

ONDERZOEKINGEN
OVER OPHIOBOLUS GRAMINIS SACC. EN
OPHIOBOLUS HERPOTRICHUS (FR.) SACC. EN
OVER DE DOOR DEZE FUNGI VEROORZAAKTE
ZIEKTEN VAN TRITICUM VULGARE VILL.
EN ANDERE GRAMINEAE

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR
IN DE LANDBOUWKUNDE AAN DE LANDBOUW-
HOOGESCHOOL TE WAGENINGEN, OP GEZAG VAN
DEN RECTOR-MAGNIFICUS Ir. M. F. VISSER, HOOG-
LEERAAR IN DE LANDBOUWWERKTUIGEN, DE AF-
WATERING VAN DEN BODEM EN DE POLDERBEMA-
LING, VOOR EENE, — OVEREENKOMSTIG ART. 46,
LID 3 VAN DE WET VAN 15 DECEMBER 1917 TOT RE-
GELING VAN HET HOOGER LANDBOUWONDERWIJS
(STAATSBLAD No. 700), ZOOALS DIE LAATSTELIJK
IS GEWIJZIGD BIJ DE WET VAN 29 JUNI 1925 (STAATS-
BLAD No. 283), — DAARTOE BENOEMDE COMMISSIE
UIT DEN SENAAAT, TE VERDEDIGEN OP WOENSDAG
4 FEBRUARI 1931 DES NAMIDDAGS TE DRIE UUR,
DOOR

JACQUES HUBERT JEAN VAN DE LAAR
GEBOREN TE ROERMOND



H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN — 1931

De voltooiing van mijn proefschrift biedt mij de gelegenheid allen te bedanken, die tot mijn wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen.

Ik dank de Hoogleraren en oud-Hoogleraren der Landbouwhoogeschool, in het bijzonder U, Hooggeleerde ABERSON, HONING, MAYER GMELIN en SÖHNGEN.

Door speciale omstandigheden kwam ik in nader persoonlijk contact met U, Hooggeleerde BROEKEMA. Door U leerde ik de bekoring, die uitgaat van verschillende vraagstukken op het gebied van de veredeling der landbouwgewassen, kennen.

Hooggeleerde QUANJER, Hooggeachte Promotor, eerst voor eenige jaren leerde ik U meer direct kennen. Gij hebt in mij het verlangen gewekt naar een diepgaande studie van verschillende phytopathologische problemen. Herhaaldelijk mocht ik Uw hulp en belangstelling ondervinden. Ik ben er U zeer erkentelijk voor, dat ik als Uw assistent kan werkzaam zijn.

Door de steun, welke ik in het begin van het onderzoek mocht ontvangen van de Limburgsche Land- en Tuinbouwbond, de R.-K. Nederlandsche Boeren- en Tuindersbond, de Plantenziektenkundige Dienst en het Staringfonds, was het mogelijk een aanvang te maken met de studie van de „tarwehalm-dooder”.

De voortzetting van deze onderzoekingen werd gedurende ruim twee jaren voor een deel bekostigd door de Stichting „Fonds Landbouw Export Bureau 1916-1918” te Wageningen. Voor deze steun, de belangstelling in mijn werk en de zeer bijzondere wijze, waarop mij mogelijk werd gemaakt om het onderzoek voor een dissertatie te gebruiken, dank ik het college

van directeuren dezer stichting, namelijk Prof. Dr. D. VAN GULIK, Prof. Dr. J. H. ABERSON en Prof. Dr. W. C. MEES R.Azn.

Een woord van meer dan gewone dank wil ik uitspreken aan de N.V. Industriele Maatschappij v.h. Noury en van der Lande te Deventer. Zij toch is het geweest, die voor een zeer belangrijk deel de totstandkoming van dit onderzoek heeft mogelijk gemaakt door de uiterst welwillende wijze, waarop zij mij steeds in de gelegenheid heeft gesteld om dit phytopathologisch onderzoek te verrichten naast een onderzoek van meel, dat ik voor haar instelde. Daarenboven bleek zij zooveel belang te stellen in de resultaten van mijn werk over de Ophiobolus-voetziekte, dat zij de uitgave van deze verhandeling voor haar rekening heeft genomen.

De voltooiing van mijn proefschrift biedt mij de gelegenheid allen te bedanken, die tot mijn wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen.

Ik dank de Hoogleraren en oud-Hoogleraren der Landbouwhoogeschool, in het bijzonder U, Hooggeleerde ABERSON, HONING, MAYER GMELIN en SÖHNGEN.

Door speciale omstandigheden kwam ik in nader persoonlijk contact met U, Hooggeleerde BROEKEMA. Door U leerde ik de bekoring, die uitgaat van verschillende vraagstukken op het gebied van de veredeling der landbouwgewassen, kennen.

Hooggeleerde QUANJER, Hooggeachte Promotor, eerst voor eenige jaren leerde ik U meer direct kennen. Gij hebt in mij het verlangen gewekt naar een diepgaande studie van verschillende phytopathologische problemen. Herhaaldelijk mocht ik Uw hulp en belangstelling ondervinden. Ik ben er U zeer erkentelijk voor, dat ik als Uw assistent kan werkzaam zijn.

Door de steun, welke ik in het begin van het onderzoek mocht ontvangen van de Limburgsche Land- en Tuinbouwbond, de R.-K. Nederlandsche Boeren- en Tuindersbond, de Plantenziektenkundige Dienst en het Staringfonds, was het mogelijk een aanvang te maken met de studie van de „tarwehalm-dooder”.

De voortzetting van deze onderzoekingen werd gedurende ruim twee jaren voor een deel bekostigd door de Stichting „Fonds Landbouw Export Bureau 1916-1918” te Wageningen. Voor deze steun, de belangstelling in mijn werk en de zeer bijzondere wijze, waarop mij mogelijk werd gemaakt om het onderzoek voor een dissertatie te gebruiken, dank ik het college

Tarwe kan worden aangetast door een groot aantal organismen, die voetziekten, welke in één of meer punten overeenkomen, veroorzaken. Deze ziekten worden toegeschreven aan *Ophiobolus* species, *Leptosphaeria* species, *Fusarium* species, *Helminthosporium* species, *Wojnowicia graminis* (McALP.) SACC. et D. SACC., *Gibberella Saubinetii* (MONT.) SACC., *Pythium graminicolum* SUBRAMANIAM en vele andere schimmels, ook aan dieren, vira en physiologische oorzaken, terwijl men over de oorzaken van verschillende tarwevoetziekten nog in het duister tast.

Het is zeer gewenscht, dat van elk dezer ziekten een exacte beschrijving der symptomen wordt gegeven. In de volgende hoofdstukken is een poging gedaan om een der belangrijkste tarwevoetziekten, namelijk de *Ophiobolus*-voetziekte uit het groote complex van dergelijke ziekten af te scheiden. Tot dat doel zal in Hoofdstuk I een overzicht worden gegeven van de geschiedenis en de geographische verspreiding der *Ophiobolus*-voetziekte, terwijl in Hoofdstuk II en III argumenten uit de symptomatologie en uit de aetiologie naar voren zullen worden gebracht om de conclusie te kunnen wettigen, dat de in Nederland voorkomende *Ophiobolus*-voetziekte van *Triticum vulgare* VILL. reeds sedert lange jaren in het buitenland bekend is.

Verder hoop ik eenige bijzonderheden mede te deelen van de door *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT. veroorzaakte ziekte van granen en over een derde tarwevoetziekte, namelijk de door *Wojnowicia graminis* (McALP.) SACC. et D. SACC. veroorzaakte.

HOOFDSTUK I

GEOGRAPHISCHE VERSPREIDING

§ 1. Het voorkomen der Ophiobolus-voetziekte in het buitenland

De Ophiobolus-voetziekte van tarwe is reeds sedert omstreeks 1840 bekend uit Frankrijk en wordt aangeduid met de namen „maladie du pied du blé” en „piétin” (PRILLIEUX en DELACROIX 1890). Tegenwoordig is ze verbreid door geheel Frankrijk en wel speciaal door de twee groote centra van tarweverbouw, Beauce en Brie. Deze ziekte is zóó gevreesd, dat de Directeur de l'Institut des Recherches Agronomiques aan de onder zijn beheer staande phytopathologische laboratoria heeft opgedragen om de ecologie der ziekte benevens de methoden ter bestrijding te bestudeeren. Tot dit doel is er een commissie ingesteld met als voorzitter Prof. L. MANGIN, Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle te Parijs. Op een der vergaderingen van deze commissie wees MANGIN er op, dat de ziekte nu reeds bijna een eeuw zonder succes is bestreden en verder maakte hij opmerkzaam op:

„l'intéret des recherches qui vont être effectuées au sujet de cette redoutable maladie”. (GUYOT 1929).

Ook in Italië is de Ophiobolus-voetziekte van tarwe reeds een halve eeuw bekend. Ze werd het eerst gevonden door CUGINI in het jaar 1880 in de omstreken van Bologna. Eenige jaren later vond hij dezelfde ziekte in de omstreken van Modena (CUGINI 1889). Tegenwoordig wordt zij door Italiaansche onderzoekers

„mal del piede del frumento” genoemd (PEGLION 1912).

In Engeland vermeldt SMITH in het jaar 1884 een analoge ziekte onder de naam van „straw blight”. In de laatste jaren is de *Ophiobolus*-voetziekte daar te lande echter bekend als „whiteheads” (COTTON 1922, PETHYBRIDGE 1926, BIFFEN 1927).

Duitschland werd in 1894 door een *Ophiobolus*-voetziekte van tarwe geteisterd. FRANK (1894b) schreef de ziekte toe aan een *Ophiobolus* soort, welke door hem „Weizenhalmtöter” werd genoemd. HILTNER (1894) gebruikte de algemeene naam „Fusskrankheit des Getreides”. Reeds in 1899 was deze nieuwe ziekte in alle tarweverbouwende streken van Duitschland te vinden (FRANK 1900a, b). Vooral in de jaren 1927 en 1928 trad de *Ophiobolus*-voetziekte in buitengewoon hevige mate in verschillende deelen van dit land op (MÜLLER en HÜLSENBERG 1927, FRIEDERSDORF 1928, BLUNCK 1929, CRÜGER 1929). BLUNCK concludeert in 1929:

„Alles in allem genommen ist der Stand der Kenntnisse über Wesen und Bekämpfung der Fusskrankheiten unbefriedigend. Er entspricht nicht der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Seuche.”

