* zou de door *Burkholder* 1919 (13) beschreven *Fusarium Martii* var. *phaseoli*, *Fusarium solani* var. *Martii* zijn. Deze schimmel tast boonen aan en veroorzaakt hierbij een ziektebeeld, dat veel overeenkomst vertoont met dat van de St. Jansziekte bij erwten. De wortels worden aangetast; hierdoor blijven de planten in groei achter, ze worden geel, de bladen vallen af en de plant verdroogt. Het lukte *Burkholder* echter niet met deze schimmel erwten te infecteeren, zoodat het vermoedelijk toch wel een in physiologisch opzicht afwijkende stam van *Fusarium solani* var. *Martii* is.



*Fusarium solani* var. *medium* werd door Taubenhau s 1921 (56) onder de naam *Fusarium Malli* beschreven als de veroorzaker van een roze rot van uienwortels in Texas. Wanneer de wortels roze worden, gaat de plant nieuwe wortels vormen. Deze kunnen op hun beurt weer aangetast worden. De uien blijven dan heel klein.

Met deze *Fusarium* en *Fusarium solani* var. *Martii* kreeg F e e k e s 1931 (19) positieve resultaten bij de infectie van uienbollen. De infecties, veroorzaakt door *Fusarium solani* en de genoemde variëteiten, kunnen dus zeer sterk uiteenloopen. Dit zelfde komt bij de volgende schimmels ook telkens weer te voorschijn.

*Fusarium oxysporum* is vooral bekend als de veroorzaker van een verwelkingsziekte bij aardappelen. S m i t h en S w i n g l e 1904 (49) geven al een duidelijke beschrijving van het ziektebeeld. De planten blijven klein, de bladen rollen op en verwelken en de stengels vallen om. Uitwendig is er niets te zien aan de aardappelknol, inwendig zijn de vaatbundels bruin verkleurd. Het is mogelijk, deze infectie kunstmatig te voorschijn te roepen, maar dit blijft moeilijk door de invloed, die de uitwendige omstandigheden op de infectie hebben. G o s s 1923 (21) geeft aan, dat een hoge temp. en lage vochtigheid de infectie bevorderen, maar bij het eerste aantasten moet de vochtigheid hoger zijn.

W o l l e n w e b e r 1932 (69) meent, dat de werking van *Fusarium oxysporum* zeer specifiek is. Zoodra een andere plant erdoor aangetast wordt, zou men met een andere vorm te maken hebben.

*Fusarium oxysporum* forma 1 (*Fusaria euoxysporum*) tast aardappelknollen, rapen, lupine (voetziekte) en ook wortels en uien (rotting) aan; forma 2 (*Fusarium hyperoxysporum* of *Fusarium batatis*) *Ipomoea batatas*; forma 3 (*Fusarium cubense*) en forma 4 (*Fusarium cubense* var. *inodoratum*) bananen; forma 5 (*Fusarium oxysporum* var. *nicotiana*) tabak en forma 6 asters.

Er zijn echter nog meer aantastingen, veroorzaakt door *Fusarium oxysporum*, bekend.

H u m p h r e y 1914 (29) geeft deze schimmel op als de ver-



oorzaker van een verwelkingsziekte van de tomaat; *M a s s e y* 1922 (41) beschrijft een aantasting van *Gladiolusknollen* en *C r e a g e r* 1933 (15) een aantasting van irisbollen.

Om na te gaan of men ook hier met verschillende physiologische rassen te maken heeft, zou men kruisinfecties moeten uitvoeren met deze stammen op aardappelplanten, maar hierbij houdt men de moeilijkheid, dat aardappels slecht met *Fusarium oxysporum* te infecteeren zijn.

*K r a m p e* 1926 (34) vermeldt, dat *Fusarium herbarum*, *equiseti* en *culmorum* alle drie granen aantasten.

*Fusarium culmorum* wordt door *A p p e l J r.* 1924 (1) aangezien als de veroorzaker van een kiemplantenziekte bij granen, terwijl *Fusarium herbarum* pas in een later stadium aantast.

*A t a n a s o f f* 1923 (3) is het hier niet mee eens. Hij meent dat *Fusarium culmorum* evenals *Gibberella saubinetii* de granen in ieder stadium kan aantasten. De infectie zou echter plaatselijk blijven en niet doorloopen. Hier komt *L u c i e D o y e r* 1923 (17) tegen op. Zij kan duidelijk het doorloopen van de infectie constateeren en meent, dat *A t a n a s o f f* zijn waarnemingen alleen nam in een jaar, dat er een zeer geringe infectie plaats vond. Zij onderzocht speciaal *Gibberella saubinetii*, maar isoleerde ook *Fusarium herbarum* en *culmorum* uit granen, die op een dergelijke wijze waren aangetast.

*S h e r b a k o f f* 1915 (48) heeft de drie bovengenoemde Fusaria en *Fusarium anguioides* van aardappels geïsoleerd en er ook weer infectieproeven met positief resultaat mee uitgevoerd.

*W o l l e n w e b e r* 1932 (69) geeft nog een overzicht van de verschillende planten, bij welke gevonden is, dat *Fusarium culmorum* een aantasting kan veroorzaken; dit zijn coniferen zaailingen, anjers, asters, asperges, hyacinthen, appels en augurken.

*C h a m r a w a y* 1933 (14) beschrijft *Fusarium culmorum* nog als de veroorzaker van een aantasting bij de bollen van *Galtonia*. Deze is dus wel een zeer algemeen voorkomende ziekteverwekker.

*D o w s o n* 1929 (16) geeft niet alleen *Fusarium culmorum*,

maar ook *Fusarium herbarum* op als veroorzaker van een verwelkingsziekte bij de anjer.

Geen van de hier behandelde Fusaria is dus specifiek voor een bepaalde plant en omgekeerd kan een aantasting met bepaalde symptomen door verschillende Fusaria te voorschijn geroepen worden.

---



## HOOFDSTUK III.

### INFECTIES MET DE GEISOLEERDE SCHIMMELS.

#### a. Infectiemethode.

Daar men bij deze ziekte steeds te maken heeft met wortel-infectie door de grond, werden bij de kunstmatige infecties ook steeds de wortels geïnfecteerd.

Op twee manieren werd dit geprobeerd: door middel van grondinfecties en door infecties in watercultures.

Bij de watercultures werden de erwten op een oplossing van „van der Crone” gekweekt.

De schimmel werd in de oplossing gebracht. Er werd zoowel met beschadigde als onbeschadigde wortels gewerkt, maar de resultaten waren steeds negatief.

Verder is dan ook alleen met grondinfecties gewerkt.

De erwten werden in gesteriliseerd zand gezaaid, nadat ze uitwendig gedesinfecteerd waren.

Hiervoor werden verschillende desinfectiemiddelen geprobeerd: formaline, sublimaat, Uspulun en Semesan. De erwten werden na het desinfecteeren in petrischalen op agar uitgelegd, en wel telkens 10 schalen van 6 erwten voor ieder desinfectiemiddel. De erwten, die met formaline behandeld waren, werden daarna afgespoeld; de met de andere desinfectiemiddelen behandelde erwten niet. Uspulun en Semesan werden droog gebruikt.

Tabel 1

Desinfectiemiddel	gekiemd	ziek niet gekiemd	ziek gekiemd
1½ uur formaline 4 %	48	3	13
1 uur formaline 4%	55	1	10
3 min. 1/10 % subl. + 96 % alc.	58	0	4
3 min. Uspulun	59	0	2
3 min. Semesan	58	0	3

Uit tabel 1 blijkt, dat lang uitwendig desinfecteeren niet helpt, terwijl bij desinfectie met 4% formaline gedurende 1½ uur de kiemkracht beschadigd wordt.

De resultaten van de desinfectie met de drie kwikmiddelen liepen niet zoo sterk uiteen. De erwten, welke met sublimaat en alcohol gedesinfecteerd werden, waren echter het best gekiemd. Daarom werd in het vervolg met dit desinfectiemiddel gewerkt.

Wanneer de gesteriliseerde gekiemde erwten uit het steriele zand in de geïnfecteerde klei werden geplant, werd eerst nog eens een sterke selectie toegepast. Alle erwten, die uitwendig bruine vlekken vertoonden, werden verwijderd; dit aantal varieerde tusschen 30% en 60%. Bij de latere proeven werden bovendien de zaadlobben verwijderd.

De gebruikte klei was afkomstig uit de Eempolder en de infectie ervan had 2—3 weken vóór het planten van de erwten plaats gevonden.

Deze infectie werd op twee verschillende manieren uitgevoerd. In het eene geval werd de klei gemengd met rijst, waarin de *Fusarium* gekweekt was; in het andere geval werd er een sporen-emulsie over uitgegoten. Deze laatste infectie-methode gaf echter nooit resultaat.

De *Fusaria*, die voor de infectie gebruikt werden, waren in Erlenmeyer kolven op rijst gekweekt. Deze kolven hadden een inhoud van 300 cc en hierin werd 40 cc rijst in 80 cc water gebracht. De sterilisatie van de rijst vond gedurende ½ tot 1 uur



bij  $\frac{1}{2}$  atmosfeer overdruk plaats. In een thermostaat, welke op  $23^{\circ}$  C. gehouden werd, groeiden de *Fusaria* in 14 dagen door de rijst heen. Vervolgens werd een pot klei met de geheele of de halve hoeveelheid rijst uit een kolf geïnfecteerd.

De gebruikte potten waren van roode poreuze steen. Zij hadden een hoogte van 12—14 cm. en een diam. van 11—14 cm.

De *Fusaria* groeiden in 2 tot 3 weken door de klei heen. Deze werd daarna nog eens omgewerkt ter voorkoming van een ongelijke verdeeling van de schimmel.

In iedere pot werden 3 erwten geplant.

De series bestonden uit 100 tot 300 planten, hiervan werden dan telkens 6—12 planten met één *Fusarium*soort geïnfecteerd.

De cijfers welke in de volgende hoofdstukken de lengte van de planten aangeven, zijn de gemiddelde lengten van deze 6 tot 12 planten.

Deze aantallen lijken erg klein, maar doordat de uitwendige omstandigheden een groote invloed op de infectie hebben, en het niet mogelijk was deze constant te houden, was het moeilijk verschillende series met elkaar te vergelijken. Wanneer er nu met meer planten per schimmel gewerkt zou zijn, zouden de series te groot zijn geworden.

Oorspronkelijk werden de *Fusaria* in gesteriliseerde klei gebracht. Toen hiermee hoegenaamd geen infectie verkregen werd, ben ik tot het gebruiken van ongeste­riliseerde klei overgegaan. Nu trad een veel duidelijker infectie op.

Dit komt overeen met de opgaaf van Linford 1931 (39), die ook een betere infectie in ongeste­riliseerde dan in gesteriliseerde grond kreeg.

Opgemerkt moet echter worden, dat voor de infectieproeven, welke ik in gesteriliseerde klei uitvoerde *Fusarium herbarum*, *Fusarium herbarum* var. *viticola* en *Fusarium anguioides* gebruikt werden, welke juist de minst sterke parasieten zijn. De infecties met deze zwakke parasieten zijn zeer sterk afhankelijk van de uitwendige omstandigheden, zoodat het niet uitgesloten is, dat hieraan het verschil in infectiegraad te wijten is. De invloed van het al of niet steriliseeren van de grond zou door ver-

dere proeven moeten worden vastgesteld.

De graad van infectie is voornamelijk bepaald, door het lengteverschil tusschen de geïnfecteerde en de controleplanten. Dit lengteverschil is op verschillende leeftijden gemeten om na te gaan of het gedurende de groeiperiode constant bleef of varieerde.

Het lengteverschil geeft evenwel geen volledig beeld van de verhouding tusschen de geïnfecteerde en de controleplanten.

De in de kas gekweekte erwten werden b.v. veel langer dan de buiten gekweekte erwten. Ontstond er nu in beide gevallen hetzelfde lengteverschil dan was de infectie bij de planten in de kas veel minder sterk dan bij de planten buiten. Daarom is behalve het lengteverschil, dat in de graphieken tegen de leeftijd is uitgezet, in de tabellen steeds de lengte van de controle- en de geïnfecteerde planten opgegeven.

Het verloop van de graphieken laat zien, dat het beteekenis heeft met het lengteverschil te werken. Het blijkt namelijk, dat de kromme, welke het lengteverschil in verband met de leeftijd aangeeft, voor iedere *Fusarium* een eigen richting heeft.

Behalve het lengteverschil is ook nog het min of meer ijl blijven van de groei, het geel worden, het vroeger of later afsterven van de planten en wat de wortel betreft de groei en de kleur in aanmerking genomen.

De infectie in het veld treedt meestal plaatselijk op. Het is mogelijk, dat dit met een voedingskwestie in verband staat. Het is natuurlijk ook mogelijk, dat de watervoorziening hier een rol speelt, maar bij de beschrijving van het ziektebeeld is reeds vermeld, dat de gele plekken nu eens op een lagere dan weer op een hoogere plaats in het veld optreden.

De invloed van de voeding heb ik getracht na te gaan, door de erwten in Mitscherlichpotten in rivierzand of glaszand te kweken onder toevoeging van verschillende hoeveelheden voedingszouten.

Het is echter steeds mislukt in deze potten infectie te krijgen. Dit staat vermoedelijk in verband met de grondsoort.

De St. Jansziekte is n.l. een ziekte die speciaal in kleigrond



optreedt, en alle infecties in andere grondsoorten mislukten.

De infecties te Baarn in de volle grond uitgevoerd, zijn ook alle mislukt. Deze grond is een zeer arme zandgrond, die zich slecht met klei die erin gebracht werd vermengde.

Doordat er geen terrein met kleigrond ter beschikking was, is het niet mogelijk geweest na te gaan of daarin infectie in de volle grond te verkrijgen was.

#### **b. Infecties met eenige variëteiten van *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr.**

Van de variëteiten van *Fusarium solani*, welke bij dit onderzoek uit St. Janszieke erwten geïsoleerd werden, bleken parasitair voor de erwt te zijn: *Fusarium solani* var. *striatum*, *Fusarium solani* var. *Martii* en *Fusarium solani* var. *medium*.

Van deze drie variëteiten was *Fusarium solani* var. *Martii* reeds door *Wollenweber* in 1913 (65) uit zieke erwten geïsoleerd. Hij meende echter, dat het een saprophyt was. In 1924 determineerde hij een uit St. Janszieke erwten geïsoleerde *Fusarium*, welke hem uit Nederland was toegezonden, als *Fusarium solani* var. *Martii*. Het blijkt dus wel, dat deze *Fusarium* in Europa herhaaldelijk uit zieke erwten geïsoleerd is.

In Amerika beschreef *Bisby* 1918 (4) een erwtenziekte, waarvan *Jones* 1923 (32) de *Fusarium* determineerde als *Fusarium Martii* var. *pisi*.

De sporenmaten, welke *Jones* opgeeft, komen, zooals hijzelf ook al opmerkte, niet met die van *F. solani* var. *Martii* overeen.

Bovengenoemde *Fusaria* of heel dicht erbij staande soorten waren dus al geïsoleerd of parasitair bevonden voor erwten.

Bij mijn eigen isolaties uit St. Janszieke erwten werden het meest *Fusaria* uit de sectie *Martiella* geïsoleerd.

Zooals reeds bij het hoofdstuk over de isolaties vermeld is, geschiedde dit in 1931 5 maal, in 1932 18 maal en in 1933 31 maal.