Dr. H. HÜLSENBERG deelde mij mede (in een schrijven van 26 Juli 1930), dat ook in 1930 in de provincie Saksen een uiterst ernstige epidemie te constateeren was.

In Zweden is de ziekte beschreven door NILSSON-EHLE in het jaar 1902, terwijl ze in 1927 in het Zuiden van Zweden groote verliezen teweeg bracht (ÅKERMAN 1927, TEDIN 1927).

Ook in Portugal komen berichten over groote schade in het jaar 1928 (BENSAÚDE 1929).

Verdere berichten over het optreden der *Ophiobolus*-voetziekte van tarwe vinden wij uit de volgende landen:

Denemarken (HENNING 1895; MORTENSEN, ROSTRUP en RAVN 1910, GRAM 1929).

België (MARCHAL 1903a, b; 1925a, b).

Hongarije (PÖSCH 1904, KERN 1929).

Oostenrijk (KORNAUTH 1904).

Rusland (DOMBROVSKI 1909).

Polen (GARBOWSKI 1925).

Zwitserland (GÄUMANN 1927).

Tchecho-Slowakije (DREGER 1928).

Ook buiten Europa kan men zeer vele mededeelingen over het optreden der Ophiobolus-voetziekte van tarwe vinden.

Laten wij eerst de verspreiding in Australië nagaan. In Zuid-Australië is de „take-all disease” bekend vanaf 1852 en reeds in 1868 wordt in een rapport van de Commission on Diseases of Cereals geconstateerd:

„It is, like last season's rust, to be found everywhere” (MCALPINE 1904). Naar de twee voor de landbouwers het meest sprekende symptomen, maakt men in dit werelddeel een onderscheiding in „take-all” en „white-heads”.

Ook in Nieuw-Zuid-Wales (SUTTON 1911, DARNELL-SMITH en MACKINNON 1915, PRIDHAM 1919, NOBLE 1928) en Victoria (MCALPINE 1902, 1904; ROBINSON 1907, BRITTLEBANK 1919) doet de Ophiobolus-voetziekte veel van zich spreken.

In West-Australië is de ziekte onder de namen take-all, foot-rot, blackleg en whiteheads beschreven door CARNE en CAMPBELL in 1924.

In Nieuw-Zeeland is de Ophiobolus-voetziekte reeds vele jaren bij de tarweverbouwers bekend (WATERS 1920 a, CUNNINGHAM 1927).

Ook in Zuid-Afrika is de bedoelde ziekte in de Kaapprovincie en in Transvaal reeds minstens 35 jaren bekend onder de namen „vrotpootjie” en „take-all” (PUTTERILL 1924).

In de Vereenigde Staten van Noord-Amerika verschijnen de eerste mededeelingen over „take-all” in Illinois in het jaar 1919 (HUMPHREY en JOHNSON 1919; HUMPHREY, JOHNSON en MCKINNEY 1921). Echter zijn de symptomen van deze ziekte in Illinois zóó verschillend van de symptomen der ziekte welke

in Australië met de naam „take-all” wordt bestempeld, dat de vergissing wel spoedig moest blijken. De ziekte in Illinois is van een totaal ander karakter, het is namelijk een virusziekte, hetgeen bewezen werd door MCKINNEY (1923). Tegelijkertijd bleek echter de gevreesde echte „take-all” voor te komen en wel in de staten Virginia (SCHOENE 1920) en New York (KIRBY en THOMAS 1920). De alarmeerende berichten hadden tengevolge, dat er een aanvang werd gemaakt met uitgebreide onderzoeken over verschillende voetziekten van tarwe. Sinds 1919 heeft de *Ophiobolus*-voetziekte zich in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika steeds uitgebreid en reeds in 1925 constateert MCKINNEY, dat zij in de meeste wintertarweverbouwende streken van dat land voorkomt.

Ook Canada bleef niet vrij van de ziekte (FRASER 1924, SANFORD 1927).

Uit Mexico (SEGURA 1903) en uit Argentinië (Anonymus 1927) wordt de ziekte gemeld.

Tenslotte moge nog medegedeeld worden, dat bedoelde ziekte in Japan omstreeks 1891 optrad en zich sinds dien tijd steeds verder uitbreidde (HORI 1901).

Uit dit zeer korte overzicht moge gebleken zijn, dat er een cosmopolitische tarwevoetziekte bestaat, waarvan òf bewezen is òf aangenomen wordt, dat ze veroorzaakt wordt door *Ophiobolus Graminis* SACC. òf *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC., terwijl enkele onderzoekers de oorzaak zoeken in het metabolisme der plant, dat tengevolge van gebrekkige voeding, ongunstige grondvochtigheid enz. in verkeerde banen zou zijn geleid.

§ 2. Het voorkomen der Ophiobolus-voetziekte in Nederland

In het jaar 1898 ontving het „Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten” voetzieke tarweplanten uit Groningen, Friesland, Limburg en Wageningen. RITZEMA BOS (1899) deelt mede dat bij nader onderzoek bleek, dat de ziekte, waaraan deze tarweplanten leden, reeds in vroeger jaren op verschillende plaatsen in Nederland was waargenomen, doch sporadisch zoodat slechts enkele planten er aan stierven. In 1898 echter was het optreden der ziekte veel ernstiger en had de dood van vele tarweplanten tengevolge. RITZEMA BOS duidt de ziekte aan met de aan het Duitsch ontleende naam van „tarwehalm-dooder.”

Ook in 1899 trad de tarwehalm-dooder op en wel te Kims-werd, Sittard en Zijldijk. De ziekte scheen echter minder hevig te zijn dan in het voorafgaande jaar (RITZEMA BOS 1900).

In 1901 scheen de Ophiobolus-voetziekte hier te lande te ontbreken, in de aanvang van Juli 1902 trad ze echter zeer hevig op (RITZEMA BOS 1903). Daarna zijn er slechts uiterst spaarzame gegevens over het optreden te vinden, tot wij vermeld vinden, dat in 1911 de tarwehalm-dooder veel schade deed aan tarwe te Leerdam (RITZEMA BOS 1913), terwijl in 1912 zieke tarweplanten in verschillende streken van Nederland voorkwamen (RITZEMA BOS 1914).

In 1923 trad de Ophiobolus-voetziekte vrij algemeen op (VAN POETEREN 1924), terwijl in 1925: „vermelding dient gemaakt te worden van het meer dan gewoon optreden van de tarwehalm-dooder op enkele plaatsen”, namelijk de Anna Paulowna polder, het eiland van Dordrecht en Veesen (VAN POETEREN 1926). Ook in 1926 trad de tarwehalm-dooder op verschillende plaatsen sterk op (VAN POETEREN 1928).

Groote financiëele verliezen leden de tarweverbouwers door een uiterst ernstige epidemie der Ophiobolus-voetziekte in 1927

Deze epidemie was aanleiding, dat door Prof. Dr. H. M. QUANJER aan een aantal correspondenten van de Plantenziektenkundige Dienst stoppels afkomstig van zieke perceelen werden gevraagd, terwijl aan dezelfde personen de volgende vragenlijst werd gezonden:

1. Is de ziekte in dezen zomer bij U opgetreden, in welke mate, en wanneer precies?

2. Zijn er andere jaren, waarin U haar hebt waargenomen en welke jaren waren dit?

3. In welk tarweras kwam de ziekte het meest voor in Uw omgeving? Hebt U verschil in vatbaarheid der rassen kunnen bespeuren? Is zij ook in zomertarwe of in andere granen opgemerkt?

4. Wanneer werd de tarwe, waarin U de ziekte hebt waargenomen, gezaaid?

5. Is de ziekte ook na bepaalde voorvruchten meer opgetreden dan na andere voorvruchten?

6. Zijn er aanwijzingen voor dat de ziekte verband houdt met de gesteldheid van den grond, de kalktoestand of met de bemesting?

7. Kwam er veel onkruid voor op de velden, waar de ziekte heerschte, meer dan op andere velden, waar zij niet optrad, welke onkruiden kwamen op de aangetaste velden voor?

Op deze vragenlijst, welke in September 1927 aan 30 personen werd gezonden, werden 20 antwoorden ontvangen, terwijl door 14 personen tarwestoppels werden verzameld, welke mij door Prof. QUANJER ter onderzoek werden verstrekt. Uit de antwoorden bleek, dat de tarwehalmddooder in sterke mate was opgetreden te Beesel (L.), Den Andel (gemeente Baflo), Gendringen, Hank (N.-Br.), Ritthem, Roermond, Rottum (gemeente Kantens), Ulrum, Zevenbergschen Hoek en Zuidhorn. Van een gering optreden werd melding gemaakt uit Moerdijk, Numansdorp, Wilhelminadorp en Zierikzee.

In 1928 en 1929 constateerde ik de Ophiobolus-voetziekte van tarwe op verschillende plaatsen. Ik wil Wageningen, Opheusden, Midden-Limburg (te Beesel waren verschillende tarweperceelen zeer ernstig aangetast) en Zuid-Limburg, waar in de meeste perceelen enkele zieke planten te vinden waren, noemen.

In 1930 waren in het geheele land Ophiobolus-voetzieke planten te vinden. Ik noem Ulrum, Oostwold, Anna Paulowna polder, Wageningen, Wilhelminadorp, Roermond, Hulsberg, Nuth en Wijnandsrade. De Heer Ir. J. M. L. OTTEN, Rijkslandbouwconsulent te Meppel, maakte mij opmerkzaam op een buitengewoon hevige aantasting in de polder De Koekoek in de nabijheid van Kampen.

De laatste jaren schijnt de Ophiobolus-voetziekte van tarwe hier te lande op steeds meer plaatsen en in vrij ernstige graad op te treden, een verschijnsel, dat ook in de ons omringende landen is opgemerkt en dat BLUNCK in Duitschland in 1928 aanleiding geeft tot de woorden:

„Die Befalljahre folgen sich in unregelmässigen Intervallen, die Länge der letzteren scheint aber in Abnahme begriffen zu sein. In immer kürzeren Abständen kommen bald aus diesem, bald aus jenem Kulturlande Meldungen über katastrophale Verluste, und erstmalig haben wir jetzt in Deutschland zwei schweren Befalljahre in unmittelbarer Folge aufzuweisen.“

Uit dit citaat blijkt tevens, dat in het jaar 1927 niet alleen in Nederland maar ook in Duitschland veel schade door deze ziekte werd aangericht.

HOOFDSTUK II

SYMPTOMATOLOGIE

§ 1. De symptomen der Ophiobolus-voetziekte in het buitenland

Er zijn verschillende tarweziekten bekend, welke één of meer symptomen gemeen hebben met de Ophiobolus-voetziekte. Deze ziekten, toegeschreven aan allerlei plantaardige en dierlijke organismen en anorganische invloeden, zijn verschillende keeren met elkaar verward. In de volgende bladzijden zal een poging worden gedaan om in de buitenlandsche phytopathologische literatuur een of meer tarweziekten te vinden, welke overeen komen met de in de laatste jaren in Nederland opgetreden Ophiobolus-voetziekte.

In Frankrijk werd reeds in 1878 een beschrijving van de „piétin” gegeven door PLUCHET met de volgende woorden:

„Après l'épiage, lorsque les premières fleurs ont disparu, on voit dans les champs les mieux partagés comme aussi dans des récoltes plus faibles, quelques tiges garnies de leurs épis tombées à terre; peu de jours après, le nombre des tiges qui s'abattent naturellement, sans pluie ni vent, augmente sensiblement et déjà des espaces entiers d'une même étendue sont renversés; puis le mal gagnant de proche en proche, se prolonge jusqu'aux jours qui précèdent la récolte, et lorsque l'époque de celle-ci est arrivée, souvent il ne reste plus que quelques épis debout; la masse couchée à terre présente l'aspect d'une récolte piétinée dans tous les sens; les tiges, depuis le collet jusqu'au premier noeud, ont une couleur gris noir ardoisé; les épis inégalement

blanchis et inégalement mûrs, sont demeurés petits comme au moment de leur naissance et ils sont généralement mous”.

Men zal uit bovenstaande woorden concludeeren, dat de beschreven legering iets geheel anders is dan het legeren onder de invloed van bemesting en weersomstandigheden. Bij dit laatste legeren toch vallen de halmen in één richting, terwijl bij het door PLUCHET beschreven legeren de halmen in alle richtingen zijn omgevallen en aan hun basis zwart zijn gekleurd. Het neervallen der halmen in alle richtingen vinden wij ook medegedeeld door GAILLOT (1897).

Het zou echter onjuist zijn, indien men meent, dat de „piétin” alleen op de boven aangehaalde wijze in Frankrijk optreedt. Een geheel ander beeld der ziekte wordt reeds in 1892 gegeven door SCHRIBAUX:

„jusqu’à la floraison, le développement de la plante se poursuit normalement, mais à partir de cette époque, les feuilles commencent à jaunir, la tige se dessèche à son tour; quant à l’épi, mûrissant prématurément, il reste droit et livre des grains mal venus... Beaucoup d’agriculteurs disent à tort que le grain est échaudé. Quand, au moment de la moisson, on arrache un chaume malade du piétin, il se rompt parfois au niveau du sol... en enlevant les gaines desséchées enveloppant [les] entrenœuds [les plus inférieurs], on aperçoit sur le chaume des plaques brunâtres plus ou moins étendues.”

Ook DELACROIX (1901) heeft waargenomen, dat de sterk aangetaste halmen, welke ongevulde aren geven, niet legeren.

De zwarte plekken, welke op de onderste internodiën der aangetaste halmen, na verwijdering der verdroogde bladscheiden, te vinden zijn, werden opgemerkt door PRILLIEUX en DELACROIX (1890), terwijl MANGIN (1899) schrijft:

„il existe [in Juli] à la base des chaumes qui sont encore recouverts de la gaine des feuilles desséchées, et entre celles-ci et la surface du chaume, un mycélium noir tantôt étroitement

adhérent à la surface de la tige...; tantôt le mycélium est floconneux et si peu adhérent que le plus léger frottement l'enlève."

Uit de boven mede gedeelde beschrijvingen blijkt reeds, dat de naam „piétin" in Frankrijk wordt gebruikt ter aanduiding van twee ziekten. Een poging om de verschillende ziekten, welke daar te lande „piétin" worden genoemd, afzonderlijk te beschrijven, werd gedaan door DUCOMET (1913). Het bleek hem, dat de „piétin" op drie verschillende wijzen voor kan komen, namelijk:

1. verse.
2. échaudage.
3. atrophie.

Elk dezer vormen vertoont als karakteristiek kenmerk de zwarte tint van de stengelbasis, terwijl de aangetaste planten in plekken of verspreid („état diffus") kunnen optreden. Bij het pleksgewijze voorkomen der ziekte, zijn alle planten op een plek (van wisselend oppervlak) aangetast. Indien de ziekte verspreid optreedt, komen hier en daar in het tarweperceel aangetaste planten voor. De „piétin-verse" gaat meestal gepaard met een zijdelingsche aantasting van de halm en wordt zeer dikwijls veroorzaakt door *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT.

De „piétin-échaudage" gaat samen met een krachtige aantasting om de geheele omtrek van de halm en wordt gewoonlijk veroorzaakt door *Ophiobolus Graminis* SACC. Deze aantasting is somtijds zóó hevig, dat de planten reeds verdrogen voordat zij in de aar schieten; deze planten sterven af als zij een hoogte van ongeveer 20 cm hebben bereikt. DUCOMET vat zijn beschouwingen samen in de volgende woorden:

„Dans le cas de l'Ophiobolus, nous avons toujours noté l'attaque de l'extrême base du chaume, partie souterraine comprise. Nous avons toujours vu le mal intéresser finalement tout le pourtour de l'axe; nous avons toujours noté l'invasion générale de la touffe. L'atrophie et l'échaudage sont bien plus

fréquents que la verse. Dans le cas du *Leptosphaeria*, il peut y avoir atrophie et échaudage, mais la verse constitue la forme la plus fréquente de la maladie, ce qui est en rapport avec la localisation de l'altération. Fréquemment en effet le chaume seul est atteint dans sa partie inférieure et plus violemment sur un côté. Les touffes ne sont pas nécessairement envahies dans l'ensemble de leurs brins. Des brins peuvent rester atrophiés; ils peuvent être tués dès dans leur jeune âge, à un moment où leur hauteur ne dépasse pas une vingtaine de centimètres; d'autres brins peuvent évoluer avec l'apparence de la santé jusqu'à complet développement du grain. C'est surtout dans ce cas que les attaques latérales sont et restent faciles à voir. L'invasion est souvent localisée dans les couches superficielles du sol et même dans les parties aériennes".

Ook FRON (1927) onderscheidt:

„Le piétin verse, causé par *Leptosphaeria herpotrichoides*.
Le piétin échaudage, causé par *Ophiobolus graminis*.”

FOEX (1915) staat eveneens op het standpunt, dat *Ophiobolus Graminis* SACC. over het algemeen verdroging („échaudage") en geen legering („verse") teweegbrengt, terwijl aantasting door *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT. gewoonlijk met legering gepaard gaat.

In de laatste jaren wordt de „piétin-échaudage" ook aangeduid met de naam „piétin épi-blanc" (MARCHAL en FOEX 1927).

De boven vermelde indeeling van de in Frankrijk bij de landbouwers onder de naam „piétin" bekende tarwevoetziekte, wordt ook toegepast in de jaarverslagen van „Le Directeur de la Station Centrale d'Entomologie et le Directeur de la Station Centrale de Pathologie Végétale." (MARCHAL en FOEX 1921, 1924, 1927, 1929).

Door de welwillendheid van Prof. V. DUCOMET en Dr. Et. FOEX was het mij mogelijk de verschillende vormen waarin de

tarwehalmdooder in Frankrijk optreedt, in verschillende departementen te zien.

Beschouwen wij nu de symptomen der in Duitschland als „Weizenhalmtöter” bekend staande ziekte van tarwe.

FRANK (1894 b, 1897) beschrijft de door *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) SACC. aangetaste tarweplanten als zwart aan de halm-basis, terwijl ook de wortels zwart zijn. De in de aar staande plant wordt voortijdig wit, doch breekt niet af. De korrels worden noodrijp en zijn slecht van vorm of geheel verschrompeld. In een jaarverslag van FRANK en SORAUER (1897) wordt vermeld, dat de witte halmen gingen legeren. MÜLLER en HÜLSENBERG (1927) merken op, dat de ziekte soms in plekken en strepen optreedt, terwijl de aangetaste planten kleiner dan de normale planten blijven. CRÜGER (1929) schrijft, dat de zieke planten over het geheele perceel verspreid of in plekken voorkomen.

Bij bestudeering van de Australische literatuur krijgt men de volgende indruk van de *Ophiobolus*-voetziekte.

In Victoria beschrijft McALPINE (1902) de „take-all” als volgt:
„The wheat plant makes a start all right, but before the stalk appears, the green colour fades, and the outer leaves become yellow. When the stalk is developed it soon becomes stunted, and never matures the ear. The entire plant soon dies, and this is the case over the affected area. The roots, too, have a very characteristic appearance. They are stunted and deformed at an early stage, and may be quite thickened and knotty close to the stem. They are excessively covered with root hairs, and new roots are generally thrown out just above the old ones. The occurrence of the disease in patches is another feature. The expressive name of „Take-all” indicates that the plants are completely destroyed, and only in exceptional cases are healthy plants found on diseases spots.”

ROBINSON (1907) merkt op, dat de planten aan de voet zwart worden.