Met alle in 1931 en 1932 geïsoleerde *Fusaria* uit deze sectie (23 in getal) werden infecties uitgevoerd. Hiervan vielen er 8

positief uit. Bij determinatie bleek dit 3 maal door *F. solani* var. *striatum*, 4 maal door *F. solani* var. *Martii* en 1 maal door *F. solani* var. *medium* te zijn.

*F. solani* var. *striatum* bleek van deze drie de sterkste parasiet te zijn. De planten, die hiermee geïnfecteerd waren, bleven sterk in groei achter (zie photo 1 no. 23).

Tabel 2.

Serie XXIX.

Leeftijd in dagen	24	33	61
Gem. lengte controleplanten in cm.	8.2	14.5	35.7
" " der met No. 23 geïnf. pl.	7.7	9.7	18.1
" " " " No. 24 " "	5.6	6.6	12
" " " " No. 49 " "	6.3	8.1	22.2

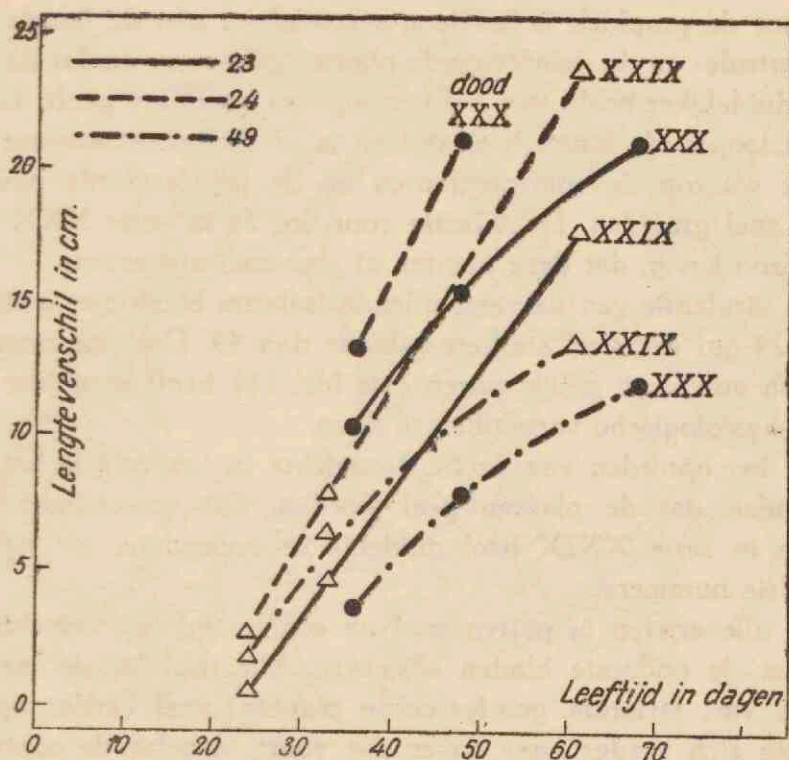
Tabel 3.

Serie XXX.

Leeftijd in dagen	36	48	68
Gem. lengte controleplanten in cm.	16.7	24.7	34.4
" " der met No. 23 geïnf. pl.	6.5	9.3	13.5
" " " " No. 24 " "	3.5	3.7	dood
" " " " No. 49 " "	12.9	16.8	22.5

Tabel 2 en 3 geven de lengten van de controle- en de geïnfecteerde planten voor de series XXIX en XXX weer, waaruit de lengteverschillen, die in graphiek 1 zijn uitgezet, berekend werden.





Grafiek 1. Lengteverschil tusschen controle- en geïnfecteerde Schokkererwten bij infectie met eenige isolaties van *Fusarium solani* var. *striatum* in verband met de leeftijd. Iedere lijn geeft de uitkomsten van een serie weer. Het nummer van de serie is in Romeinsche cijfers achter de lijnen geplaatst.

In graphiek 1 is langs de abscis de leeftijd van de erwten in dagen afgezet en langs de ordinaat het gemiddelde lengteverschil in cm. tusschen de controleplanten en de geïnfecteerde planten. Hier zijn de gegevens van alle drie isolaties van *F. solani* var. *striatum* verwerkt. Iedere isolatie is door een nummer aangegeven (23, 24 en 49).

Iedere lijn geeft telkens de waarnemingen in één serie weer. Deze series waren onderling niet volkomen te vergelijken, doordat de uitwendige omstandigheden verschillend waren.

Serie XXIX is op 26 Mei 1933 gezaaid en serie XXX op 2 Augustus 1933, wat al voldoende is om het verschil in reageren te verklaren.

Voor de graphiek is het lengteverschil en niet de lengte van de controle- en de geïnfecteerde planten genomen, omdat dit een veel duidelijker beeld van het verloop van de ziekte geeft. In dit geval loopten de lijnen heel stijf en is er dus geen moment geweest waarop de controleplanten en de geïnfecteerde planten even snel groeiden. De infectie voor no. 24 in serie XXX was zelfs zoo hevig, dat deze planten al zeer snel afstierven.

De virulentie van de verschillende isolaties bleek niet gelijk te zijn; 24 gaf een veel sterkere infectie dan 49. Daar ze morfologisch volkomen gelijk waren (zie blz. 18) heeft men hier dus met physiologische verschillen te doen.

Bij het optreden van de St. Jansziekte in het veld is het opvallendst, dat de planten geel worden. Dit verschijnsel trad alleen in serie XXIX heel duidelijk te voorschijn, en wel bij alle drie nummers.

Bij alle erwten in potten trad na eenige tijd het verschijnsel op dat de onderste bladen afsterven. Dit trad bij de met *F. solani* var. *striatum* geïnfecteerde planten veel eerder op en plantte zich verder naar boven toe voort, dan bij de controleplanten.

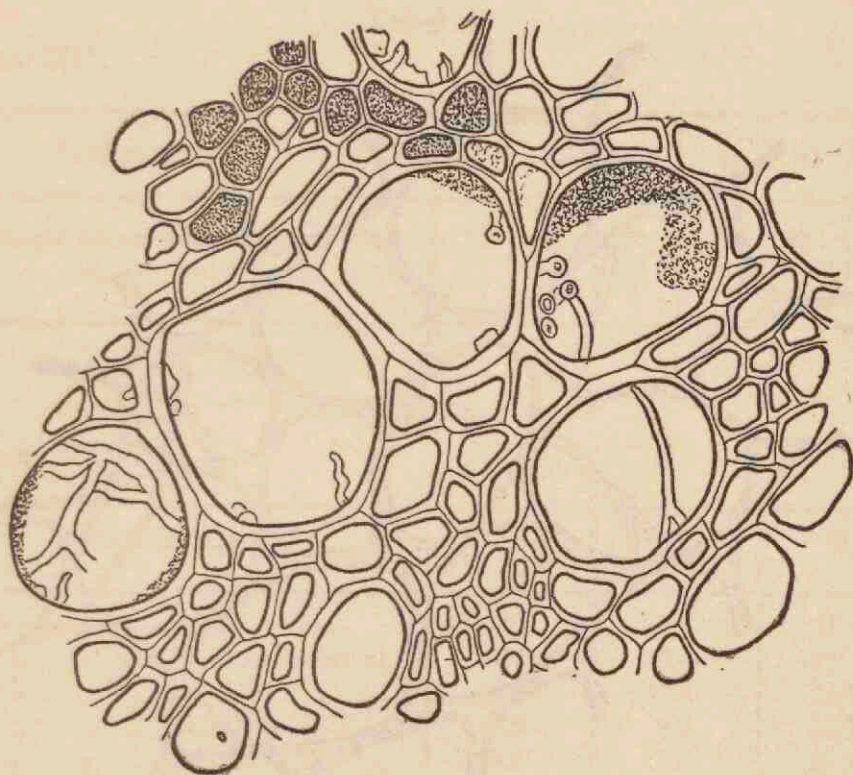
Aan het eind van de proeven d.w.z. wanneer alle planten afgestorven waren, hadden de meeste geïnfecteerde planten geen of één heel kleine peul gevormd, waartegenover een of twee behoorlijke peulen bij de controleplanten stonden.

Dit alles betreft de bovengrondsche deelen, maar ook aan de wortels was duidelijk de invloed van de infectie te zien.

Het wortelstelsel was slecht ontwikkeld. De planten hadden slechts enkele dunne bruine wortels. De stengelbases waren donkerbruin tot zwart gekleurd tegenover een lichter bruine kleur van de stengelbases van de controleplanten.

Een doorsnede van de hoofdwortel gaf voor no. 23 een oranje verkleuring van het vaatgedeelte te zien, welke bij no. 49 niet optrad.

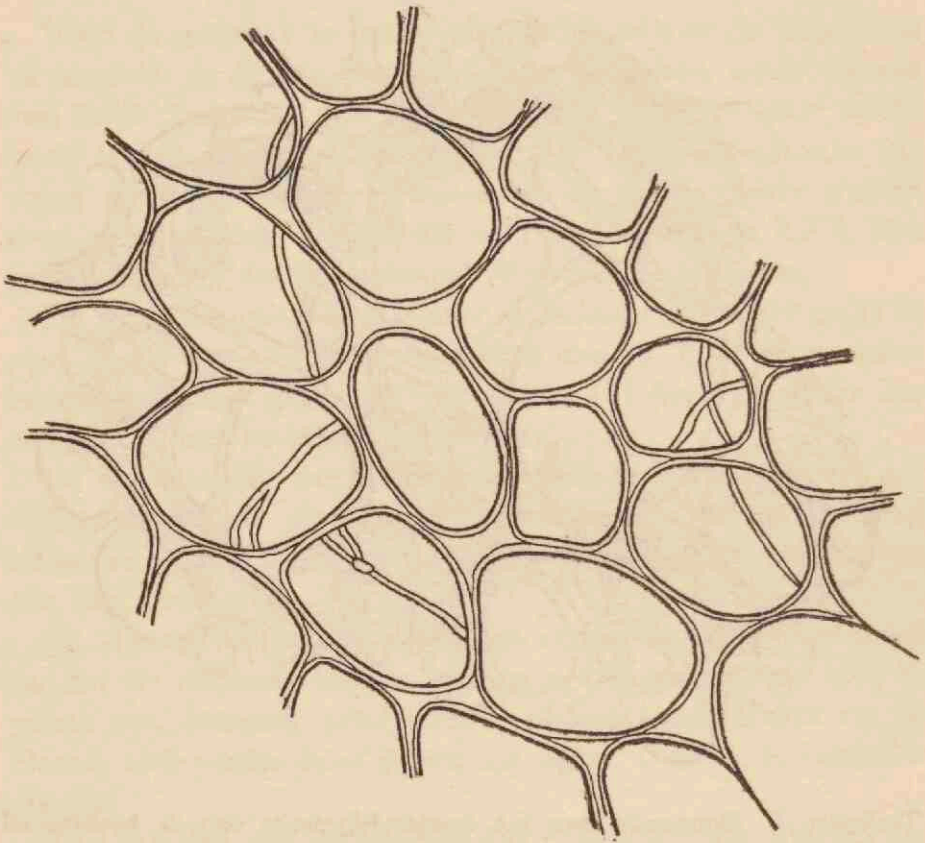




Teekening 3. Doorsnede door het vaatbundelgedeelte van de hoofdwortel van een, met *Fusarium solani* var. *striatum* no. 23, geïnfecteerde erwt. Vergr. 400 X.

Een preparaat (zie teek. 3) van de hoofdwortel van een erwt, die geïnfecteerd was met no. 23 vertoont duidelijk de verstopte vaten (waardoor de oranje kleur veroorzaakt wordt) en de schimmel in de vaten. In deze vaten treft men behalve de hyphen van de schimmel ook chlamydo-sporen aan. Ook in de schors waren schimmeldraden te vinden. (zie teek. 4).

De infectie met *Fusarium solani* var. *Martii* had een minder hevige uitwerking, dan de infectie met *Fusarium solani* var. *striatum*. Ook hier is de virulentie van alle isolaties niet dezelfde. Weliswaar varieerden de virulenties van de 4 isolaties, die een positief effect gaven, heel weinig, doch daarnaast bleken



Teekening 4. Dwarsdoorsnede door het schorsgedeelte van de hoofdwortel van een met *Fusarium solani* var. *striatum* no. 23, geïnfecteerde erwte. Vergr. 400 X.

andere isolaties van deze zelfde schimmel geen uitwerking te hebben gehad.

Bij de vier virulente isolaties waren de verschijnselen in hoofdzaak analoog aan die bij infectie met *Fusarium solani* var. *striatum*.

Het meest opvallende was weer het lengteverschil met de controle (zie photo 1 no. 13b<sub>2</sub>)

De gemiddelde lengten van de controle- en de geïnfecteerde planten voor de series XIX, XXIX en XXX worden in tabel 4, 5 en 6 gegeven.



Tabel 4

Serie XIX

Leeftijd in dagen.	46	54	60	75	92	117
Gem. lengte controleplanten in cm.	15	17	21	32	42	58
" " der met No. 57 geïnf. pl.	12	12.5	16	23	31	31

Tabel 5

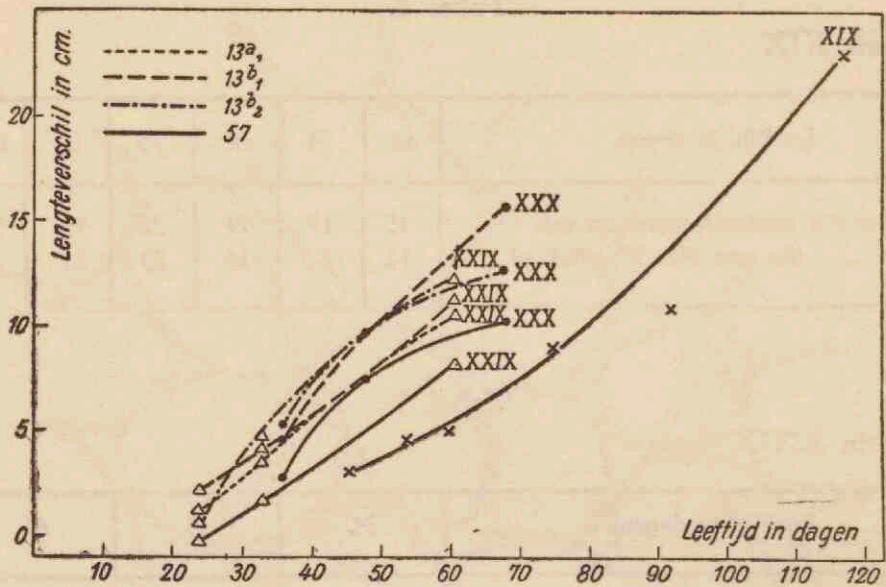
Serie XXIX

Leeftijd in dagen.	24	33	61
Gem. lengte controleplanten in cm.	8.2	14.5	35.7
" " der met No. 13a <sub>1</sub> geïnf. pl.	7.1	10.8	25
" " " " No. 13b <sub>1</sub> " "	6.1	10.5	24.3
" " " " No. 13b <sub>2</sub> " "	7.5	9.8	22.5
" " " " No. 57 " "	8.6	12.6	27.3

Tabel 6

Serie XXX

Leeftijd in dagen.	36	48	68
Gem. lengte controleplanten in cm.	16.5	24.7	34.4
" " der met No. 13b <sub>1</sub> geïnf. pl.	12	15.1	18.7
" " " " No. 13b <sub>2</sub> " "	11.2	15	21.8
" " " " No. 57 " "	13.6	17.2	24.1



Graphiek 2. Lengteverschil tusschen controle- en geïnfecteerde Schokkererwten bij infectie met eenige isolaties van *Fusarium solani* var. Martii in verband met de leeftijd. Achter iedere lijn is in Romeinsche cijfers het nummer van de serie geplaatst.

In graphiek 2 is voor *Fusarium solani* var. Martii op dezelfde wijze als in graphiek 1 voor *Fusarium solani* var. striatum het lengteverschil tusschen de geïnfecteerde en de controleplanten in verband met de leeftijd uitgezet. Ook nu is weer met verschillende isolaties gewerkt, welke ieder een nummer hebben gekregen (13a<sub>1</sub>, 13b<sub>1</sub>, 13b<sub>2</sub> en 57).

Iedere lijn geeft de waarnemingen in één serie aan.

De lijn voor de infectie met no. 57 in serie XIX valt geheel buiten de andere lijnen. Dit is te verklaren, doordat deze serie op 22 September gezaaid werd en daarna nog tot 1 November buiten heeft gestaan. Door de lage temperatuur liep de infectie niet zoo sterk door als bij de andere series het geval was. Na 1 November kwamen de erwten in de kas, waar de infectie door de hoogere temperatuur sterk door ging loopen.

Wanneer men nu graphiek 1 en 2 vergelijkt, dan valt het op, dat de lijnen in graphiek 2 minder stijl loopen, maar dat de toe-



name van het lengteverschil toch gedurende de geheele groei-periode regelmatig doorgaat.

Wanneer men de twee graphieken samenbrengt tot één, dan vallen de lijnen van no. 49 in graphiek 1 samen met de lijnen in graphiek 2.

De infecties verlopen bij *Fusarium solani* var. *striatum* en *Fusarium solani* var. *Martii* dus op precies dezelfde wijze, alleen bij de laatste schimmel in een iets mindere graad.

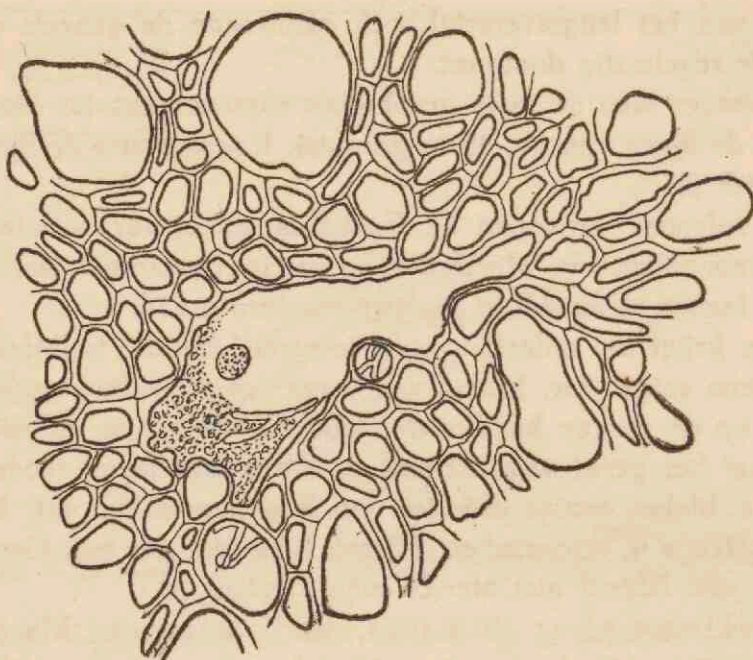
Men krijgt de indruk, alsof de verschillende isolaties van *Fusarium solani* var. *Martii* veel meer een onderling gelijke invloed op de erwten hadden dan dit bij *Fusarium solani* var. *striatum* het geval was. Zooals ik echter hierboven reeds vermeldde, bleken eenige isolaties van *Fusarium solani* var. *Martii* geen infectie te veroorzaken. Hieruit blijkt dat dus ook *Fusarium solani* var. *Martii* niet steeds even virulent is.

Wollenweber 1913 (65), die *F. solani* var. *Martii* een saprophyt noemt, heeft waarschijnlijk juist zoo'n onwerkzame stam in handen gehad.

Ook de andere ziekteverschijnselen traden in mindere mate op dan bij *Fusarium solani* var. *striatum*. In serie XXIX trad nog eenigszins een geelkleuring op. Het verdrogen van de onderste bladen trad vooral bij no. 13b<sub>2</sub> en 57 op. Bijna alle planten hadden één kleine peul gevormd; een enkele had geen peul.

Ook bij de ondergrondsche deelen was hier duidelijk de invloed van de infectie waar te nemen. Er waren weinig wortels en deze waren dun en bruin. Er trad geen oranje verkleuring van de vaten op.

De stengelbasis was iets bruiner dan die van de controle.



Teekening 5. Doorsnede door het vaatbundelgedeelte van de hoofdwortel van een, met *Fusarium solani* var. Martii No. 13b<sub>2</sub> geïnfecteerde erwt. Vergr. 400 ×.

Een preparaat van de hoofdwortel geïnfecteerd met no. 13b<sub>2</sub> liet een groote ingevallen holte in de wortel zien (zie teek. 5) In deze holte en in eenige kleine omliggende vaten waren schimmeldraden te vinden. Ook in de schors zaten schimmeldraden.

*Fusarium solani* var. *medium* veroorzaakt de minst heftige infectie van de drie variëteiten van *Fusarium solani*.

De uitkomsten waren bij verschillende series ook volkomen verschillend. Men behoeft hiervoor maar photo 1 en 2 te vergelijken.

*F. solani* var. *medium* is aangegeven door no. 56.

Om een duidelijk beeld van deze lengteverschillen te krijgen, worden in tabel 7 en 8 de cijfers voor de twee series, waarvan de photo's genomen zijn, gegeven.



Tabel 7

## Serie XXIV

Leeftijd in dagen.	20	28	40	49	64	84
Lengte controleplanten in cm.	5.7	8.5	12	16.7	23.3	31.9
Lengte geïnfect. planten in cm.	5.7	6.9	9	9.3	9.3	dood

Tabel 8

## Serie XXX

Leeftijd in dagen.	36	48	68
Lengte controleplanten in cm.	16.7	24.7	34.4
Lengte geïnfect. planten in cm.	12.5	15.8	24.7

Verder worden in tabel 9 de cijfers voor serie XXIX, waar heelemaal geen verschil is opgetreden, gegeven.

Tabel 9

## Serie XXIX

Leeftijd in dagen.	24	33	61
Lengte controleplanten in cm.	8.2	14.5	35.7
Lengte geïnfect. planten in cm.	10.5	12.2	34.4

Ten aanzien van serie XXIV zou men zeggen, dat men met een zeer sterke parasiet te doen heeft, in serie XXIX daarentegen met een saprophyt. Dit zelfde treedt ook weer op bij de *Fusaria* van de sectie *Roseum*, die ook tot de minder sterke parasieten behooren.

Men krijgt de indruk, dat de sterke parasieten, zooals de eerstgenoemde variëteiten van *F. solani*, persé een duidelijke infectie geven, maar dat de minder sterke parasieten veel meer afhankelijk zijn van de uitwendige omstandigheden.

De planten van serie XXIV stonden in de kas en de planten

van serie XXIX en XXX buiten, zoodat de omstandigheden dus wel volkomen verschillend zijn geweest.

In de meeste gevallen waren de geïnfekteerde erwten geler dan de controleerwten en stierven de onderste bladen eerder af. Dit was zelfs het geval in serie XXIX, waar de lengtegroei geen invloed van de infectie had ondervonden.

De hoeveelheid wortels was meestal hetzelfde of bijna hetzelfde als bij de controles. Een enkele keer waren ze iets bruiner. Alleen in serie XXIV waren vrijwel geen wortels meer over. Voor zoover ze er nog waren, waren alleen de vaatbundels overgebleven.

### c. Infecties met *Fusarium oxysporum* Schlecht.

*Fusarium oxysporum* behoort tot de sectie Elegans.

Uit deze sectie zijn reeds een aantal Fusaria bekend als parasitair voor erwten.

Wollenweber 1913 (65) geeft op, dat *Fusarium oxysporum* van erwt geïsoleerd werd. Bisby 1919 (5) deed er infectieproeven mee. Er trad alleen een lichte wortelbeschadiging op.

*Fusarium redolens* wordt door Wollenweber (Handbuch der Pflanzenkrankheiten) 1923 beschouwd als de voornaamste veroorzaker van de St. Jansziekte. Hij deed er in 1913 geslaagde infectieproeven mee. Deze zou volgens Wollenweber ook naar alle waarschijnlijkheid de door van Hall geïsoleerde *Fusarium* zijn.

De parasiet uit de sectie Elegans, over welke het meeste bekend is, is *Fusarium orthoceras* var. *pisi*. Linford 1928 (36) geeft een uitgebreide beschrijving van een vaatziekte, die door deze *Fusarium* veroorzaakt wordt, en de ergste, bekende *Fusarium* aantasting van de erwt uit Amerika is.

Van al deze Fusaria isoleerde ikzelf alleen *Fusarium oxysporum* van de erwt, en dit slechts eenmaal, in 1932, uit een veld op Zuid-Beveland. Het is mogelijk, dat uit een ander veld op Zuid-Beveland in dat zelfde jaar ook *Fusarium oxysporum* geïsoleerd werd.

De kleur op de verschillende voedingsbodems geleek veel op



die van *F. oxysporum*, maar deze *Fusarium* was er niet toe te krijgen macroconidiën te vormen, zoodat determinatie niet mogelijk was. De volgende gegevens slaan alleen op de duidelijk macroconidien vormende schimmel, die als *Fusarium oxysporum* gedetermineerd is.

De geïnfecteerde erwten waren geler, bleven achter in groei en stierven eerder af dan de controleplanten. Deze verschijnselen traden in meerdere of mindere mate ook bij de aantastingen met de andere *Fusaria* op. Maar de aantasting met *Fusarium oxysporum* kenmerkte zich doordat de planten veel ijler van groei waren (zie photo 1 en 2 no. 51).

De gemiddelde lengten van de controle- en de geïnfecteerde planten voor serie XIX, XXIV, XXVIII, XXIX en XXX worden in tabel 10—14 vermeld.

Tabel 10

Serie XIX.

Leeftijd in dagen.	46	54	60	75	92	117
Gem. lengte controleplanten in cm.	15	17	21	32	42	58
" " geïnfect. planten in cm.	11	12	16	28	34	37

Serie XXIV

Tabel 11

Leeftijd in dagen.	20	28	40	49	64	84
Gem. lengte controleplanten in cm.	5.7	8.5	12	16.7	23.3	31.9
" " geïnfect. planten in cm.	6.6	8.6	10.3	11	12	dood

Serie XXVIII

Tabel 12

Leeftijd in dagen.	32	41	69
Gem. lengte controleplanten in cm.	13.2	19.9	44
" " geïnfect. planten in cm.	10.2	15	20

Tabel 13

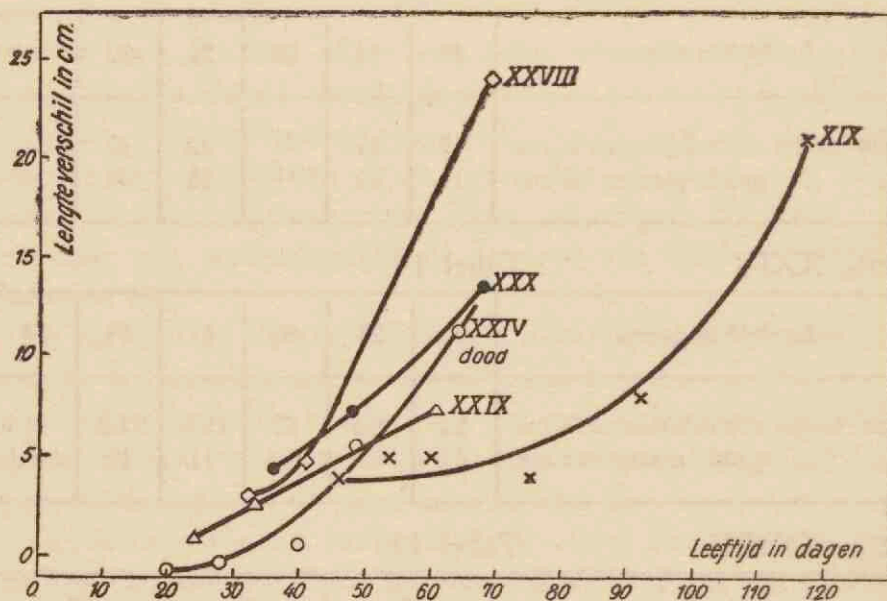
Serie XXIX

Leeftijd in dagen.	24	33	61
Gem. lengte controleplanten in cm.	8.2	14.5	35.7
" " geïnfect. planten in cm.	7.2	11.7	28.5

Tabel 14

Serie XXX

Leeftijd in dagen.	36	48	68
Gem. lengte controleplanten in cm.	16.7	24.7	34.4
" " geïnfect. planten in cm.	12.2	17.2	21



Graphiek 3. Lengteverschil tusschen controle- en geïnfecteerde Schokkererwten in verband met de leeftijd bij infectie met eenige isolaties van *Fusarium oxysporum*. Achter iedere lijn is in Romeinse cijfers het nummer van de serie geplaatst.



Het achterblijven in groei van de geïnfecteerde planten is duidelijk op graphiek 3 te zien.

Langs de abscis is weer de leeftijd van de erwten in dagen afgezet en langs de ordinaat het gemiddelde lengteverschil in cm. tusschen de controleplanten en de geïnfecteerde planten. Een lijn geeft telkens de waarnemingen van een serie weer.

In graphiek 3 loopen de lijnen niet zoo recht als bij *F. solani* var. *striatum*. Ze beginnen met minder stijl te loopen om later stijler te worden. Het lengteverschil neemt dus éérs minder sterk toe dan later. In dit geval begint de infectie dus minder heftig om later veel sterker te worden.

Serie XIX valt er weer buiten, evenals bij *Fusarium solani* var. *Martii*. Dit is hier op dezelfde wijze te verklaren, doordat serie XIX in de kas werd gezet, na eerst buiten erg koud te hebben gestaan.

Serie XXIV stond ook in de kas, maar hier traden direct na het planten niet zulke lage temperaturen op.

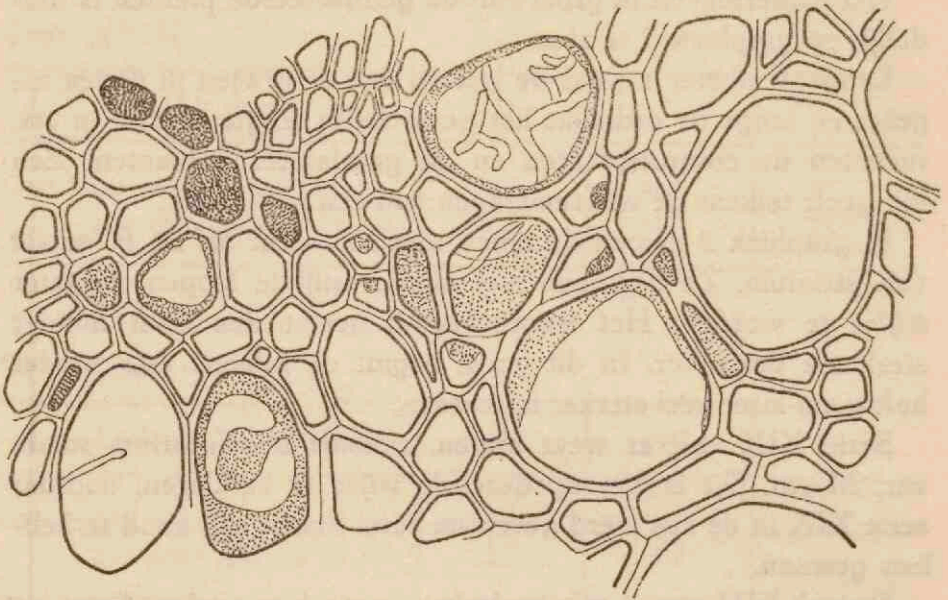
De lijnen loopen ook lang niet zoo in dezelfde richting als in de vorige graphieken het geval was. De infectie in serie XXIX was veel minder hevig dan die in de andere series. Van al deze verschillen is geen verklaring te geven.