In later jaren is de door *Ophiobolus Graminis* SACC. veroorzaakte ziekte in Australië vooral bekend onder de namen „take-all” en „white-heads” of „deadheads” al naar mate de twee voor de landbouwers het meest sprekende symptomen op de voorgrond treden. Sterft de plant af voordat zij aren heeft gevormd, dan spreekt men van „take-all”; treedt de dood eerst in nadat de aren gevormd zijn en de plant wit geworden is, dan heet de ziekte „white-heads” (ROBINSON 1907, DARNELL-SMITH en MACKINNON 1915).

In West-Australië wordt de *Ophiobolus*-voetziekte met de volgende woorden beschreven:

„Diseased plants become blighted or withered, turning yellow or greyish white and dying prematurely. If not killed before heading they ripen before the rest of the crop and have little or no grain in the ear. They are frequently stunted and stool badly. A definite feature of the disease is that it usually affects patches of land. In some cases the plants are affected shortly after appearing above ground and may be killed as seedlings. In other cases the affects become noticeable only as the plants approach maturity (CARNE en CAMPBELL 1924). Ook daar is de zwarte kleur aan de basis van de stengels waargenomen.

In Zuid-Australië vermeldt RICHARDSON (1910) analoge symptomen. De ziekte komt er voor in ronde plekken. De aangetaste tarweplanten vertoonen een zwarte incrustatie aan de voet van de stengel. De ziekte kan optreden voordat de planten zijn doorgeschoten, de bladeren worden dan langzamerhand geel en de plant sterft af. In andere gevallen bemerkt men de ziekte eerst nadat de tarwe in de aar is geschoten; de aren worden plotseling wit en bestaan uitsluitend uit leege kafjes.

De *Ophiobolus*-voetziekte in Nieuw-Zuid-Wales wordt op gelijke wijze beschreven (DARNELL-SMITH en MACKINNON 1915).

Ook in Nieuw-Zeeland komt een tarweziekte voor, welke

dezelfde symptomen heeft (WATERS 1920 a).

In de Unie van Zuid-Afrika geeft PUTTERILL (1924) de volgende kenmerken:

„Vrotpootjie [take-all] kom in min of meer ronde kolle in aangetaste lande voor. Plante word op alle groeistadiums van die saailing af aangetas en kry dikwels are voordat die parasiete dit aanval, met die gevolg dat die are sonder graan bly of, as dit graan produseer, is dit verskrompel. Die naam dowwe are (white-heads) is aan die siekte gegee bij hierdie stadium omdat die are sonder graan is. As jongplante aangeval word dan bly hul vir 'n tyd swak en verpot, eindelijk verskrompel hul en gaan dood.” En verder „... swartwording van die voet van die stingel is 'n kenmerk van vrotpootjie.”

Ofschoon in bovenstaand citaat niet nadrukkelijk wordt gezegd, dat de aren (en halmen) wit worden, blijkt dit toch wel voldoende uit de naam „white-heads”. Bovendien wordt in de uitgave van dit stuk in de Engelsche taal, gezegd:

„The name white-heads has been applied to the disease at this stage owing to the appearance of the ears which have set no grain.”

Wenden wij ons thans tot de literatuur uit de Vereenigde Staten van Noord-Amerika, dan vinden wij in 1919 alarmeerende berichten over het optreden van „take-all” in Illinois en even later in Indiana. Déze „take-all” komt voor in plekken, waarop de planten in sterke mate in hun groei gestuit zijn. De bladeren vertoonen een abnormaal blauwgroene kleur, de buitenste bladeren sterven af. De plant wordt bruin aan de basis en brengt een abnormaal groot aantal scheuten tot ontwikkeling in het voorjaar. Later in het jaar als de normale planten rijpen, zijn de zieke planten nog groen (HUMPHREY en JOHNSON 1919; HUMPHREY, JOHNSON en MCKINNEY 1921).

Uit de boven beschreven symptomen zal wel gebleken zijn, dat de woorden van HUMPHREY en JOHNSON (1919):

„The symptoms of this disease... are strikingly like those of Australian take-all” wel zeer gewaagd waren. Immers de Australische schrijvers deelen mede, dat door take-all aangetaste tarweplanten in een jong stadium een bleekgroen tot geel voorkomen hebben, terwijl bij de ziekte in Illinois de jonge planten donkergroen worden. Daarenboven wordt uit Australië niets gemeld over een abnormaal groote uitstoeling. Verder krijgen de door de Ophiobolus-voetziekte aangetaste planten eerder een rijp voorkomen dan gezonde planten, dus juist omgekeerd als bij de ziekte in Illinois. Deze laatste tarweziekte wordt tegenwoordig wegens de abnormale uitstoeling, waardoor de tarweplanten een rozetachtig voorkomen krijgen, „rosette disease” genoemd, terwijl thans bewezen is, dat zij tot de groote groep der virusziekten behoort (McKINNEY 1923; McKINNEY, ECKERSON en WEBB 1923; McKINNEY, WEBB en DUNGAN 1925).

Echter komt in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika ook de echte Ophiobolus-voetziekte voor. Deze aantastingen treden op in cirkelvormige plekken van wisselende diameter, terwijl de randen dezer plekken dikwijls over elkaar heen grijpen. De planten in deze plekken zijn gewoonlijk geel van kleur en dwergachtig van groei. Aan de basis der zieke halmen bevindt zich een donkerbruine of zwarte zone, hoofdzakelijk uit donker mycelium in de bladscheeden bestaande, welk mycelium zich ook tusschen de stengel en de binnenste bladscheede bevindt en daar voorkomt in de vorm van een plaatachtige massa. Deze zwarte verkleuring is beperkt tot het eerste en het tweede internodium en kan zich uitstrekken van 1 tot 5 cm boven het oppervlak van de grond. De wortels breken gemakkelijk af. De grootere wortels hebben een wollig voorkomen en houden bij het uit de bodem trekken een aanzienlijke hoeveelheid grond vast. Zieke planten hebben minder halmen dan normale planten, daar vele scheuten spoedig afsterven. Vele planten worden als zaailing gedood. Bij de bloei zijn de zieke plekken gemakkelijk te

herkennen aan de witte kleur en de kleinere lengte der halmen (KIRBY 1922, 1925). MCKINNEY (1925) vermeldt dezelfde symptomen, terwijl hij heeft opgemerkt, dat verdorde planten („white heads”) óf in plekken óf afzonderlijk over het geheele perceel verspreid, kunnen voorkomen. In enkele gevallen kunnen de zieke planten aan de basis doorbreken, echter is dit verschijnsel geen regel, doch slechts uitzondering.

De in de voorgaande bladzijden medegedeelde beschrijvingen van de tarweziekte, welke ik Ophiobolus-voetziekte heb genoemd, zouden nog met vele vermeerderd kunnen worden.

§ 2. De symptomen der Ophiobolus-voetziekte in Nederland

Bij de bestudeering der Nederlandsche literatuur betreffende de Ophiobolus-voetziekte, stuit men op de moeilijkheid dat de beschrijvingen zeer beknopt zijn. RITZEMA BOS (1899) deelt de volgende bijzonderheden mede: Op tarwevelden vertoonden zich in de tweede helft van Juli 1898 plekken waarop de in de aar staande halmen geelwit werden. De aren dezer planten leverden geen of slechts kleine korrels. Soms waren de halmen aan de basis verrot en doorgebogen; andere keeren waren zij verdroogd.

In 1915 geeft RITZEMA BOS een analoge beschrijving en deelt verder mede, dat men bijna ieder jaar in verschillende streken van Nederland zieke planten in gering aantal tusschen de gezonde planten verspreid kan vinden, terwijl in jaren, waarin de ziekte heviger optreedt, groote geelwitte plekken, bestaande uit afgestorven planten tusschen de gezonde nog groene tarwe voorkomen.

VAN HALL (1903) is iets uitvoeriger:

„In de eerste groeiperiode is niets kwaads aan de tarwe te bespeuren; het gewas groeit flink op en komt in bloei zonder

iets abnormaals te vertoonen. In den bloeitijd of kort daarop beginnen echter de eerste halmen om te vallen, maar eerst wanneer de tarwe vrucht begint te zetten en de aren zich vormen, gaat de ziekte zich duidelijk vertoonen. Is de ziekte sterk opgetreden, dan ligt het koren bij heele plekken tegen den grond en men krijgt volkomen den indruk, dat er een troep vee doorheen geloopt heeft. Al de omgevallen halmen blijken, wanneer men de afgestorven bladscheeden verwijderd, aan hun voet bruine vlekken te vertoonen en overdekt te zijn met kleine, zwarte stipjes, somtijds ook met zwarte korstjes, die zich met den nagel gemakkelijk laten afkrabben. De bruine verkleuring zet zich vaak op de wortels voort, doch niet zelden zijn deze op het oogenblik van het omvallen van den halm... reeds grootendeels weggerot..."

Prof. Dr. H. M. QUANJER ontving in antwoord op zijn op blz. 8 afgedrukte enquête, de 27ste September 1927 van de heer J. M. ZANTINGA Jr. te Zuidhorn het volgende schrijven: „Reeds voor het te voorschijn komen der aren waren de planten ziek, dat wil zeggen, op de ergste plekken. Ze werden bleekgroen en daarna begon het blad af te sterven. Wel kwamen er nog aren te voorschijn doch deze werden na enkele dagen reeds wit. Er kwamen slechts kleine verschrompelde korrels in." Het legeren, dat door VAN HALL (1903) beschreven is, was dus in het jaar 1927 te Zuidhorn niet opgemerkt. Ook de heer Ir. W. B. L. VERHOEVEN te Wageningen deelde mij mede, dat hem slechts één geval bekend was, dat de door de zoogenaamde tarwehalm-dooder aangetaste tarwe ging legeren.