Het is een analoog verschijnsel aan dat bij *Fusarium solani* var. *medium* maar dan in minder hevige mate.

Dit alles heeft betrekking op de bovengrondsche deelen van de planten, maar ook de wortels vertoonden duidelijk de sporen van de infectie. Er werden weinig wortels gevormd; deze waren dun en in eenige gevallen waren alleen de vaatbundels over.

De hoofdwortel was op doorsnee oranje verkleurd.

Deze verkleuring trad bijna uitsluitend bij *Fusarium oxysporum* op. Slechts *Fusarium solani* var. *striatum* no. 23 maakte hierop een uitzondering.



Teekening 6. Doorsnede door het vaatbundelgedeelte van de hoofdwortel van een, met *Fusarium oxysporum*, geïnfecteerde erwt. Vergr. 400 X.

In een preparaat (zie teek. 6) van de hoofdwortel vielen de verstopte vaten op; er werd in dit preparaat weinig schimmel in de vaten aangetroffen. Deze hoeveelheid kon echter tamelijk sterk variëren, zooals uit andere preparaten bleek.

Ook in de schors werd schimmel aangetroffen.

#### d. Infecties met *Fusarium equiseti* (Cda.) Sacc.

*Fusarium equiseti* behoort tot de sectie *Gibbosum*. Ook van deze sectie zijn in de literatuur eenige schimmels bekend als erwtenparasieten.

*F. equiseti*, vroeger bekend onder de naam *F. falcatum*, is volgens Appel en Wollenweber 1910 (2) de door Schikorra 1906 (46) beschreven erwtenparasiet *F. vasinfectum* var. *pisi*. De door deze schimmel veroorzaakte aantasting werd door Schikorra beschouwd als de door van Hall 1903 (22) beschreven St. Jansziekte. Maar in het literatuuroverzicht



(zie blz. 4) is er reeds op gewezen, dat de beschrijving, welke Schikorra geeft van de aantasting in het veld, niet volkomen klopt met de beschrijving van de St. Jansziekte.

Starr 1932 (54) noemt nog *F. equiseti* var. *bullatum* en *Fusarium scirpi* var. *acuminatum* als erwtenparasieten. Ze waren iets minder parasitair dan *F. orthoceras* var. *pisi*.

Bij alle isolaties uit St. Janszieke erwten trad *Fusarium equiseti* slechts eenmaal op.

Hij werd geïsoleerd uit een veld in de IJpolder. De infectie is veel minder hevig dan die met *Fusarium solani* variëteiten of met *Fusarium oxysporum*. Maar er blijft toch steeds een duidelijk verschil tusschen de lengten van de geïnfecteerde en van de controleplanten bestaan (zie photo 2 no. 13a<sub>3</sub>). De lengten van de controle- en de geïnfecteerde planten voor serie XVI, XIX, XXIV en XXX zijn samengevat in tabel 15—18.

Tabel 15

Serie XVI

Leeftijd in dagen.	28	32	39	58	98
Gem. lengte controleplanten in cm.	23	29	34	48	51
" " geïnf. planten in cm.	15	16	21	33	34

Tabel 16  
Serie XIX

Leeftijd in dagen.	46	54	60	75	92	117
Gem. lengte controleplanten in cm.	15	17	21	32	42	58
" " geïnf. planten in cm.	11	12.5	15	21	30	39

Serie XXIV

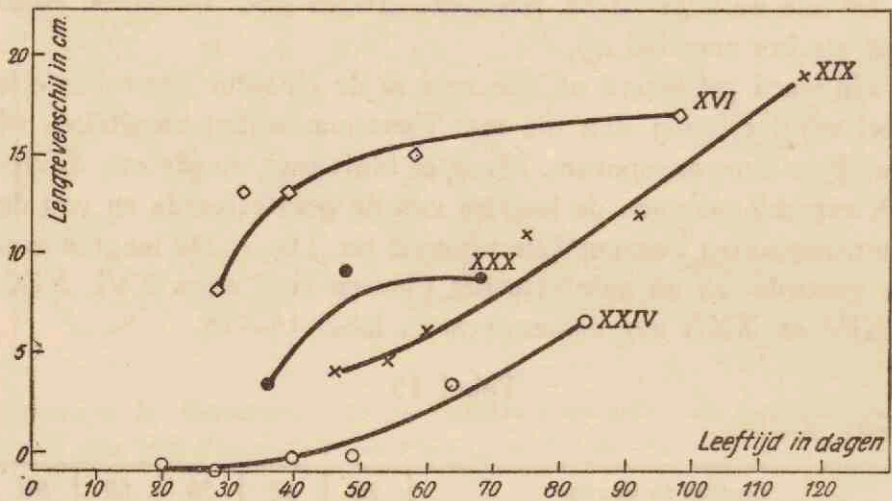
Tabel 17

Leeftijd in dagen.	20	28	40	49	64	84
Gem. lengte controleplanten in cm.	5.7	8.5	12	16.7	23.3	31.9
" " geïnf. planten in cm.	6.5	9.7	12	16.6	20.1	25.4

Serie XXX

Tabel 18

Leeftijd in dagen.	36	48	68
Gem. lengte controleplanten in cm.	16.7	24.7	34.4
„ „ geïnfect. planten in cm.	13.3	15.7	25.8



Graphiek 4. Lengteverschil tusschen controle- en geïnfecteerde Schokkererwten in verband met de leeftijd bij infectie met *Fusarium equiseti*. De Romeinsche cijfers geven de nummers van de series aan.

In graphiek 4 is het verloop van het lengteverschil in verband met de leeftijd, berekend uit tabel 15—18, uitgezet.

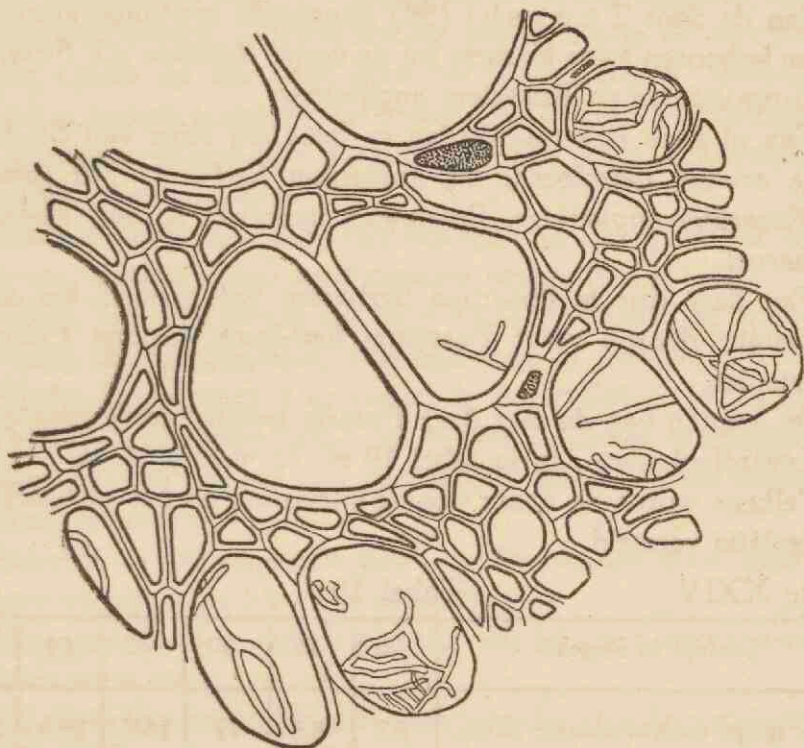
De lijnen in deze graphiek loopen nog weer minder stijf dan die in de vorige graphieken en in serie XVI en XXX is de vermindering in groei ten opzichte van de controle in het begin veel sneller dan later.

Ook hier loopen de lijnen onderling weer sterk uiteen.

In eenige series trad een lichte geelkleuring op, welke in serie XIX het duidelijkst was. De onderste bladen stierven ook iets eerder af dan bij de controles het geval was.

De wortels weken minder af van die van de controleplanten dan bij de vorige infecties. Toch waren een aantal wortels nog zoo sterk aangetast dat alleen de vaatbundels overgebleven waren.





Teekening 7. Doorsnede door het vaatbundelgedeelte van de hoofdwortel van een met *Fusarium equiseti* geïnfecteerde erwt. Vergr. 400 X.

Een preparaat van de hoofdwortel laat zien, dat er in de vaten veel schimmel voorkomt (zie teek. 7), terwijl er ook in de bast veel schimmel te vinden is.

#### e. Infecties met eenige *Fusaria* uit de sectie *Roseum* Wr.

Uit de sectie *Roseum* zijn in de literatuur een aantal *Fusaria* bekend als erwtenparasieten.

Appel en Wollenweber 1910 (2) geven op, dat zij *Fusarium subulatum* van erwten geïsoleerd hebben.

Turesson 1920 (60) isoleerde *Fusarium viticola* (thans bekend onder de naam *Fusarium herbarum* var. *viticola*). Hij beschrijft een erwtenaantasting die niet analoog is aan de St. Jansziekte, maar meer overeenkomst vertoont met de door Schikorra beschreven aantasting.

Van de door T o g a s h i (59) genoemde erwtenparasieten in Japan behoren twee Fusaria tot de sectie Roseum; n.l. *Fusarium arthrosporioides* en *Fusarium anguioides*.

Van al deze Fusaria werden er door mij twee van St. Jans-zieke erwten geïsoleerd; n.l. *Fusarium herbarum* var. *viticola* en *Fusarium anguioides*. Bovendien isoleerde ik nog *Fusarium herbarum*.

Van deze drie is *Fusarium herbarum* var. *viticola* het meest parasitair; daarop volgt *Fusarium herbarum* en dan *Fusarium anguioides*.

De lengten van de met deze Fusaria geïnfecteerde planten en de controleplanten zijn in tabel 19 en 20 weergegeven.

Telkens wordt de naam van de Fusarium en het nummer van de isolatie vermeld.

Serie XXIV

Tabel 19

Leeftijd in dagen.	20	28	40	49	64	84
Gem. lengte controleplanten in cm.	5.7	8.5	12	16.7	23.3	31.9
" " der met <i>F. herbarum</i> v. <i>viticola</i> geïnf. pl.	6.4	9.5	11	14.6	18.2	22.1
" " der met <i>F. herbarum</i> no. 11c <sub>2</sub> geïnf. pl.	6	8.4	10.7	15	18.7	25.9
" " der met <i>F. herbarum</i> no. 13a <sub>5</sub> geïnf. pl.	5.7	7.4	8.4	10.2	16.2	27.7

Serie XVI

Tabel 20

Leeftijd in dagen.	28	32	39	58	98
Gem. lengte controleplanten in cm.	23	29	34	48	51
" " der met <i>F. anguioides</i> no. 11a <sub>4</sub> geïnf. planten	23	26	39	46	49
" " der met <i>F. anguioides</i> no. 13d <sub>2</sub> geïnf. planten.	16	23	27	46	51
" " der met <i>F. anguioides</i> no. 16c geïnf. planten.	19	23	27	38	39



Bij de isolaties blijken *Fusaria* uit de sectie *Roseum* veelvuldig voor te komen. Hoewel slechts enkele der in de tabellen gegeven cijfers op een duidelijke aantasting wijzen, hebben een aantal in andere series voorgekomen gevallen mede bevestigd, dat bij gunstige uitwendige omstandigheden deze schimmels als parasieten kunnen optreden.

Photo 2 geeft een beeld van een infectie met *Fusarium herbarum* var. *viticola* (16a) en *Fusarium herbarum* (11c<sub>2</sub>).

Indien men de cijfers op deze *Fusaria* betrekking hebbende verwerkt in een graphiek, verkrijgt men in versterkte mate het beeld dat in graphiek 4 optreedt: de verschillende lijnen loopen sterk uiteen (hetgeen wijst op de verschillende intensiteit van aantasting), en het verloop evenwijdig aan de abscis komt nog sterker tot uiting.

Behalve de verminderde groei treden verder geen duidelijke ziekteverschijnselen bij deze aantasting op.

Van geel worden van de planten was bij deze infecties vrijwel niets meer te zien.

De wortels verschilden niet veel van die van de controleplanten. Er waren iets minder wortels en de kleur was iets donkerder.

#### f. Samenvatting van de voorgaande infecties; infecties met combinaties van deze *Fusaria*.

Wanneer men de voorgaande infecties vergelijkt, dan blijkt, dat de hevigheid van infectie afneemt in de volgorde waarin de *Fusaria* behandeld zijn.

Dit komt wel het duidelijkst uit, wanneer men de graphieken met elkaar vergelijkt.

Ten eerste wordt de hoek, welke de lijnen met de abscis maken steeds kleiner en ten tweede krijgen de lijnen, die bij *Fusarium solani* nog recht zijn, meer en meer een gebogen verloop.

Met uitzondering van *Fusarium oxysporum* is deze kromming steeds naar de abscis gericht en wel sterker naarmate de schimmel minder parasitair is.

Dit beteekent dat de zwakke parasieten hun invloed hoofdzakelijk in het beginstadium van de groei doen gelden.

Bij *Fusarium oxysporum* alleen is dit omgekeerd, hier neemt de invloed van de infectie op de lengtegroei toe naarmate de planten ouder worden. Dit kan zoo ver gaan, dat de groei van de geïnfecteerde planten heelemaal tot staan komt.

Bij het isoleeren werden dikwijls verschillende *Fusaria* uit een veld geïsoleerd.

De mogelijkheid bestond nu, dat een combinatie van de schimmels veel sterker op de plant zou inwerken dan iedere schimmel op zichzelf.

Om dit na te gaan zijn een reeks proeven genomen, waarbij erwten geïnfecteerd werden met combinaties van telkens twee *Fusaria*.

De klei in de potten, waarin de erwten geplant werden, werd hiertoe geïnfecteerd met  $\frac{1}{2}$  kolf van beide schimmels. De resultaten werden vergeleken met infecties, waarbij de klei telkens met  $\frac{1}{2}$  kolf van slechts een der beide schimmels geïnfecteerd was.

Op een enkele uitzondering na bleek de gecombineerde infectie een veel sterker uitwerking te hebben gehad.

Daar de oorzaak hiervan kon liggen in het feit dat de potten met gemengde schimmel een tweemaal zoo groote hoeveelheid schimmel bevatten als de potten met slechts een enkele schimmel, werden er nog potten geïnfecteerd met combinaties van  $\frac{1}{4}$  kolf van beide schimmels. In dit geval bleek er geen verschil meer op te treden.

Het was echter altijd duidelijk te zien of *Fusarium oxysporum* in de combinatie gebruikt was.

De planten vertoonden dan steeds de ijlere groei en de oranje verkleuring van de vaatbundel, welke bij infectie met *Fusarium oxysporum* alleen optreedt.

In serie XXVI trad daarnaast een duidelijk verschil in lengte op, afhankelijk van de *Fusarium*, die met *Fusarium oxysporum* gecombineerd was.



Hieronder volgen de gemiddelde eindlengten van deze serie <sup>1)</sup>:

F. oxysporum + F. solani var. medium	18 cm
„ „ + F. equiseti	28 cm
„ „ + F. herbarum	30 cm <sup>2)</sup>
„ „ + F. herbarum var. viticola	36 cm

Deze lengteverschillen kwamen echter niet altijd zoo duidelijk naar voren. Het ter beschikking staande materiaal laat niet toe, hier verdere conclusies uit te trekken.

#### g. Infecties met *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc.

*Fusarium culmorum* behoort tot de sectie *Discolor*. In de literatuur is nergens vermeld, dat *Fusaria* uit deze sectie wel eens uit erwten geïsoleerd zijn.

Bisby 1919 (5) heeft wel getracht erwten met *F. culmorum* te infecteeren; de resultaten waren echter negatief. Zooals reeds eerder meegedeeld werd, is de infectie van *Fusarium culmorum* niet te vergelijken met de vorige infecties. We hebben hier n.l. te doen met een kiemplantenaantasting.

Bij de heftigste infecties hingen de erwten een dag na het planten al slap. Het was een onmogelijkheid, dat dit veroorzaakt zou zijn door het reeds naar binnen dringen van de schimmel. Het moest een gevolg zijn van een vergiftiging door afscheidingsproducten van de schimmel. Om dit nader aan te toonen werd *Fusarium culmorum* op een oplossing volgens Richard gekweekt. Na eenige weken werd de schimmel afgefiltreerd en werden de erwtenplanten in het filtraat gebracht.

Hierbij werden afgesneden planten en planten met wortels gebruikt. In beide gevallen waren de in het filtraat geplaatste planten na 24 uur verwelkt. Ter vergelijking waren controleplan-

<sup>1)</sup> Daar de controleplanten in deze serie ernstig van de zon te lijden hadden gehad konden hierover geen cijfers worden opgegeven.

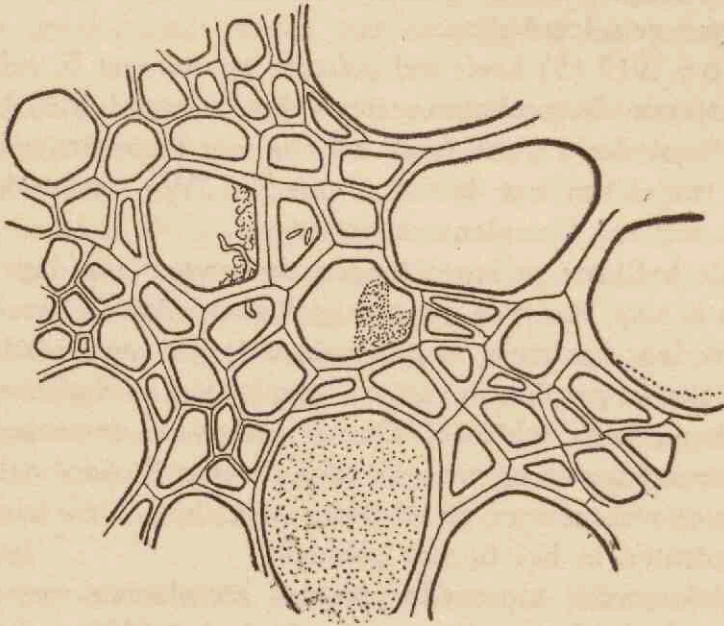
<sup>2)</sup> De infectie van *F. oxysporum* + *F. equiseti* en *F. oxysporum* + *F. herbarum* moet men gelijk noemen, daar een verschil van 2 cm ook wel tusschen verschillende groepen controleplanten optrad.

ten op dezelfde wijze geplaatst in een oplossing volgens Richard, waaraan geen *Fusarium* toegevoegd was, maar waarvan de p H gelijk was gemaakt aan die van het filtraat; de p H was daar van 4 tot 7 opgelopen.

In de potten verliep de infectie niet iedere keer in en even snel tempo.

Dit is b.v. reeds op photo 3 te zien, waar in de eene pot de erwten dood zijn, terwijl ze in de andere nog wel leven maar heel slecht gegroeid zijn.

De wortels rotten meestal heelemaal weg. Bij een infectie, die een minder heftig verloop had, waren alleen veel minder wortels aanwezig en deze waren donkerbruin.



Teekening 8. Doorsnede door het vaatbundelgedeelte van de hoofdwortel van een met *Fusarium culmorum* geïnfecteerde erwt. Vergr. 400 X.

Van de hoofdwortel van een van deze planten is een preparaat gemaakt (zie teek. 8) Er kwam in de vaten nog schimmel voor, hoewel uiterst weinig. In de schors was meer schimmel te vinden.

Bij het isoleeren van *Fusaria* uit St. Jansziek materiaal trad



*Fusarium culmorum* 3 maal op: 1 maal uit een veld op Tholen en 2 maal uit een veld op Zuid-Beveland.

Een van deze velden op Zuid-Beveland vertoonde niet volkomen duidelijk de verschijnselen van de St. Jansziekte. Op dit veld was naar men mij mededeelde, vroeg in het jaar ziekte onder de erwten opgetreden. Geheele plekken in het veld sterven af, of de planten bleven klein. Later in de tijd groeiden deze planten weer door, maar er bleven iets geler plekken in het veld, welke aan St. Jansziekte deden denken.

De geheele beschrijving klopt volkomen met de infecties zooals deze met *Fusarium culmorum* in potcultures optreden. De planten, die in de potten niet direct afgestorven waren, begonnen ook na eenige tijd weer te groeien.

Het lijkt dus zeer waarschijnlijk, dat de aantasting in dit veld door *Fusarium culmorum* veroorzaakt was.

---

## HOOFDSTUK IV.

### INVLOED VAN UITWENDIGE OMSTANDIGHEDEN OP DE INFECTIE.

#### a. Invloed van de watervoorziening.

Bij het verzamelen van ziek materiaal in de IJpolder was het opvallend, hoe een veld dat in het voorjaar toevallig onder water had gestaan, veel ernstiger aangetast was dan de andere zieke velden. Het was natuurlijk mogelijk, dat het onder water staan invloed op de infectiegraad had gehad.

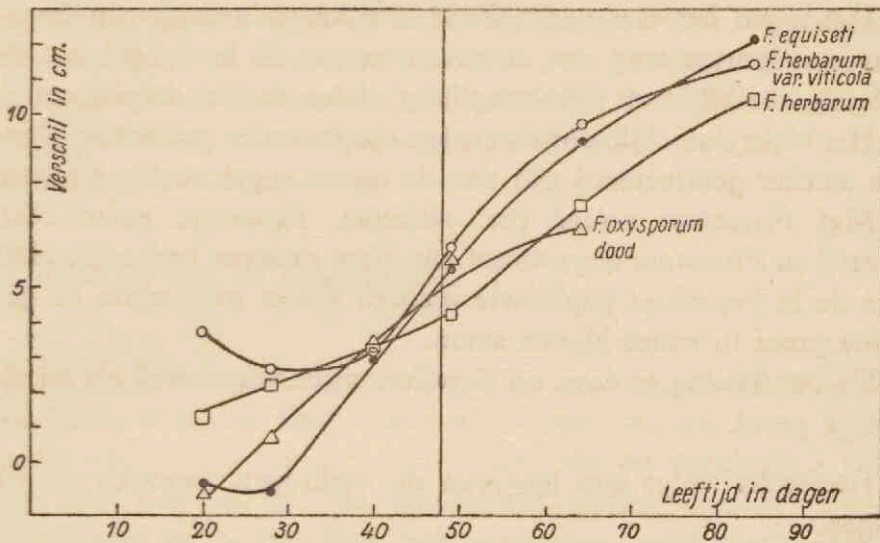
Om dit na te gaan werden in een serie een deel van de controleplanten en een deel van de met verschillende *Fusaria* geïnfecteerde planten in bakjes met water gezet. De rest van de planten werd, zoals steeds gebeurd was, iedere dag begoten, waarbij het overtollige water vrij kon weglopen.

De erwten waren 15 dagen na het zaaien uitgeplant in de geïnfecteerde potten. Het deel van de planten, dat toen in bakjes met water gezet was, werd hier na 33 dagen weer uitgehaald en van dit moment af op dezelfde wijze behandeld als de rest van de planten.

In deze serie werd geïnfecteerd met *Fusarium oxysporum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium herbarum* en *Fusarium herbarum* var. *viticola*. Voor het verkrijgen van een duidelijk beeld van deze infectie is het noodig de normaal gekweekte geïnfecteerde planten te vergelijken met de normaal gekweekte controleplanten en de in water geplaatste geïnfecteerde planten met de in water geplaatste controleplanten. De verschillen die hierbij optreden kan men dan weer onderling vergelijken.



Deze verschillen zijn in graphiek 5 weergegeven.



Graphiek 5. Het verschil tusschen de resultaten der infecties bij nat- en normaal gekweekte erwten in verband met de leeftijd. (Onder resultaat der infectie is het gemiddelde lengteverschil tusschen controle- en geïnfecteerde planten te verstaan). De lijn evenwijdig aan de ordinaat bij 48 dagen geeft het oogenblik aan waarop de nat gekweekte erwten uit het water gehaald zijn.

Na 84 dagen is de gemiddelde lengte van de normaal gekweekte controleplanten 31.9 cm; die van de in water geplaatste controleplanten 37.4 cm; die van de normaal gekweekte planten, geïnfecteerd met *Fusarium equiseti*, 25.4 cm en die van de in water geplaatste planten, geïnfecteerd met *Fusarium equiseti*, 18.8 cm.

$(37.4 - 18.8) - (31.9 - 25.4) \text{ cm} = 12.1 \text{ cm}$  geeft dus in de graphiek de waarde voor *Fusarium equiseti* na 84 dagen weer.

De na 48 dagen evenwijdig aan de ordinaat getrokken lijn geeft het oogenblik aan, waarop de in water geplaatste planten uit de bakjes met water zijn genomen en waarna zij weer normaal behandeld zijn.

Hiervan is geen invloed in de graphiek te zien, de lijnen blijven in dezelfde richting doorlopen.

Het tegen het einde schijnbaar afwijkende gedrag van *Fusarium oxysporum* mag men toeschrijven aan de hevigheid van de infectie, die blijkt uit het vroegtijdig afsterven van de planten.

Het blijkt duidelijk, dat de eenige tijd in water geplaatste planten sterker geïnfecteerd zijn dan de normaal gekweekte planten.

Met *Fusarium solani* var. *striatum*, *Fusarium solani* var. *Martii* en *Fusarium oxysporum* zijn deze proeven herhaald. Hier zijn de in het water geplaatste planten echter gedurende de geheele proef in water blijven staan.

De berekening is weer op dezelfde wijze uitgevoerd als bij de vorige proef.

Hieronder volgt een lijst van de verkregen waarden na 61 dagen.

<i>Fusarium solani</i> var. <i>striatum</i>	no. 23	6.3 cm
„ „ „ „	no. 24	5.3 „
„ „ „ „	no. 49	6.3 „
<i>Fusarium solani</i> var. <i>Martii</i>	no. 13b <sub>1</sub>	7.9 „
„ „ „ „	no. 13b <sub>2</sub>	2.3 „
„ „ „ „	no. 57	8.7 „
<i>Fusarium oxysporum</i>	no. 51 <sub>1</sub>	5.0 „
„ „	no. 51 <sub>2</sub>	10.0 „

Ook hier treedt telkens weer een duidelijk verschil op tusschen de infectieresultaten van de in water geplaatste en de normaal gekweekte planten. De in water geplaatste controleplant groeit harder dan de gewoon gekweekte controleplant. Dit verschil moet bij de geïnfecteerde planten eerst overwonnen worden, voordat een verschil tusschen de geïnfecteerde in water geplaatste en geïnfecteerde normaal gekweekte planten te zien komt.

Dit was wel in de eerste serie, doch nauwelijks bij deze laatste serie het geval.

Hieruit zou men kunnen opmaken, dat een overmaat van water



in het begin van de infectie, gevolgd door een normale behandeling, de infectie veel sterker doet verlopen dan een overmaat van water van het begin tot het einde van de proef. De uitkomst van deze proeven doet verwachten dat in het algemeen een te veel aan water vroeg in het jaar de infectie in de hand zal werken, waarvan het bovengenoemde voorbeeld in de IJpolder een bevestiging zou zijn.

#### b. Invloed van de temperatuur.

Dat de temperatuur groote invloed op de verschillende infecties heeft, is in het voorgaande al telkens vermeld.

Het afwijkende verloop van de lijn, die op graphiek 3 voor serie XIX (zie blz. 48) het gemiddelde verschil tusschen de controleplanten en de met *Fusarium oxysporum* geïnfecteerde planten weergeeft, was alleen te verklaren uit het groote temperatuurverschil met de andere series.

Het was jammer genoeg niet mogelijk, de temperatuur eenigszins constant te houden.

Om toch in groote lijnen iets over de temperatuursinvloed te weten te komen, werden in de wintermaanden proeven aangezet in 3 verschillende kassen.

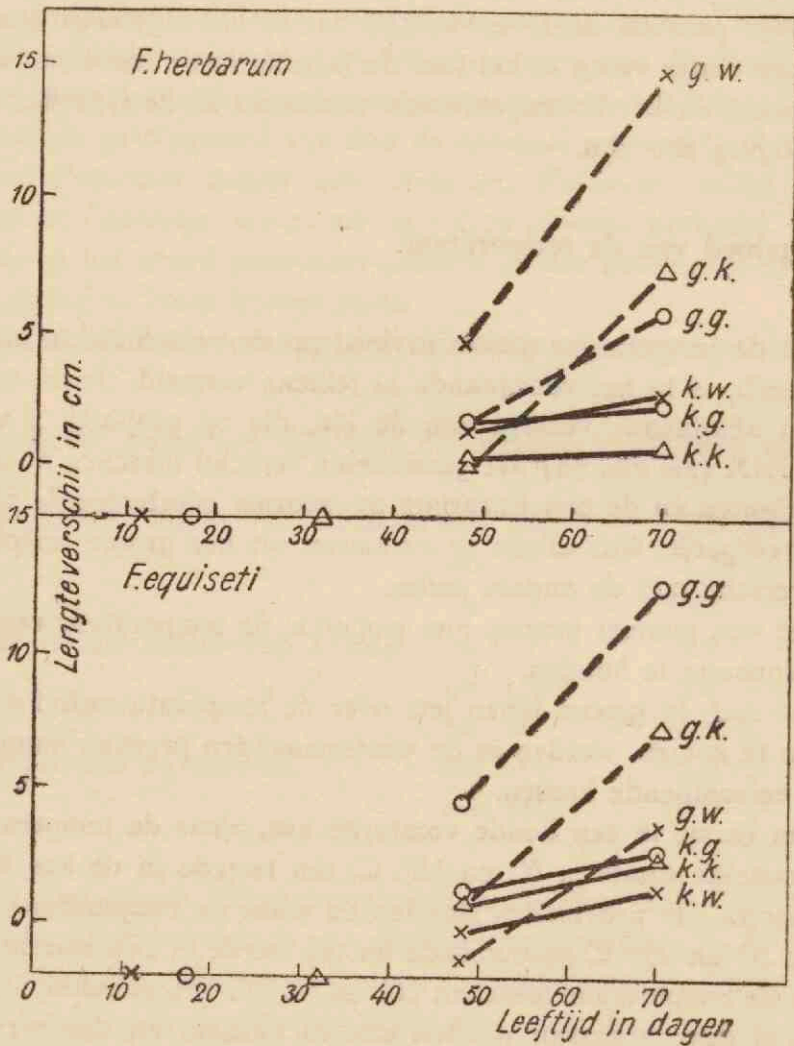
Ten eerste in een koude vorstvrije kas, waar de temperatuur schommelde tusschen  $0^{\circ}$  en  $15^{\circ}$  C, ten tweede in de kas waar 's winters alle proefseries stonden en waar de temperatuur tusschen  $5^{\circ}$  en  $25^{\circ}$  C schommelde en ten derde in een warme kas waar de temperatuur tusschen  $20^{\circ}$  en  $30^{\circ}$  C schommelde.