Bij Wilhelminatarwe kan ik de symptomen van de Ophiobolus-voetziekte als volgt beschrijven. In de maand Maart bevindt zich op de buitenste bladscheede, in de regel vlak boven het oppervlak van de bodem, een duidelijk zichtbare bruingekleurde vlek. Bij verwijdering van deze bladscheede bemerkt men dat de er onder liggende bladscheeden nog geheel

normaal zijn. Deze vlek wordt steeds groter en in Mei zijn ook dieper gelegen bladscheeden aangetast. Tevens zijn in ernstige gevallen op de akker de plekken, welke in Juli wit zullen worden, reeds duidelijk te onderscheiden. De tarwe blijft op deze plekken kleiner van lengte dan de gezonde planten. De zieke planten krijgen een eigenaardige, eenigszins geelgroene, chlorotische tint, terwijl de bladeren dikwijls iets meer naar boven zijn gericht dan bij de normale planten het geval is. Indien men zulk een plek nauwkeurig bekijkt, dan zal men verschillende planten vinden, welke reeds in een vroeg ontwikkelingsstadium zijn gedood en aan de basis totaal zwart zijn geworden. Ook de overige planten zijn in deze tijd aan de basis om hun geheele omtrek zwart. Zoodra de planten aren gaan vormen, zijn er vele planten te vinden, waarvan scheuten zijn afgestorven. In de eerste helft van Juli worden de tarweplanten in de boven beschreven plekken plotseling wit, zoodat deze plekken van korte, witte planten dan als eilanden in de nog groene tarwe liggen. Van deze door de ziekte gedooide planten zijn de wortels dikwijls zwart geworden en breken zeer gemakkelijk af. Eigenaardig is, dat op hooger gelegen knopen nieuwe wortels zijn ontstaan, welke echter ook gemakkelijk afbreken. De doode halmen zijn aan de basis, om hun geheele omtrek, zwart, welke zwarte verkleuring zich uitstrekt tot op ongeveer 6 cm boven het oppervlak van de bodem. Op deze plaats kan de halm gemakkelijk worden omgebogen. De zwarte kleur wordt teweeg gebracht door een plaatvormige myceliummassa, een prosoplectenchym, dat zich tusschen de stengel en de afgestorven bladscheede bevindt en in droge toestand gemakkelijk van de stengel loslaat bij verwijdering der bladscheede. De gezonde planten verkeeren ongeveer 14 dagen later in een geelachtig stadium van rijpheid, doch ook nu nog zijn de door de *Ophiobolus*-voetziekte gedooide planten gemakkelijk te herkennen, doordat de halmen en de aren een vuilzwarte kleur krijgen als gevolg van de aantasting

door verschillende schimmels. De gedooide planten leveren geen of sterk verschrompelde korrels.

De kenmerken van de in plekken optredende Ophiobolus-voetziekte, zijn als volgt samen te vatten.

1. In een zeer jeugdig ontwikkelingsstadium hebben de planten een chlorotische tint.

2. De planten zijn korter dan de gezonde planten.

3. De planten worden in de eerste helft van Juli wit, welke witte kleur later plaats maakt voor een zwarte door de groei van allerlei fungi.

Bovenstaande beschrijving heeft echter alleen betrekking op Wilhelminatarwe en andere er in stroo- en aarkleur mee overeenkomende tarwes. Bij Siegerländertarwe, een tarwe met een meer roodbruine aarkleur, kon ik herhaaldelijk in Limburg waarnemen, dat de zieke plant, en speciaal de aar, in Juli niet wit wordt, doch integendeel donkerder bruin van kleur dan de normale tarwe.

Het pleksgewijze voorkomen van de Ophiobolus-voetziekte van wintertarwe, werd door mij waargenomen te Wageningen, Opheusden, Goes en Beesel. Op de laatst genoemde plaats waren de plekken zeer groot en zóó talrijk, dat zij in elkaar overgingen, zoodat het geheele perceel vernietigd was.

Het zou evenwel geheel onjuist zijn, indien men meent, dat de Ophiobolus-voetziekte alleen pleksgewijze kan optreden. In de meeste tarwevelden zijn steeds enkele aangetaste planten te vinden, welke in groei achter zijn gebleven, voortijdig wit zijn geworden en alle kenmerken der ziekte aan halmbasis en wortels vertoonen. Deze planten vindt men dikwijls in groepjes van 4 of 5 planten aan de rand van de tarwevelden. Deze vorm der ziekte is door geheel Nederland verspreid en werd in het jaar 1930 door mij gezien te Ulrum, Oostwold, Anna Paulowna, Wageningen, Roermond, Sittard en Wijnandsrade.

Het ombuigen der aangetaste planten is dus geen regel,

maar werd door mij slechts hier en daar aan enkele planten opgemerkt en wel in gevallen, dat deze reeds verbleekt waren.

In gevallen van niet zeer heftige aantasting zijn de planten niet korter dan de gezonde planten; zij zijn evenwel aan de basis zwart gekleurd en hun korrelopbrengst is geringer dan die der normale planten.

§ 3. Is de in Nederland optredende *Ophiobolus*-voetziekte identiek met in het buitenland beschreven voetziekten?

Een vergelijkende studie van de in Nederland optredende *Ophiobolus*-voetziekte van tarwe en van de in het buitenland beschreven tarwevoetziekten, leert dat deze ziekten de volgende gemeenschappelijke kenmerken hebben:

1. De halmen zijn zwart aan de basis.

Frankrijk: PRILLIEUX en DELACROIX 1890; SCHRIBAUX 1892; MANGIN 1899, 1912; DUCOMET 1913; LACOUDRE 1928.

Duitschland: FRANK 1894b, 1897; FRANK en SORAUER 1896; MÜLLER en HÜLSENBERG 1927; CRÜGER 1929.

Engeland: Anonymus 1913; COTTON 1922.

Australië: ROBINSON 1907; RICHARDSON 1910; IVETT 1912; DARNELL-SMITH en MACKINNON 1915; WATERS 1920a; CARNE en CAMPBELL 1924; NOBLE 1928.

Zuid-Afrika: PUTTERILL 1924.

Vereenigde Staten van Noord-Amerika: KIRBY en THOMAS 1920; KIRBY 1922, 1925; MACKIE 1923; MCKINNEY 1925.

Nederland: RITZEMA Bos 1915; op blz. 20 beschreven.

2. De wortels zijn aangetast.

Frankrijk: DUCOMET 1913.

Duitschland: HILTNER 1894; FRANK 1894b, 1895b, 1897; MÜLLER en HÜLSENBERG 1927.

Engeland: Anonymus 1913.

Australië: McALPINE 1902; DARNELL-SMITH en MACKINNON

1915; WATERS 1920a; CARNE en CAMPBELL 1924; NOBLE 1928.
Zuid-Afrika: PUTTERILL 1924.

Vereenigde Staten van Noord-Amerika: KIRBY en THOMAS
1920; KIRBY 1922, 1925; MACKIE 1923.

Nederland: RITZEMA Bos 1915; op blz. 20 beschreven.

3. Verschillende planten sterven in een zeer jong stadium van
ontwikkeling.

Frankrijk: DUCOMET 1913.

Engeland: Anonymus 1913.

Australië: RICHARDSON 1910; CARNE en CAMPBELL 1924.

Zuid-Afrika: PUTTERILL 1924.

Vereenigde Staten van Noord-Amerika: KIRBY 1922.

Nederland: Op blz. 20 beschreven.

4. De volwassen planten zijn korter dan de normale planten.

Duitschland: MÜLLER en HÜLSENBERG 1927.

Engeland: Anonymus 1913.

Australië: DARNELL-SMITH 1916; WATERS 1920a; CARNE en
CAMPBELL 1924.

Canada: FRASER 1924.

Vereenigde Staten van Noord-Amerika: KIRBY 1922, 1925.

Nederland: Op blz. 20 beschreven.

5. De volwassen planten worden voortijdig wit.

Frankrijk: SCHRIBAUX 1892; DUCOMET 1913; FOEX 1915.

Duitschland: HILTNER 1894; FRANK 1894b, 1895, 1897;
FRANK en SORAUER 1895; VOGES 1913; LILGE 1927; MÜLLER
en HÜLSENBERG 1927; BLUNCK 1928; CRÜGER 1929.

Engeland: Anonymus 1913.

Australië: RICHARDSON 1910; PRIDHAM 1911; DARNELL-
SMITH en MACKINNON 1915; WATERS 1920a; CARNE en CAMP-
BELL 1924; NOBLE 1928.

Canada: FRASER 1924.

Vereenigde Staten van Noord-Amerika: KIRBY 1922, 1925; MCKINNEY 1925.

Nederland: RITZEMA Bos 1899, 1915; op blz. 20 beschreven.

6. De ziekte treedt dikwijls pleksgewijze op.

Frankrijk: DUCOMET 1913.

Duitschland: MÜLLER en HÜLSENBERG 1927; CRÜGER 1929.

Engeland: ANONYMUS 1913.

Australië: RICHARDSON 1910; IVETT 1912; DARNELL-SMITH en MACKINNON 1915; DARNELL-SMITH 1916; WATERS 1920a; CARNE en CAMPBELL 1924; NOBLE 1928.

Zuid-Afrika: PUTTERILL 1924.

Vereenigde Staten van Noord-Amerika: KIRBY 1922, 1925; MCKINNEY 1925.

Nederland: RITZEMA Bos 1899, 1915; op blz. 20 beschreven.

Uit bovenstaande samenvatting en uit de vergelijking van de in § 1 en 2 van dit hoofdstuk in extenso medegedeelde beschrijvingen der symptomen kan men de conclusie trekken:

Er komt over de geheele aarde een voetziekte van tarwe voor, welke identiek is met de voetziekte van tarwe, die in de laatste jaren in Nederland een zeer ernstig karakter blijkt te hebben aangenomen.

Een bevestiging van deze conclusie zal verkregen kunnen worden door een onderzoek van de organismen, welke in Nederland op de voetzieke tarwe voorkomen, waarna men deze organismen kan vergelijken met de in het buitenland op bedoelde tarwe aangetroffen organismen. Deze vergelijking zal in het volgende hoofdstuk worden gemaakt.

Een reis door verschillende Fransche départements, namelijk Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Seine-Inférieure en Eure-et-Loir, leerde mij, dat de „piétin-échaudage” in zijn symptomen identiek is met een der ziekten, welke hier te lande „tarwehalmdooder” worden genoemd.