In al deze 3 kassen werden erwten gezaaid en dan werden met ieder van deze, bij verschillende temperatuur gezaaide erwten, infectieproeven in de 3 verschillende kassen uitgevoerd.

Er werd bij verschillende temperaturen gezaaid, omdat G ä u m a n n 1932 (20) gevonden had, dat bij granen de ontkiemings-temperatuur groote invloed heeft op de chemische samenstelling van de kiemplanten en daardoor indirect op de infectie.

Bij lage en maximale ontkiemings-temperatuur vindt een lang-

zamere groei plaats dan bij optimale ontkiemingstemperatuur, zoodat de hoeveelheden van de stoffen, die voor de opbouw van



Graphiek 6. Het lengteverschil op twee verschillende leeftijden tusschen controle- en geïnfecteerde erwten, die bij verschillende temperatuur gezaaid en geplant zijn, na infectie met *Fusarium herbarum* en *Fusarium equiseti* w = warm; g = normaal; k = koud. De eerste letter geeft aan onder welke omstandigheden de erwten geplant zijn, de tweede onder welke zij gezaaid zijn. De teekens op de abscis geven de momenten aan waarop de verschillende gezaaide erwten geplant zijn. Deze corresponderen met de teekens bij de lijnen.



de celwand noodig zijn, bij verschillende temperaturen verschillend zijn.

Binnen zekere grenzen bestaat er nu een verband tusschen de ontkiemingstemperatuur en de oplosbaarheid van de celwandstoffen door de enzymen van de schimmel.

Door het zaaien en planten bij verschillende temperatuur waren er voor iedere infectie 9 combinaties mogelijk. In de warme kas werden de planten echter zoo ijl en zoo geel, dat de drie combinaties koud, normaal en warm zaaien met daarna warm planten buiten beschouwing gelaten zijn.

Nu bleven de 6 andere mogelijkheden over: koud, normaal en warm zaaien en daarna bij normale temperatuur uitplanten, en koud, normaal en warm zaaien en daarna koud uitplanten.

Graphiek 6 geeft voor *Fusarium herbarum* en *Fusarium equiseti* het lengteverschil tusschen de controle- en de geïnfecteerde planten voor de verschillende genoemde temperatuurcombinaties.

De warm gezaaide erwten ( $\times$ ) waren na 11 dagen zoover dat zij geplant konden worden, de normaal gezaaide (o) na 17 dagen en de koud gezaaide ( $\nabla$ ) na 32 dagen. In de graphiek vindt men deze tijdstippen op de abscis aangegeven.

Na 48 dagen werd bij al deze planten de eerste meting uitgevoerd, de tweede na 70 dagen.

De gemiddelde lengteverschillen tusschen controleplanten en geïnfecteerde planten zijn in de graphiek aangegeven en wel voor de warm gezaaide weer met ( $\times$ ), voor de normaal gezaaide met (o) en voor de koud gezaaide met ( $\nabla$ ), terwijl de lijnen, welke deze punten verbinden, gestippeld zijn voor de normaal geplante erwten en getrokken voor de koud geplante.

De graphiek toont duidelijk aan, dat de infectie alleen opgetreden is in de kas met normale temperatuur en dit zoowel bij de warm, normaal als koud gezaaide planten.

De toename van het verschil bij de in de koude kas geplante erwten is zoo gering, dat men hier niet van een infectie kan spreken.

Terwijl in het algemeen verwacht zou mogen worden, dat na 48 dagen de uitwerking der infectie het duidelijkst zou zijn bij

de vroegst geplante erwten, blijkt dit wel bij *Fusarium herbarum* maar niet bij *Fusarium equiseti* het geval te zijn. Hier blijkt het warm zaaien een zeer belemmerende invloed op de infectie te hebben gehad.

Het verschil in ligging tusschen de lijnen van de koud en van de normaal gezaaide planten is voldoende te verklaren uit het verschil in infectietijd.

Deze resultaten laten echter nog niet toe, over de invloed van de temperatuur bij het zaaien en de invloed der verschillende *Fusaria* conclusies te trekken, daar het ter beschikking staande materiaal (de gemiddelden konden slechts over telkens 3 planten berekend worden) onvoldoende was.

Wel mag hieruit worden opgemaakt dat het planten bij verschillende temperatuur van groote invloed op de infectie is.



HOOFDSTUK V.  
 INVLOED VAN DE AANTASTING OP  
 VERSCHILLENDE ERWTENSOORTEN.

Bij alle voorgaande proeven zijn Schokkererwten gebruikt. Maar daarnaast was het van groot practisch belang te weten hoe andere erwtensoorten op de infecties met de gebruikte Fusaria zouden reageeren.

Daartoe heb ik nog proeven aangezet met Mansholt kortstroo groene, Kroonerwt, Unica en Plukerwt.

In de landbouw worden de Schokker en de Mansholt Kortstroo kleine groene erwt verreweg het meest verbouwd; het percentage van deze twee varieert in verschillende streken echter sterk. Daarop volgt in veel geringer hoeveelheid de Kroonerwt.

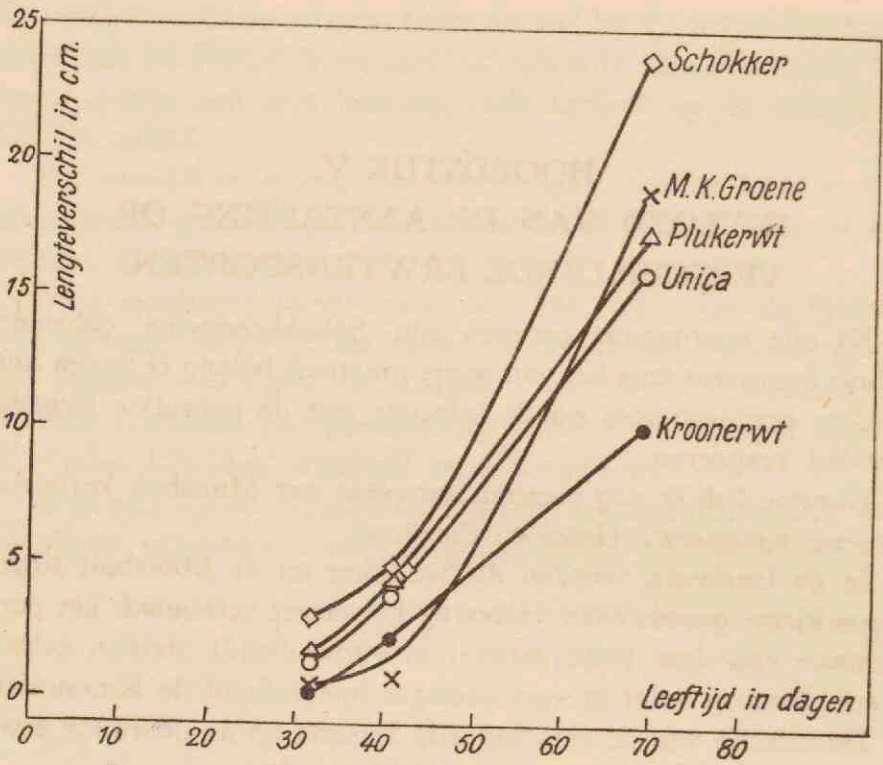
De infectie van de verschillende Fusaria op de gebruikte erwtensoorten zal na elkaar behandeld worden.

Infectie met *Fusarium oxysporum*.

Tabel 21 geeft de gemiddelde lengten van de controleplanten en van de geïnfecteerde planten bij de verschillende gebruikte erwtensoorten bij verschillende leeftijden weer.

Tabel 21

Leeftijd in dagen.	32	41	69
Gem. lengte contr. Schokker erwten	13.2	19.9	44
„ „ geïn. „ „	10.2	15	20
„ „ contr. M.k. groene erwten	11.1	15.8	37.3
„ „ geïn. „ „ „ „	11.5	15.1	18.3
„ „ contr. Plukerwten	9.2	16.6	33.2
„ „ geïn. „ „	7.4	11.9	16.7
„ „ contr. Unica erwten	9.1	14.1	29.2
„ „ geïn. „ „	7.7	9.7	13.5
„ „ contr. Kroonerwten	10.6	15.7	36.2
„ „ geïn. „ „	10.3	13.6	26



Graphiek 7. Lengteverschil tusschen de controle- en de geïnfecteerde planten bij verschillende erwtensoorten na infectie met *Fusarium oxysporum* in verband met de leeftijd.

Deze cijfers zijn verwerkt in graphiek 7.

Op de ordinaat is weer het lengteverschil tusschen controle- en geïnfecteerde planten en op de abscis de leeftijd der planten afgezet. Iedere lijn geeft de waarnemingen bij één erwtensoort weer.

Het blijkt duidelijk, dat Schokkererwten en M. k. groene erwten het sterkst en Kroonerwten het minst de invloed van de infectie ondervinden.

Na 69 dagen waren de geïnfecteerde Schokkererwten geel en bijna afgestorven; van de M. k. groene, Unica en Plukerwten was de helft dood, de andere helft bijna afgestorven. Alleen de Kroonerwten waren noch geel, noch bezig af te sterven.

Dit klopt met de uitkomsten van het verschil in lengtegroei.



waar ook de Kroonerwten de minste invloed van de infectie ondervonden.

In deze zelfde serie zijn deze erwtensoorten ook met *Fusarium solani* var. *medium* geïnfecteerd. Deze infectie was bij alle erwtensoorten veel minder dan die met *Fusarium oxysporum*.

Het lengteverschil na 69 dagen was voor:

Schokkererwten	13.2 cm
M.k. groene	15.0 cm
Unica	10.2 cm
Plukerwt	5.5 cm

terwijl de geïnfecteerde Kroonerwten 3,8 cm langer waren dan de controleplanten.

Het verschil tusschen de infectie met *Fusarium oxysporum* en *Fusarium solani* var. *medium* was bij M. k. groene erwten het kleinst. Dit was ook de eenige erwtensoort, die na 69 dagen een begin van geel worden vertoonde.

Verder waren de uitkomsten bij infectie met deze twee *Fusarium*soorten vrijwel gelijk; bij Schokkererwten en M. k. groene trad de sterkste, bij Kroonerwten de minste resp. in het geheel geen infectie op.

Met *Fusarium solani* var. *Martii* zijn alleen Schokkererwten en M. k. groene erwten geïnfecteerd.

De Schokkererwten werden iets sterker aangetast, ze werden eenigszins geel en het lengteverschil na 117 dagen was 23 cm, terwijl de M. k. groene erwten niet geel werden; het lengteverschil was hier na 117 dagen 18 cm.

Voor de infectie van Schokkererwten en M. k. groene met *F. herbarum*, *herbarum* var. *viticola*, *anguioides* en *equiseti* zijn de verschillen tusschen controle- en geïnfecteerde planten na 39 en 98 dagen gegeven in tabel 22. (Zie bladz. 70.)

De infecties na 98 dagen waren sterker bij de Schokkererwten dan bij de M. k. groene erwten, met uitzondering van die door *Fusarium equiseti*, welke gelijk waren. Daarentegen was na 39 dagen de infectie bij de M. k. groene erwten sterker dan bij de Schokkererwten.

Het opvallende bij deze reeks is, dat de verschillen na 39

Tabel 22

erwtensoorten.	Schokker		M. k. groene	
	39	98	39	98
Gem. lengteverschil tusschen de controlepl. en de pl. geïnfect. met:				
<i>Fusarium equiseti</i>	13	17	19	18
<i>Fusarium herbarum</i>	11	25	18.3	13.5
<i>Fusarium herbarum</i> var. <i>viticola</i>	6	20	14.3	13
<i>Fusarium anguioides</i>	7	12	8	8.3

dagen bij de M. k. groene erwten groter waren dan na 98 dagen, terwijl bij Schokkererwten na 98 dagen de grootste verschillen optraden.

Van de met *Fusarium equiseti* en *Fusarium herbarum* geïnfecteerde planten en hun controles is na 39 dagen een photo genomen (zie photo 4 en 5).

Kroonerwten gedragen zich bij infectie met *Fusarium herbarum* en *Fusarium anguioides* hetzelfde als de Schokkererwten. De infectie van de Kroonerwten met deze *Fusaria* was aanvankelijk aanmerkelijk minder dan bij M. k. groene, Unica en Plukerwt, maar na 53 dagen stierven de geïnfecteerde Kroonerwten af, terwijl de M. k. groene en Unica erwten nog doorgroeiden.

Hierin gedroegen de Kroonerwten zich dus anders dan bij infectie met *Fusarium oxysporum* en *Fusarium solani* var. *medium*, waar zij zich veel minder gevoelig voor de infectie toonden dan de andere erwtensorten.

Daar soms de verschillende *Fusaria* gelijktijdig uit één veld geïsoleerd worden; is het dus niet mogelijk een bepaalde erwtensort aan te wijzen welke resistenter dan andere is tegen de St. Jansziekte.



## HOOFDSTUK VI.

### BINNENDRINGEN VAN FUSARIUM IN DE WORTEL.

Bij alle voorgaande infecties was de schimmel door de wortel naar binnengedrongen.

Het is mogelijk, dat dit door een beschadiging van de wortel plaats vindt, of dat de schimmel door de onbeschadigde cellen naar binnen dringt.

Om dit na te gaan moet er heel steriel gewerkt worden, zoodat men zeker is dat er geen andere schimmel naar binnen kan gaan.

De erwten werden hiervoor na uitwendige sterilisatie in wijde steriele buizen op agar gekweekt.

Als voedingsbodem werd een oplossing van „van der Crone” gebruikt, waaraan  $1\frac{1}{2}$  % agar was toegevoegd.

Hierop groeiden de Fusaria te hard, zoodat ze de worteltjes te veel overwoekerden; daarom werd verder gebruik gemaakt van een gewijzigde oplossing van „van der Crone” welke slechts de helft van de N. bron bevatte.

Deze oplossing bevatte per L.

$\text{KNO}_3$	0.5 Gr.
$\text{CaSO}_4$	0.5 Gr.
$\text{MgSO}_4$	0.5 Gr.
$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	0.25 Gr.
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	0.25 Gr.

In iedere buis werd 25 cc van deze voedingsbodem gebracht, welke met een schuin oppervlak in de buis tot stollen werd gebracht. In iedere buis werd één erwt gedaan. De buis werd zoo gelegd, dat het agaroppervlak horizontaal was en de erwt op het agaroppervlak aan het einde bij de wattenprop kiemde; zoo-

dat de wortels, wanneer de buis later overeind werd gezet, goed recht werden.

Na 14 dagen waren de wortels zoover ontwikkeld, dat de *Fusarium* erbij gebracht kon worden. Wanneer de schimmel de wortels bereikte, ontstond op deze plaatsen een bruine verkleuring, die langzamerhand donkerder werd.

Wanneer de wortels begonnen te verkleuren werden ze gefixeerd met Juel;

zinkchloride 2 Gr,  
ijsazijn 2 cc  
alcohol 50% 100 cc

De kleuringen werden uitgevoerd met haematoxyline — oranje G en saffranine — lichtgroen.