KIRBY (1925) schrijft, dat de „take-all disease” reeds lang in verschillende streken der aarde bekend is. Hij zegt immers: „This disease long known in Europe, Japan, and Australia, was first... reported from America in 1920”. Onbegrijpelijk is het dan ook, dat ik eenige bladzijden verder in dezelfde publicatie vind: „Take-all differs... from the European foot-rots, the causes of which are usually not given by most investigators, though variously attributed to one or more of the following fungi: *Ophiobolus herpotrichus*, *Leptosphaeria herpotrichoides*, *L. culmifraga*, and *Fusarium* sp. ... D. Atanasoff states that the European foot-rot is connected with a pathologic condition of the cereals which has nothing in common with the Australian or the American take-all. The European foot-rots are characterized by a wilting, breaking, and bending-over of fully grown plants, usually single plants or culms that have rotted bases. He says that affected plants are usually uniformly scattered throughout the field”. Uit de in de voorgaande bladzijden medegedeelde beschrijvingen zal voldoende gebleken zijn, dat „de” Europeesche voetziekten niet als karakteristiek kenmerk het afbreken of ombuigen der planten bezitten. Er komt in Europa (en andere werelddeelen) veelvuldig een voetziekte voor, de *Ophiobolus*-voetziekte, welke dit kenmerk niet vertoont. Trouwens, het is onmogelijk om van „the European foot-rot” te spreken, daar er in Europa zeer vele voetziekten blijken voor te komen. Verder wil ik er op wijzen, dat aangetaste planten door het geheele veld verspreid kunnen voorkomen bij bedoelde voetziekte; de ziekte treedt echter dikwijls pleks-gewijze op. In Amerika zelf is het voorkomen in plekken trouwens niet het eenige type, waaronder de *Ophiobolus*-voetziekte optreedt, de zieke planten kunnen immers ook door het veld verspreid voorkomen (McKINNEY 1925). Dat de Europeesche voetziekten in verband zouden staan met een door ongunstige uitwendige omstandigheden teweeggebrachte verzwakking der

plant is, wat de Ophiobolus-voetziekte betreft, onjuist, zooals in het volgende hoofdstuk zal worden bewezen. Deze meening zal waarschijnlijk geïnspireerd zijn door de, door verschillende Duitse onderzoekers verdedigde theorie der „Schwächeparasiten“.

Ook PUTTERILL (1924) in Zuid-Afrika, is van meening, dat de „take-all“ of „vrotpootjie“ voorkomt in Engeland, Frankrijk, Nederland, België, Rusland, Denemarken, Portugal, Italië, Australië, Nieuw-Zeeland, Japan, de Vereenigde Staten van Noord-Amerika en de Unie van Zuid-Afrika. Volgens FRASER (1924), die in Canada de „take-all“ ontdekte, komt deze ziekte voor in Australië, Nieuw-Zeeland en Europa. Eenige fundeering van deze meening wordt door beide schrijvers echter niet gegeven.

HOOFDSTUK III

AETIOLOGIE

§ 1. Overzicht der buitenlandsche literatuur:

Over de oorzaak van de in de voorgaande hoofdstukken beschreven tarweziekten bestaat een groot verschil van meening, speciaal in Europa. In Amerika en Australië wordt vrijwel algemeen aangenomen, dat de „take-all” en „white-heads” veroorzaakt wordt door een tot de *Pyrenomycetinae* behorende zwam, namelijk *Ophiobolus Graminis* SACCARDO, welke door eenige Amerikaansche onderzoekers, waarschijnlijk ten onrechte, *Ophiobolus cariceti* (BERKELEY et BROOME) SACCARDO genoemd wordt. In Europa evenwel staan de meeningen van Franschen en Duitschers scherp tegenover elkaar. In Frankrijk neemt men als oorzaak van de „piétin-échaudage” gewoonlijk *Ophiobolus Graminis* SACCARDO aan, in Duitschland daarentegen wordt *Ophiobolus herpotrichus* (FRIES) SACCARDO herhaaldelijk vermeld, terwijl zelfs nu en dan het standpunt wordt verdedigd, dat slechts planten, welke tengevolge van ongunstige omstandigheden verzwakt zijn, door laatstgenoemde zwam zouden kunnen worden aangetast. Exacte experimenten ter toetsing van het parasitisme van *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC., of ter bewijzing van de theorie van het „Schwächeparasitisme” ontbreken echter. In Nederland neemt men, op gezag van de oudere Duitsche literatuur aan, dat *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. de oorzaak van de zoogenaamde „tarwehalmdooder”

zou zijn, zonder dat er ooit pogingen zijn gedaan om het bewijs te leveren.

Het volgende overzicht van de voornaamste literatuur zal het vraagstuk van de aetiologie der *Ophiobolus*-voetziekte voldoende belichten.

Het eerste verband tusschen de in de vorige hoofdstukken besproken tarwevoetziekte en *Ophiobolus Graminis* SACC. is, voor zoover mij bekend, vermoed door de Fransche phytopathologen PRILLIEUX en DELACROIX in het jaar 1890. Zij vonden in de onderste internodiën van aangetaste planten een kleurloos mycelium, bestaande uit hyphen, welke de wanden der bruin geworden cellen doorboren en zich in deze cellen vertakten. Het mycelium ontwikkelt zich ook op het oppervlak van de epidermis en is dan zeer donkerbruin van kleur. Op de onderzochte planten kwamen geen fructificatieorganen voor, zoodat het niet mogelijk bleek de zwam, waartoe boven beschreven hyphen zouden kunnen behooren, te determineeren. De stoppels dezer planten werden in zand geplaatst en gedurende de winter vochtig gehouden. In Januari waren op deze stoppels peritheciën tot ontwikkeling gekomen, waarvan gezegd wordt: „Je pense, que l'on doit considérer ces périthèces comme les fructifications du parasite qui cause la maladie du pied”. In deze peritheciën bevonden zich asci, die aan de top afgerond en 90-125 μ lang en 12-13 μ breed waren. De ascosporen waren staafvormig, een weinig gekromd, aan de beide einden versmald, doch niet puntig; de lengte was 70-75 μ , de breedte 3-4 μ . In de asci hadden de sporen meestal geen septa, terwijl zij gevuld waren met talrijke hyaliene, sterk lichtbrekende druppels. Bij volkomen rijpheid waren de sporen door 3 septa in 4 cellen verdeeld. Op grond van deze, en enkele andere eigenschappen werden de peritheciën gedetermineerd als behorende tot *Ophiobolus Graminis* SACC., welke de oorzaak van de „maladie du pied du blé” zou zijn. Infectieproeven werden niet

verricht en deze vèr reikende conclusie is dus alleen gebaseerd op het voorkomen der peritheciën op stoppels van zieke planten. Deze peritheciën werden echter niet in de loop van de vegetatieperiode van tarwe gevonden, doch uitsluitend op plantendeelen, die gedurende de winter in vochtig zand bewaard waren. Het werk van PRILLIEUX en DELACROIX (1890) mist dus de noodzakelijke experimenteele basis.

Om de juistheid van de determinatie te kunnen beoordeelen, is het noodzakelijk hier de diagnose van *Ophiobolus Graminis* SACC. mede te deelen (SACCARDO 1883): „*Ophiobolus Graminis* Sacc. Reliq. Lib. II, n. 143, *Rhaphidophora Graminis* Sacc. Fungi Ven. Ser. II, 307.

Peritheciis gregariis, sparsisve culmo penitus v. fere immersis, glabris, globulosis, majusculis, $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ mill. d., atris, membranaceo-carbonaceis, ostiolo conoideo truncato, epidermidem parum excedente, demum pertuso, crassiusculo; ascis elongato-clavatis, 80-90 \times 12-13, sessilibus, apice rotundatis, 8-sporis, paraphysibus nullis visis; sporidiis fasciculatis, baculiformibus, interdum curvulis, 70-7 \times 53, utrinque leniter obtuseque attenuatis, crassiuscule multi-(10-30)-guttulatis, hyalinis.

Hab. in basi culmi putrescente *Cynodontis* v. *Agropyri* in Italia boreali, inque foliis graminum, Malmedy.

Peritheciis grandiusculis, ascis sporidiisque in genere crassis a caeteris speciebus satis distinguitur.”

Het blijkt, dat de door SACCARDO beschreven *Ophiobolus Graminis* langere en in verhouding smallere asci heeft dan de *Ophiobolus Graminis* van PRILLIEUX en DELACROIX. Laatstgenoemde auteurs wijzen er zelf op, dat de sporen van de *Ophiobolus Graminis* van SACCARDO geen septa hebben; volgens hen zijn deze sporen niet rijp.

In het supplement op zijn werk neemt SACCARDO (1891b) dit over: „*Sporidia* maturitate 3-septata. Nascitur quoque in Gallia ad *Triticum*, cui maladie du pied affert.”

Een vrij uitgebreid onderzoek van voetzieke tarweplanten werd verricht door MANGIN (1898, 1899). Hij deelt mede verschillende schimmels gevonden te hebben, waaronder *Pyrenophora trichostoma* (FR.) SACC. Of deze zwam werkelijk op de zieke planten voorkomt, is uit de publicatie van MANGIN (1899) evenwel niet op te maken. Immers op blz. 214 vind ik „... le *Pyrenophora trichostoma* n'a été rencontré que sur 3 ou 4 échantillons qui, d'ailleurs, ne présentaient pas les caractères extérieurs du blé à piétin”, terwijl op blz. 220 verklaard wordt „*Pyrenophora trichostoma*. — La troisième espèce d'Ascomycètes rencontrée sur les pieds de blé envahis par le piétin ne s'est montrée qu'à la fin d'octobre sur les chaumes,... le mycélium est incolore, les perithèces sont rares et n'ont d'ailleurs été rencontrés que sur un petit nombre d'échantillons ne présentant pas les caractères extérieurs du piétin”.

MANGIN wijst erop, dat de sporen van *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC.¹⁾ een lengte hebben van 135-150 μ en een breedte van 2-2,5 μ , terwijl de afmetingen van de sporen van *Ophiobolus Graminis* 70-75 \times 3 μ zijn. De sporen van de door hem aangetroffen *Ophiobolus* soort waren 95-105 μ lang en 3-3,5 μ breed, zoodat MANGIN zelf de opmerking maakt „elles sont donc intermédiaires entre les deux espèces précédentes”. Toch worden deze sporen door hem gerekend als te behooren tot *Ophiobolus Graminis* SACC., want deze naam wordt vermeld in het onderschrift van alle figuren, welke op zijn schimmel betrekking hebben. De sporen vertoonen bij rijpheid geen septa; eerst bij de kieming bemerkt men in de sporen een aantal lichtbrekende druppels en treden 4 tot 7 septa op. De sporen vormen bij de kieming een korte buis, een promycelium, waaraan zeer

¹⁾ In de tekst wordt gesproken van *O. herpotrichoides*, bedoeld zal zijn *O. herpotrichus*, daar er nooit een *O. herpotrichoides* beschreven is, en de door Mangin medegedeelde sporenlengte gelijk is aan aan de sporenlengte van *O. herpotrichus* in Saccardo (1883).

kleine sporidiën ontstaan. Het promycelium kan zeer gereduceerd zijn, zoodat de sporidiën aan de ascospoor zelf ontstaan. MANGIN kon de sporen niet tot verdere ontwikkeling brengen en de sporidiën kiemden niet. Wel zag hij kieming optreden op de wortelharen van tarweplantjes, waarop ascosporen waren uitgezaaid. De sporidiën vormden op de wortelharen een lange kiembuis, welke in de epidermis binnendrong. De verdere lotgevallen van deze tarweplantjes worden niet medegedeeld.

Behalve deze *Ophiobolus* soort, welke door MANGIN tot *Ophiobolus Graminis* SACC. wordt gerekend, werd op voetzieke tarweplanten *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT. aangetroffen. De ascosporen van deze zwam kiemen zeer gemakkelijk, zelfs in de asci. Verder vond MANGIN aan de halmbasis van voetzieke planten conidiën van de geslachten *Dictyosporium*, *Coniosporium* en *Aspergillus circinatus* MANGIN, welke tegenwoordig *Periconia circinata* (MANG.) SACC. heet. Zonder voldoende bewijzen wordt aangenomen, dat *Dictyosporium* (?*opacum*) het conidiënstadium zou zijn van *Leptosphaeria herpotrichoides*, terwijl *Coniosporium* (?*rhizophylum*) dezelfde rol zou spelen in de levenscyclus van *Ophiobolus Graminis*.

Uit stoppels van zieke planten werden de peritheciën van *Ophiobolus Graminis*, resp. *Leptosphaeria herpotrichoides*, gepraepareerd en in water gebracht, waarna de sporen door middel van een geringe druk in vrijheid werden gesteld. Van zes potten, die bezaaid werden met Blé de Bordeaux, werden er twee in October begoten met de op boven beschreven wijze verkregen, sporensuspensie van *Ophiobolus Graminis* en twee met een sporensuspensie van *Leptosphaeria herpotrichoides*. In Februari waren de planten in de twee potten, begoten met *Leptosphaeria herpotrichoides*, dood en vertoonden een aantal peritheciën van deze zwam. Op de planten, begoten met een sporensuspensie van *Ophiobolus Graminis*, waren geen vruchtlichamen van de zwam te vinden en de tarweplanten schenen

niet geïnfecteerd te zijn. Op het einde van Februari werd opnieuw in alle potten, waarin de stoppels van de in October gezaaide tarwe waren achtergebleven, Blé de Bordeaux gezaaid. In Juli waren bijna alle planten in de „Leptosphaeria-potten” gelegerd, aren waren niet gevormd, terwijl op het onderste internodium peritheciën van *Leptosphaeria herpotrichoides* tot ontwikkeling waren gekomen. In de „Ophiobolus-potten” vertoonden de planten aan de halmbasis bruine of zwarte vlekken, de wortels waren over een groote uitgestrektheid zwart geworden, terwijl peritheciën van *Ophiobolus Graminis* werden gevonden. Of deze peritheciën in de bladscheede zaten, is niet duidelijk, immers in 1898 schrijft MANGIN „... les gaines foliaires, en partie décomposées, renfermaient les périthèces... de l'Ophiobolus graminis; sur certains pieds, les racines et les chaumes presentaient les mêmes périthèces à moitié immergés dans les tissus brunis et en partie mortifiés”. In 1899 echter schrijft hij: „De nombreuses fructifications caractéristiques de l'Ophiobolus existaient tant sur les racines que sur les chaumes, il n'y en avait pas sur les gaines qui étaient d'ailleurs presque entièrement désorganisées...”

Uit de boven medegedeelde infectieproeven met zes potten meent MANGIN te mogen concludeeren, dat *Ophiobolus Graminis* SACC. en *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT. beide parasieten van tarwe zijn, echter is het aandeel, dat beide hebben in de ontwikkeling van de „piétin” zeer ongelijk. In zijn potcultures veroorzaakt *Ophiobolus Graminis* niet de doorbuiging van de halm en verhindert niet het in de aar komen der planten. Zeer belangrijk is echter hoe de korrels in de aren van de met *Ophiobolus Graminis* geïnfecteerde planten, ontwikkeld waren. Dit punt laat MANGIN (1899) buiten beschouwing: „... les conditions défectueuses dans lesquelles s'est accomplie la maturité n'aient pas permis de vérifier si les grains étaient aussi fournis que dans les plants témoins”. *Leptosphaeria her-*

potrichoides deed alle halmen ombuigen en verhinderde het in de aar schieten der planten.

De eindconclusie van MANGIN (1899) is: „La maladie du piétin est... due au *Leptosphaeria*; l'*Ophiobolus* fréquemment associé à lui ne joue dans cette maladie qu'un rôle secondaire ou nul". MANGIN legt uitsluitend de nadruk op het ombuigen van de halm, zijn beschouwingen hebben betrekking op de „piétin-verse", de *Ophiobolus*-voetziekte echter is aetiologisch niet opgehelderd.

Reeds spoedig verscheen er een publicatie van DELACROIX (1901), welke als een waardevolle aanvulling van de onderzoekingen van MANGIN kan worden beschouwd. DELACROIX verzamelde elf monsters tarwestoppels, die in potten met grond werden geplaatst en waarop in de aanvang van November peritheciën werden aangetroffen, en wel op twee monsters de peritheciën van *Leptosphaeria herpotrichoides* en op zeven monsters die van *Ophiobolus Graminis*. Aan het einde van December werden vijf series potproeven aangezet, namelijk potten A gevuld met grond, waarin zich de stoppels met *Leptosphaeria herpotrichoides* hadden bevonden, B met grond, waarin zich de stoppels met *Ophiobolus Graminis* hadden bevonden, C met steriele grond begoten met een sporensuspensie van *Leptosphaeria herpotrichoides*, D met steriele grond begoten met een sporensuspensie van *Ophiobolus Graminis*, E met steriele grond. Elke serie bestond uit vier potten, in twee werd tarwe dun gezaaid, in de overige twee dicht. Toen op 20 Juli de in de potten gezaaide Blé de Bordeaux werd onderzocht, bleek dat in serie A, in het dunne zaaisel, één plant bruin was aan de halmbasis, terwijl in het dichte zaaisel zich vier aangetaste planten bevonden, waarvan er twee doorgebogen waren. In serie B waren twee planten, waarvan er één gelegerd was, aangetast in de dun bezaaide potten; in de dicht gezaaide waren vier planten ziek, waarvan er twee gelegerd waren. Van serie C waren in het dunne

zaaisel alle planten, zonder te legeren, ziek geworden. In de dicht bezaaide potten stierven tegen het einde van April twee planten af en vielen neer zonder dat er aren waren gevormd; op 20 Juli hadden vier halmen aren gevormd, waarvan er drie gingen legeren. Van serie D waren op 10 Mei in het dunne zaaisel alle planten aangetast zonder te legeren; in de dicht bezaaide potten waren op 20 Juli vijf aren gevormd, welke gingen legeren. In serie E werd geen voetziekte geconstateerd, wel trad in het dichte zaaisel legering op, zoodra de aren gingen rijpen. DELACROIX meent, dat de „piétin” zoowel *Ophiobolus Graminis* als *Leptosphaeria herpotrichoides* tot oorzaak kan hebben. De intensiteit der ziekte wordt beïnvloed door de dichtheid van zaaien, in dien zin, dat bij dichte zaai de ziekte een ernstiger vorm aanneemt. Naar mijn meening is de bewering van Delacroix dat het legeren der aren-dragende halmen gewoonlijk, evenals het niet-parasitaire legeren, een gevolg van etiolement is, niet geheel juist. Voor een juiste beoordeeling van boven vermelde proeven, zouden er meer symptomen bekend moeten zijn, dan door DELACROIX worden beschreven. Wij vinden immers slechts vermeld, dat de planten aan de basis bruin werden. Daarenboven zijn deze proeven waarschijnlijk met een zeer gering aantal planten gedaan.

Belangrijk is, dat DELACROIX (1901) nooit bij de kieming der ascosporen van *Ophiobolus Graminis* het promycelium en de sporidiën van MANGIN (1899) heeft gezien. De ascosporen vormden bij de kieming steeds kiembuizen aan de beide uiteinden, terwijl er tevens zijdelingsche kiembuizen ontstonden. In zeer jonge peritheciën werden paraphysen opgemerkt, welke later opgelost worden.

Het werk van FRON (1912) heeft geheel betrekking op de *Leptosphaeria*-voetziekte en zal hier niet besproken worden.