Voor de kleuring met haematoxyline — oranje G werd haematoxyline volgens Ehrlich gebruikt. Hierin werd het preparaat 5 minuten gelaten, waarna het eenige uren met leidingwater gespoeld werd. Vervolgens kwam het gedurende 5 minuten in oranje G 1%. Wanneer het nu hierna via alcohol in xylol gebracht werd, ontkleurde het weer. Om dit te vermijden werd een andere methode toegepast, waarbij het water zooveel mogelijk verwijderd werd door het preparaat even in absolute alcohol te dompelen; daarna werd het zoo vlug mogelijk in kruidnagelolie gebracht. Hierin moest het object blijven tot alle mengfiguren verdwenen waren en men naar wensch gedifferentieerd had. Het preparaat kon nu in canadabalsem gebracht worden.

Deze kleuring was door Norma Pearson 1931 (44) gebruikt om het binnendringen van *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sacc. in maiskiemplanten na te gaan.

Deze dringt binnen door scheuren in de schors, waar de jonge zijwortel uittreedt en groeit dan eerst intercellulair, later intracellulair. Ook in de worteltop kan hij binnendringen, wanneer er zich tusschen de cellen opgevulde ruimten bevinden, welke dan oplossen. Hier is het binnendringen dus ook weer intercellulair.

Over het binnendringen van *Fusaria* in de plant zijn meerdere onderzoekingen verricht. Rose Smith en Walker 1930 (50) vonden, dat *Fusarium conglutinans* Wr. bij wortels



van koolplanten meestal intercellulair naar binnen dringt; bij uitzondering intracellulair door het meristematische weefsel, en hoogst zelden door de wortelharen.

Ook Fahmy 1930 (18) vond bij het binnendringen van *Fusarium vasinfectum* var. *aegyptiacum* Fahmy in de wortels van katoenplanten, dat dit intercellulair plaats vond, en wel speciaal in de worteltop.

Het binnendringen van *Fusarium cubense* E. F. Sm. bij de banaan, onderzocht door Brandes 1919 (6), en van *Fusarium lini* Bolley bij het vlas, onderzocht door Tisdale 1917 (58), gaat in beide gevallen intracellulair.

*Fusarium cubense* dringt door de jonge epidermis van de worteltop naar binnen; *Fusarium lini* door de wortelharen, de jonge epidermis en misschien door wonden.

Hoewel *Fusarium conglutinans*, *Fusarium cubense*, *Fusarium lini* en *Fusarium vasinfectum* var. *aegyptiacum* alle tot de sectie *Elegans* behooren, ziet men toch, dat ze op zeer verschillende wijze in de wortels van de beparasiteerde planten binnendringen.

Het was nu interessant na te gaan in hoeverre de *Fusaria* uit de verschillende secties op dezelfde wijze in de wortel binnendringen.

Het bleek, dat de verkleuring van de wortels bij de infectie met de verschillende *Fusaria* sterk varieerde, maar dat het binnendringen steeds op dezelfde wijze plaats vond. Bij het eerste begin van verkleuring van de wortel was er nog geen schimmel in de cellen van de wortel te vinden.

Men krijgt de indruk, dat de verkleuring veroorzaakt wordt door een reactie op de afscheidingsproducten van de schimmel.

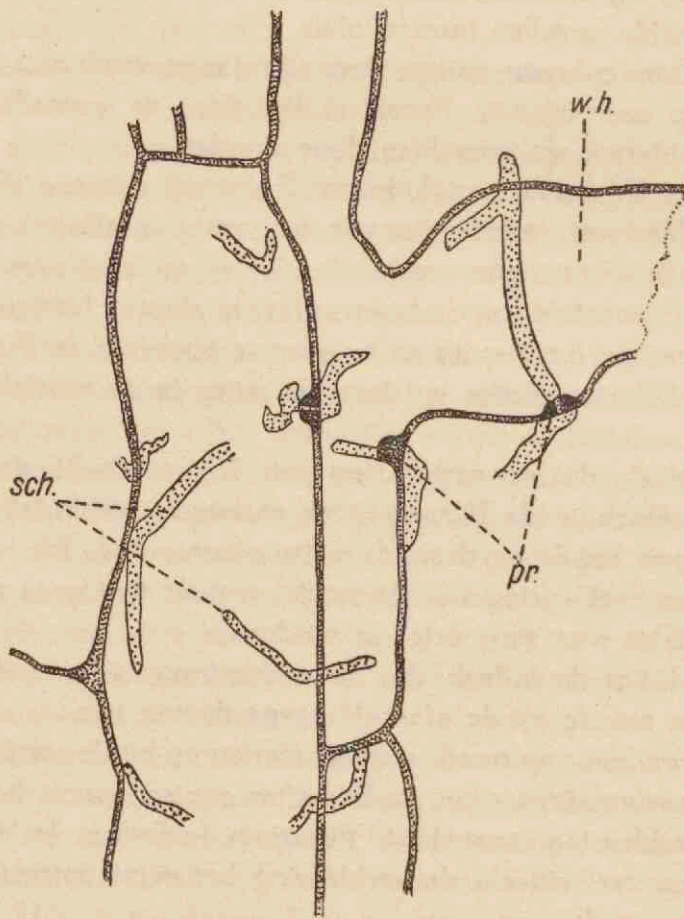
Deze verkleuring treedt niet het sterkst op bij de sterkste parasiet. *Fusarium oxysporum* en *Fusarium equiseti* geven haast geen wortelverkleuring, terwijl bij *Fusarium herbarum* en *Fusarium herbarum* var. *viticola* de verkleuring het eerst optreedt en het donkerst wordt.

De verkleuring, veroorzaakt door *Fusarium solani* var. *striatum*, *Fusarium solani* var. *Martii* en *Fusarium culmorum*, is iets minder sterk dan de verkleuring, veroorzaakt door *Fusarium herbarum*.

De wortels worden echter toch nog donker bruin. De verkleuring, veroorzaakt door *Fusarium oxysporum* en *Fusarium equiseti*, blijft ook na langere tijd nog licht van kleur.

Omdat er geen verschil te zien is in de wijze van binnendringen van de verschillende *Fusaria*, zal hier verder niet meer vermeld worden, met welke *Fusarium* geïnfecteerd is.

Het blijkt dat de schimmel geen wond nodig heeft om naar binnen te dringen maar de wortelharen en de epidermiscellen kan doorboren.



Teekening 9. Lengtedoorsnede door het schorsweefsel van de wortel van een met *Fusarium* geïnfecteerde erwt. sch. = schimmel; w. h. = wortelhaar; pr. = protuberans. Vergr. 800 X.

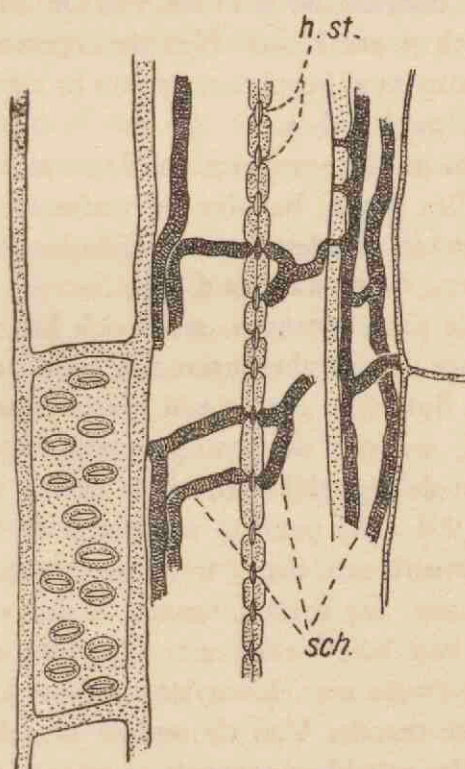


Heel dikwijls trad er naar de binnenkant van de cel toe een protuberans op.

De schimmeldraad versmalde bij het doorboren van zoo'n protuberans (zie teekening 9).

Dit was duidelijk te zien bij de dubbelkleuring met haematoxiline-oranje G. De celwand en de protuberans zijn bruin en de schimmeldraad paars gekleurd.

In de buitenste cellaag van de schors treden weinig protuberansen op; in de twee daarop volgende cellagen veel meer, terwijl



Teekening 10.<sup>1)</sup> Lengtedoorsnede door het vaatbundelgedeelte van de wortel van een met *Fusarium* geïnfecteerde erwte. Sch. = schimmel; h. st. = hofstoppel. Vergr. 800 X.

<sup>1)</sup> De schimmeldraden in deze teekening zijn veel donkerder aangegeven dan in teekening 9, hoewel ze in werkelijkheid dezelfde paarse kleur hadden. Dit is geschied om de kleurcontrasten tusschen schimmel en celwand, welke in beide preparaten verschillend waren naar verhouding weer te geven.

er verder naar binnen geen protuberansen meer te vinden zijn.

Wanneer de infectie eenige tijd gelegenheid gehad heeft om om zich heen te grijpen, komen de schorscellen langzamerhand vol schimmel en deze dringt dan ook in de vaten naar binnen. Dit vindt speciaal plaats via de stippels en de hofstippels. (zie teekening 10).

Bij het binnendringen van de stippel versmalt de schimmeldraad om in de hof weer te verbreedden.

Men krijgt hier met haematoxyline-oranje G een prachtige dubbelkleuring, doordat de wanden van de vaten zich geel en de schimmel zich paars kleurt. Hoe de schimmel zich door het lumen van de hofstippel heenboort, is niet te zien, doordat de gehele hof paars gekleurd is.

Wanneer men nu deze preparaten kleurt met saffranine-lichtgroen, wordt alles groen, behalve de verhoutte wanden van de vaten, de verkurkte wanden van de endodermis, de kernen, en de protuberansen, welke alle rood zijn.

Niet alleen de protuberansen, maar ook kleine gedeelten van de celwand naast de protuberansen zijn rood gekleurd.

Hieruit blijkt duidelijk, dat er een speciale stof in de celwand wordt gevormd, waaruit de protuberansen bestaan. Saffranine geeft echter niet de mogelijkheid, uit te maken welke stof dit is.

Van Hell 1931 (26) geeft in zijn dissertatie reeds een overzicht over de opvattingen, die er over het ontstaan van deze protuberansen bestaan. De protuberansen, welke van Hell aantrof bij de infectie van leliewortels met *Cylindrocarpon radicola*, kon hij in jonge stadia met chloor-zink-jodium kleuren; ze gaven dus een cellulose-reactie. Van de oudere protuberansen kon hij door kleuring niet uitmaken waaruit ze gevormd waren.

Dit komt overeen met hetgeen Burg eff 1932 (12) bij orchideeënwortels vond.

Bij sommige orchideeën trad een cellulose-reactie op (blz. 168). Bij een andere orchidee gelukte het hem echter niet, de stoffen, waaruit de protuberansen bestonden te bepalen (blz. 181).

Bij de protuberansen, welke door *Fusaria* bij erwten gevormd



werden, gelukte het evenmin, iets over de stoffen, waaruit zij bestonden, te vinden.

De reactie met anilineblauw op callose was negatief; die met chloorzink-jodium op cellulose was eveneens negatief.

Met geelglycerine (dimethylamidoazobenzol in glycerine) in zoutzure oplossing kleurden de protuberansen rood, wat op verhouting zou wijzen.

Met gentiaanviolet in ammoniakale oplossing kleurden de protuberansen zich paars. Werden deze preparaten met aangezuurd water uitgewasschen, dan trok de paarse kleur bijna geheel uit de protuberansen weg, hetgeen eveneens op een verhouting zou wijzen.

Daar staat tegenover dat met de houtkleurstof bij uitnemendheid n.l. phloroglucine zoutzuur geen roodkleuring van de protuberansen verkregen werd.

Het is dus niet mogelijk hieruit iets over de opbouw van de protuberansen te concluderen.

---

## SUMMARY.

1. In the end of June, a disease of peas is prevalent in the large pea fields in Holland. The plants turn yellow and die prematurely. This disease is known as "St. John's disease" and has been attributed to *Fusarium vasinfectum* var. *pisi* v. Hall (section *Elegans*).
  2. From the diseased plants *Fusaria* belonging to the section *Martiella*, especially varieties of *Fusarium solani*, were most frequently isolated. *Fusaria* belonging to the section *Roseum*, like *Fusarium herbarum* and *Fusarium anguioides* were also often met with in the isolation cultures. *Fusarium oxysporum* (section *Elegans*) and *Fusarium equiseti* (section *Gibbosum*) were isolated only in very few instances.
  3. The author proved that more than one species of *Fusarium* may cause this trouble. The most serious symptoms of disease were induced by *Fusarium solani* var. *striatum* (Sherb.) Wr., *Fusarium solani* var. *Martii* (App. et Wr.) Wr. and *Fusarium oxysporum* Schlecht. However *Fusarium solani* var. *medium* Wr., *Fusarium equiseti* (Cda.) Sacc., *Fusarium herbarum* (Cda.) Fries, *Fusarium herbarum* var. *viticola* (Thüm) Wr. and *Fusarium anguioides* Sherb. proved to be less virulent.
  4. The development of the disease is largely influenced by the watersupply and especially by the temperature. Large gifts of water just after the inoculation has been performed, increase the seriousness of the disease.
  5. All varieties of peas examined proved to be more or less susceptible to most of the above mentioned *Fusaria*.
  6. *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. causes quite a different type of disease on peas. Very young plants (with 2-4 leaves), when inoculated with this fungus, show symptoms of wilting within a short time.
  7. *Fusaria* do not penetrate the pea plant by means of the intercellulars, but through the epidermiscells or the root hairs.
-



### LITERATUURLIJST.

1. APPEL O. Jr. 1924 Fusarium als Erreger von Keimlingskrankheiten. Angew. Bot. 6 blz. 48.
2. APPEL O. und WOLLENWEBER H. W. 1910 Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium. Arb. K. Biol. Anst. f. Land. u. Forstw. 8.
3. ATANASOFF D. 1923 Fusarium Blight of the Cereal Crops. Med. v. d. Landb. Hoogesch. 27 no. 4.
4. BISBY G. R. 1918 A Fusarium Disease of Peas in Minnesota. Phytop. 8 blz. 77.
5. BISBY G. R. 1919 Studies on Fusarium Diseases of Potatoes and Truck Crops in Minnesota. Minn. Agr. Exp. Sta. Bull. 181.
6. BRANDES E. W. 1919 Banana Wilt. Phytop. 9 blz. 339.
7. BROWN J. G. and EVANS M. M. 1932 Two Diseases of Peas new to Arizona. Arizon. Agr. Exp. Sta. Techn. Bull. 44 blz. 289.
8. BROWN J. G. and EVANS M. M. 1933 Diseases of Peas in Arizona. Arizon. Agr. Exp. Sta. Bull. 124.
9. BROWN W. 1925 Studies in the Genus Fusarium. II. An Analysis of Factors which determine the Growth of Certain Strains. Ann. of Bot. 39 blz. 373.
10. BROWN W. 1928 Idem. VI. General Description of Strains, together with a Discussion of the Principles at present adopted in the Classification of Fusarium. Ann. of Bot. 42 blz. 285.
11. BROWN W. and HORNE A. S. 1926 Idem. III. An Analysis of Factors which determine Certain Microscopic Features of Fusarium Strains. Ann. of Bot. 40 blz. 203.
12. BURGEFF H. 1932 Saprophytismus und Symbiose Studien an tropischen Orchideeën.
13. BURKHOLDER W. H. 1919 The Dry Root-Rot of the Bean. Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 26.
14. CHAMRAWY A. K. 1933 Rotting of Galtonia Bulbs caused by Fusarium culmorum and Penicillium corymbiferum. Trans. Brit. Mycol. Soc. 18 blz. 249.
15. CREAGER DON B. 1933 Fusarium Basal Rot of Bulbous Iris. Phytop. 23 blz. 7.

16. DOWSON W. J. 1929 On the Stem Rot or Wilt Disease of Carnations. *Ann. Appl. Biol.* 16 blz. 261.
17. DOYER LUCY 1923 Einige Bemerkungen über den Fusariumbefall des Getreides. *Angew. Bot.* 5 blz. 160.
18. FAHMY T. 1930 Etude de la pénétration du champignon *Fusarium vasinfectum* Atk. var. *aegyptiacum* Fahm. dans les racines du cotonier.
18. FAHMY T. 1930 Etude de la pénétration du champignon *Fusarium* gewassen. Diss. Utrecht.
20. GÄUMANN E. 1932 Der Einfluss der Keimungstemperatur auf die chemische Zusammensetzung der Getreidekeimlinge I. *Zeitschr. f. Bot.* 25 blz. 385.
21. GOSS R. W. 1923 Relation of Environment and Other Factors to Potato Wilt caused by *Fusarium oxysporum*. *Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 23.
22. HALL J. C. VAN 1903 Die Sankt Johannis Krankheit der Erbsen verursacht von *Fusarium vasinfectum* Atk. *Ber. d. D. Bot. Ges.* 21.
23. HANSFORD C. G. 1926 The Fusaria of Jamaica. *Kew Bull. Misc. Inf.* blz. 257.
24. HARTER L. L. 1916 Storage Rots of Economic Aroids. *Journ. Agr. Res.* 6 blz. 549.
25. HEIMBECK LOUISE SOLBERG 1933 Seedborne Bacteria the Main Cause of Pea Wilt; *Fusarium*, *Aphanomyces*, and Other Organisms merely Subsidiary. *Phytop.* 23 blz. 14.
26. HELL W. F. VAN 1931 Onderzoekingen over ziekten van lelies. Diss. Utrecht.
27. HORSFALL J. G. and KERTESZ L. I. 1933 Influence of Root Rot on Peas. March of the Disease. *Phytop.* 23 blz. 16.
28. HORSFALL J. G. and KERTESZ L. I. 1933 Abnormal Enlargment of Peas from Plants infected with Root Rot. *Geneva N. Y. St. Agr. Exp. Sta. Bull.* 115.
29. HUMPHREY H. B. 1914 Studies on the Relation of Certain Species of *Fusarium* to the Tomato Blight of the Pacific Northwest. *Wash. Agr. Exp. Sta. Bull.* 115.
30. JOHANN HELEN 1923 Influence of Temperature on the Morphology of *Fusarium* Spores. *Phytop.* 13 blz. 51.
31. JONES F. R. 1923 Root Rot of Peas in the United States. *Rpt. Int. Conf. Phytop. and Econ. Ent. Holland* blz. 203.
32. JONES F. R. 1923 Stem and Rootrot of Peas in the United States caused by Species of *Fusarium*. *Journ. Agr. Res.* 26 blz. 459.
33. KASAI M. 1924 *Fusarium solani* as the Causal Agency of Dry Rot in the Konnyaku Corms. *Ber. Ohara Inst. B.* 2. H. 4.
34. KRAMPE O. 1926 *Fusarium* als Erreger von Fuszkrankheiten am Getreide. *Angew. Bot.* 8 blz. 217.



35. LEWIS C. E. 1913 Comparative Studies of Certain Disease Producing Species of *Fusarium*. Maine Agr. Exp. Sta. Bull. 219 blz. 203.
36. LINFORD M. B. 1928 A *Fusarium* Wilt of Peas in Wisconsin. Wisconsin Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 85.
37. LINFORD M. B. 1929 Pea Diseases in the United States in 1928. U.S.D.A. Plant Disease Rpt. Suppl. 67 Ref. Rev. of Appl. Myc. VIII 1929 blz. 622.
38. LINFORD M. B. 1931 Transpirational History as a Key to the Nature of Wilting in the *Fusarium* Wilt of Peas. *Phytop.* 21 blz. 791.
39. LINFORD M. B. 1931 Studies of Pathogenesis and Resistance in Pea Wilt caused by *Fusarium orthoceras* var *lisi*. *Phytop.* 21 blz. 797.
40. LINFORD M. B. 1931 Wound Inoculation in Relation to Resistance in the *Fusarium* Wilt of Peas. *Phytop.* 21 blz. 827.
41. MASSEY L. M. 1922 *Fusarium* Rot of *Gladiolus*. *Phytop.* 12 blz. 53.
42. MORTENSEN M. L., ROSTRUP SOFIE, KØLPN RAVN 1910 Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1909. *Tidssk. f. Landbr. Planteavl.* 17 blz. 306.
43. OGILVIE L. and MULLIGAN B. O. 1930 Progress Report on Vegetable Diseases blz. 135 Diseases of Peas. Un. of Bristol Ann. Rep. of the Agr. and Hortic. Res. Sta. Long Ashton.
44. PEARSON NORMA L. 1931 Parasitism of *Gibberella saubinetii* on Corn Seedlings. *Journ. Agr. Res.* 43 blz. 569.
45. REINKING O. A. and WOLLENWEBER H. W. 1927 Tropical *Fusaria*. *Phil. Journ. Sci.* 32.
46. SCHIKORRA G. 1906 *Fusarium* Krankheiten der Leguminosen. A Die St. Johannis Krankheit der Erbsen. *Arb. a. d. K. Biol. Anst. f. Land u. Forstw.* 5 blz. 155
47. SCHMIDT E. 1928 Schädigungen der Kartoffel durch Pilze der Gattung *Fusarium*. *Arb. a. d. Biol. Anst. f. Land und Forstw.* 15 blz. 537.
48. SHERBAKOFF C. D. 1915 *Fusaria* of Potatoes. *Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. Mem.* 6.
49. SMITH E. F. and SWINGLE D. B. The Dry Rot of Potatoes due to *Fusarium oxysporum*. U.S.D.A. Bur. Pl. Industr. Bull. 55.
50. SMITH ROSE and WALKER J. C. 1930 A Cytological Study of Cabbage Plants in Strains Susceptible or Resistant to Yellows. *Journ. Agr. Res.* 41 blz. 17.
51. SNYDER W. C. 1932 Seed Dissimination in *Fusarium* Wilt of Pea. *Phytop.* 22 blz. 253.
52. SNYDER W. C. 1933 A New Vascular *Fusarium* Disease of Peas. *Science* N.S. 77, 1996 blz. 327.
53. SNYDER W. C. 1933 Variability in the Pea Wilt Organism, *Fusarium orthoceras* var. *lisi*. *Journ. Agr. Res.* 47 blz. 65.

54. STARR G. H. 1932 A Study of Disease of Canning Crops (Peas and Corn) in Minnesota. Minnesota Agr. Exp. Sta. Techn. Bull. 89.
  55. STONE R. E. 1924 Preliminary Investigations on the Root Rot and Blight of Canning Peas. Scient. Agr. 4 blz. 239.
  56. TAUBENHAUS J. J. 1921 Pink Root Disease of Onions and its Control in Texas. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 273.
  57. TAUBENHAUS J. J. 1926 Note on a New Fusarium Wilt of Spinach in Texas. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 343.
  58. TISDALE W. H. 1917 Flaxwilt: a Study of the Nature and Inheritance of Wilt Resistance. Journ. Agr. Res. 11 blz. 573.
  59. TOGASHI KOGO 1928 Three Fusaria which cause the Wilt Disease of Pea. Jap. Journ. of Bot. IV blz. 153.
  60. TURESSON G. 1920 Fusarium viticola Thüm. infecting Peas. Bot. Notiser 4 blz. 113.
  61. WADE B. L. 1929 Inheritance of Fusarium Wilt Resistance in Canning Peas. Wisconsin Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 97.
  62. WALKER J. C. 1931 Resistance to Fusarium Wilt in Garden, Canning and Field Peas. Wisconsin Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 107.
  63. WALKER J. C. 1933 Comparative Studies of Peas Resistant and Susceptible to Fusarium. Phytol. 23 blz. 36.
  64. WALKER J. C. and SNIJDER W. C. 1933 Pea Wilt and Root Rots. Wisconsin Agr. Exp. Sta. Bull. 424.
  65. WOLLENWEBER H. W. 1913 Studies on the Fusarium Problem. Phytol. 3 blz. 24.
  66. WOLLENWEBER H. W. 1916 Fusaria autographice delineata 1-659.
  67. WOLLENWEBER H. W. 1930 Fusaria autographice delineata 660-1100.
  68. WOLLENWEBER H. W. 1931 Fusarium Monographie. Zeitschr. f. Par. 3 blz. 269.
  69. WOLLENWEBER H. W. 1932 Fungi imperfecti in Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten B III D. 2.
  70. WOLLENWEBER H. W., SHERBAKOFF C. D., REINKING O. A., JOHANN HELEN, BAILEY ALICE 1925 Fundamentals for Taxonomic Studies of Fusarium. Journ. Agr. Res. 30 blz. 833.
-



PHOTO 1. Schokkererwten geïnfecteerd met *Fusarium solani* var. *striatum* no. 23, *Fusarium solani* var. *Martii* no. 13b<sub>2</sub>, *Fusarium oxysporum* no. 51 en *Fusarium solani* var. *medium* no. 56. In het midden een pot met controleplanten. Serie XXX; 8-10-'33 gefotografeerd: leeftijd der planten 67 dagen.

PHOTO 2. Schokkererwten geïnfecteerd met *Fusarium herbarum* var. *viticola* no. 16a, *Fusarium solani* var. *medium* no. 56, *Fusarium oxysporum* no. 51, *Fusarium herbarum* no. 11c<sub>2</sub> en *Fusarium equiseti* no. 13a<sub>g</sub>. Er tusschen in een pot met controleplanten. Serie XXIV; 30-3-'33 gefotografeerd: leeftijd der planten 36 dagen.

PHOTO 3. Mansholt kortstroo groene erwten geïnfecteerd met *Fusarium culmorum*. Rechts een pot met controleplanten. Serie XI; 2-6-'32 gefotografeerd: leeftijd der planten 46 dagen.

PHOTO 4. Schokkererwten, welke in de linksche pot met *Fusarium herbarum* en in de rechtsche pot met *Fusarium equiseti* geïnfecteerd zijn. In het midden de controleplanten. Serie XVI; 18-8-'32 gefotografeerd: leeftijd der planten 40 dagen.

PHOTO 5. Mansholt kortstroo groene erwten op dezelfde wijze geïnfecteerd als op photo 4. Serie XVI; 18-8-'32 gefotografeerd: leeftijd der planten 46 dagen.

---

1870. In 1870, the population of the United States was 38,628,960. The population of the United States in 1870 was 38,628,960. The population of the United States in 1870 was 38,628,960.

1871. In 1871, the population of the United States was 39,819,273. The population of the United States in 1871 was 39,819,273. The population of the United States in 1871 was 39,819,273.

1872. In 1872, the population of the United States was 41,000,000. The population of the United States in 1872 was 41,000,000. The population of the United States in 1872 was 41,000,000.

1873. In 1873, the population of the United States was 42,190,313. The population of the United States in 1873 was 42,190,313. The population of the United States in 1873 was 42,190,313.

1874. In 1874, the population of the United States was 43,380,626. The population of the United States in 1874 was 43,380,626. The population of the United States in 1874 was 43,380,626.

1875. In 1875, the population of the United States was 44,570,939. The population of the United States in 1875 was 44,570,939. The population of the United States in 1875 was 44,570,939.



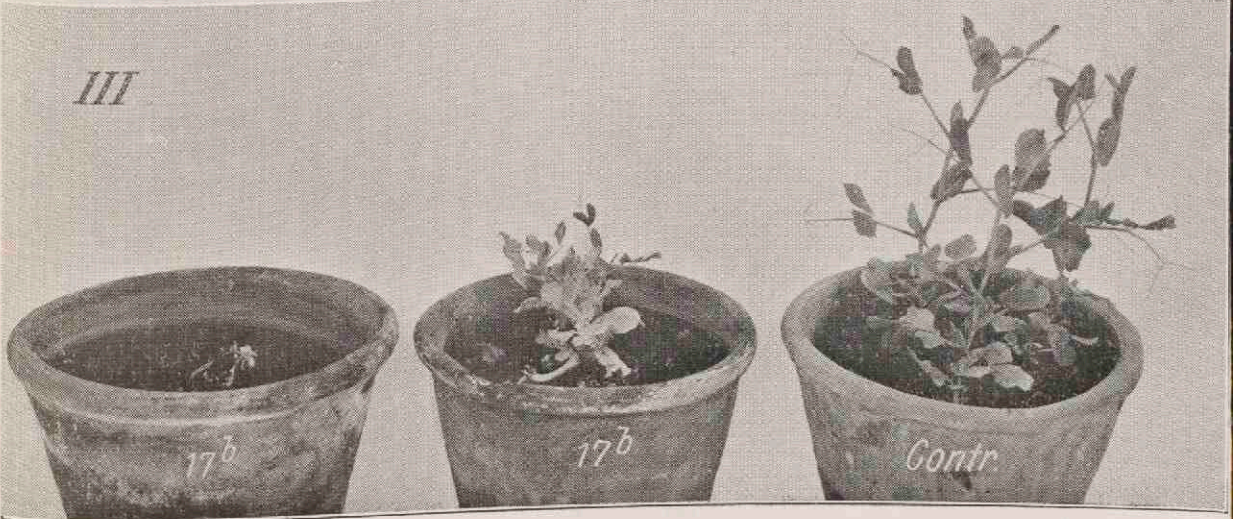
*I*



*II*



*III*









IV



V







## STELLINGEN.

---

1. Het verdient aanbeveling Fusarium-varieteiten, opgesteld op grond van kleine morphologische verschillen, te laten vervallen en te vervangen door varieteiten, opgesteld op grond van parasitologische verschillen.

2. Schaffnit en Müller hebben bij het leiden van virus door hiervoor immune planten niet bewezen, dat er sprake is van actieve afweerstoffen.

Silberschmidt K. Beitr. z. Biol. d Pfl. XX, 1933.

3. Het gebruik van glaszand gemengd met turfstrooisel geeft geen waarborg voor de nauwkeurigheid van voedingsphysiologische proeven.

4. Het onderzoek van Schmitz toont aan dat nieuwvorming van groeistof onder invloed van de zwaartekracht mogelijk is.

Schmitz H. Planta 19, 1933.

5. Bij *Bryophyllum crenatum* moet een correlatief verband bestaan tusschen de in de bladen gevormde wortelvormende stof en groeistof.

6. Hagerup heeft waarschijnlijk gemaakt, dat de coniferen verwant zijn met de Lycopodiales.

Hagerup O. Kgl. Danske Vid. Selsk. Biol. Med. X 7, 1933.

7. Door de proeven van Jasper is de juistheid van de door Wiersma opgestelde hypothese, dat de contractie van een Crustaceen spier berust op latente additie van gelijke zenuwimpulsen, bewezen.

Jasper H. H. Biol. Bull 65, 1933.

Jasper H. H. Comptes Rend. Soc. d. Biol. 85, 1933 T. 1.



ERRATA.

Zie blz. 80, Literatuurlijst.

18. FAHMY T. 1930 Etude de la pénétration du champignon *Fusarium vasinfectum* Atk. var. *aegyptiacum* Fahm. dans les racines du cotonier.
19. FEEKES F. H. 1931 Onderzoekingen over schimmelziekten van bolgewassen. Diss. Utrecht.

5. Bij *Bryophyllum crenatum* moet een correlatief verband bestaan tusschen de in de bladen gevormde wortelvormende stof en groeistof.