Naast *Ophiobolus Graminis* komt in Frankrijk op tarwe *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. voor (DELACROIX 1901);

vooral in de omstreken van Toulouse, dus Zuid-West-Frankrijk schijnt deze laatste *Ophiobolus*-soort veelvuldig geconstateerd te zijn (PRUNET 1913). PRUNET neemt aan, dat *Ophiobolus herpotrichus* daar groote schade aan de tarwecultuur toebrengt; deze meening heeft hij echter niet in het minst bewezen. In de omstreken van Toulouse vormt *Ophiobolus herpotrichus* peritheciën in de winter. De lengte der ascosporen is 145-175 μ , de breedte 2-3 μ . Deze afmetingen komen niet geheel overeen met die, welke SACCARDO (1883) vermeldt. Het zal nog herhaaldelijk noodig zijn op de beschrijving van SACCARDO terug te komen, reden waarom zij hier wordt medegedeeld:

„*Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. Reliq. Lib. II, n. 144, t. XX, f. 16, *Sphaeria herpotricha* Fr. S. M. II, 504. *Rhaph. herpotricha* (Fr.) Fuck. Symb. myc. p. 125., *Rhaph. Lacroixii* Mont. Syll. Crypt. n. 895. Peritheciis sparsis erumpentibus denique liberis, subconoideis, ostiolo subpapilliformi, atris, $\frac{1}{3}$ - $\frac{3}{4}$ mill. d., solidiusculis, pilis decumbentibus, late repentibus, olivaceo-fuscis, longiusculis tectis; ascis cylindraceis vel cylindraceo-subclavatis, 150-185 \times 9-10, 8-sporis; sporidiis filiformibus, extremitate inferiore nonnihil tenuatis, guttulatis vel demum pluriseptatis, flavescentibus, 135-150 \times 2-2,5; paraphysibus filiformibus. Pycnidium sistit *Hendersoniam herpotricham* Sacc., peritheciis quam ascophoris minoribus, calvis, prope ostiolum penicillatis, stylosporibus cylindraceis, 36 \times 6, 8-septatis, flavo-fuligineis. Hab. in culmis vaginisque emortuis Graminum et Caricum in Suecia, Fennia, Britannia, Gallia, Italia, Germania. Perithecia sparsa vel laxe gregaria, in matrice saepius stromatice obscurata, insidentia, majuscula, $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ mill. diam., olivaceo-brunescentia, ostiolo prominulo acutiusculo ornata, atque hyphis fuligineis, anastomosantibus undique tomentoso-vestita, contextu parenchymatico fuligineo densissimo.”

Uit de onderzoekingen van DUCOMET (1913), welke reeds

besproken zijn in Hoofdstuk II, blijkt dat hij *Ophiobolus Graminis* in de regel voor de oorzaak van de „piétin-échaudage” houdt.

In 1914 beschrijft FOEX de door hem gevonden *Ophiobolus Graminis*; deze heeft asci van $80-100 \times 9-12 \mu$, de sporen zijn $75-80 \mu$, paraphysen ontbreken. De sporen komen in afmetingen meer overeen met die van PRILLIEUX en DELACROIX (1890) dan met die van MANGIN (1899). Evenwel kiemen de ascosporen met sporidiën evenals die van MANGIN. FOEX meent, dat de *Ophiobolus Graminis* van PRILLIEUX en DELACROIX daarom in wezen verschillend is („spécifiquement différent”) van de zwam van MANGIN en van hemzelf. In Maart verkreeg hij talrijke peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* op stoppels, welke voor die tijd òf *Ophiobolus Graminis* òf *Leptosphaeria herpotrichoides* hadden opgeleverd. De asci waren $150-170 \mu$ lang en $9-10 \mu$ breed, de ascosporen $130-150 \times 3,2 \mu$ en olijfgeel; paraphysen waren aanwezig. Bij de kieming der ascosporen ontstonden kiembuizen doch geen sporidiën. *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. werd nooit op tarwe tijdens de vegetatieperiode gevonden (FOEX 1919).

Dat de kieming der ascosporen van *Ophiobolus Graminis* SACC. met sporidiën plaats heeft, werd bevestigd door BERTHAULT (1914) en FOEX (1919).

In een der laatste Fransche publicaties, namelijk van FOEX en ROSELLA in November 1929, worden infectieproeven met reïncultures van *Ophiobolus Graminis* zeer kort besproken. Dit zijn, voor zoover mij bekend, de eenige infectieproeven met reïncultures van deze zwam, welke in Frankrijk zijn uitgevoerd. FOEX en ROSELLA schrijven alleen „Des inoculations effectuées sur des blés cultivés en milieux aseptiques ont abouti à de violentes infections suivies de la production de plaques mycéliennes”. *Ophiobolus herpotrichus* en *Leptosphaeria herpotrichoides* daarentegen gaven slechts zwakke infecties.

Zij isoleerden een „champignon X”, aldus genoemd, omdat de zwam bij gebrek aan fructificatieorganen niet was te determineeren. Deze zwam vormt ovale vlekken op de stengel, welke vlekken zich bij de „piétin-échaudage” aan de basis van de stengel bevinden. Zoowel *Ophiobolus Graminis* als de „champignon X” kunnen de „piétin-échaudage” veroorzaken, terwijl de „piétin-verse” veroorzaakt zou worden door de „champignon X”.

Terwijl in Frankrijk het onderzoek van de *Ophiobolus*-voetziekte in experimenteele richting is gegaan, is dit in Duitschland veel minder het geval geweest.

FRANK (1895, 1897) vond *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. op afgestorven tarweplanten. Hij noemt dit organisme „Weizenhalmtöter” en neemt aan, dat het de oorzaak der *Ophiobolus*-voetziekte zou zijn. De asci zijn 180-200 μ lang en bevatten 8 zeer dunne, bleekgele sporen met talrijke dwarswanden (FRANK 1897). Misschien zou *Phoma Tritici* FRANK de pycnidenvorm van *Ophiobolus herpotrichus* zijn (FRANK 1895a).

Eerst in het jaar 1908 trachtte KRÜGER de meening van FRANK te bewijzen, maar kwam op grond van vrij uitvoerige onderzoekingen tot een ander resultaat. Hij beschrijft de verschillende zwammen, die op voetzieke graanplanten zijn te vinden. KRÜGER vond *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT., welke gemakkelijk in reïncultuur is te brengen. De door MANGIN (1899) als conidiënvorm van *Leptosphaeria herpotrichoides* beschouwde *Dictyosporium opacum* COOKE et HARK. werd door KRÜGER (1908) nooit gezien. De door KRÜGER aangetroffen *Ophiobolus* soort had asci met een lengte van 100-150 μ , terwijl de sporen 95-140 μ lang en geel gekleurd waren. Paraphysen waren aanwezig. KRÜGER noemt deze zwam *Ophiobolus herpotrichus*; bij bestudeering van de beschrijvingen van SACCARDO (1883), welke op blz. 29 en 35 zijn vermeld, blijkt echter dat de zwam van KRÜGER intermediair is, wat de lengte van asci en sporen

betreft, tusschen *Ophiobolus Graminis* (asci 80-90 μ , sporen 70-75 μ) en *Ophiobolus herpotrichus* (asci 150-185 μ , sporen 135-150 μ); in de kleur der sporen en in de aanwezigheid van paraphysen komt ze echter overeen met *Ophiobolus herpotrichus*. Het zal in de volgende bladzijden blijken, dat er aan de aan- of afwezigheid van paraphysen geen groote waarde kan worden gehecht.

KRÜGER vermeldt, dat de sporen van zijn *Ophiobolus herpotrichus* met kracht uit het perithecium werden geslingerd. De sporen kiemden in water en vormden lange, vertakte hyphen; na twee dagen was de ontwikkeling echter afgelopen en ging het kiemplantje tegronde. Soms ontstonden er aan het einde van de kiembuis kleine, sikkelvormige aanhangsels, die KRÜGER als appressoriën beschouwt, maar welke misschien identiek zijn met de sporidiën door MANGIN (1899) en andere Fransche onderzoekers bij de kieming der sporen van *Ophiobolus Graminis* verkregen. Het gelukte KRÜGER dus niet een reïncultuur van *Ophiobolus herpotrichus* te maken.

Op voetzieke tarweplanten vond KRÜGER een *Hendersonia* soort, door hem beschouwd als *Hendersonia herpotricha* SACC. De beschrijving van deze zwam is te vinden in SACCARDO's beschrijving van *Ophiobolus herpotrichus* op blz. 35, daar SACCARDO (1883) deze voor het peritheciumstadium van *Hendersonia herpotricha* houdt („Pycnidium sistit Hendersoniam herpotricham...”). KRÜGER wijst er zelf op, dat zijn *Hendersonia* ook beantwoordt aan de beschrijving van *Hendersonia graminis* MCALP., welke tegenwoordig *Wojnowicia graminis* (MCALP.) SACC. et D. SACC. heet. *Hendersonia herpotricha* SACC. is gemakkelijk te cultiveeren.

In het weefsel aan de basis van voetzieke graanplanten werden dikwijls bacteriën aangetroffen; over de morphologische en physiologische eigenschappen dezer organismen deelt KRÜGER evenwel niets mede.

KRÜGER deed vele infectieproeven, die ik hier kort wil vermelden. In twee potten met zandgrond werd Blé Noé op 9 Mei gezaaid, in twee andere potten Squarehead zomertarwe. De infectie met *Ophiobolus herpotrichus* geschiedde door op 4 Juni met een pipet een waterige sporensuspensie tusschen de onderste bladscheede en de halmgrond en in de halm zelf („ins Herz hinein”) te brengen. De geïnfectedeerde planten ontwikkelden zich niet slechter als de controleplanten en in December waren er op de stoppels der geïnfectedeerde planten geen peritheciën te vinden. In een tweede proef, op dezelfde wijze genomen, was eveneens geen verschil te zien tusschen de geïnfectedeerde en de niet-geïnfectedeerde planten; in December werden er evenwel op drie der geïnfectedeerde planten peritheciën gevonden. Bij een volgende proef werden in met leemgrond gevulde potten in de herfst stoppels van *Ophiobolus*-voetzieke tarweplanten geplaatst, waarop in de winter vele peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* tot ontwikkeling kwamen. In Maart werden in deze potten zomertarwe, zomeroegge en gerst gezaaid. Deze planten werden niet ziek en waren niet te onderscheiden van de planten, die in leemgrond zonder stoppels stonden. KRÜGER liet de vruchten van zomertarwe, zomeroegge en gerst vóór de zaai opzwellen in water, dat vele sporen van *Ophiobolus herpotrichus* bevatte; echter werd geen enkele der uit deze vruchten afkomstige planten voetziek. Er werd een proef onder de volgende zeer abnormale omstandigheden gedaan. De in het begin van Mei in potten gezaaide zomertarwe, zomeroegge en gerst, werd aan het einde van die maand door middel van een pipet met een sporensuspensie van *Ophiobolus herpotrichus* geïnfectedeerd en de potten in een plantenkas geplaatst. In deze kas werden de planten drie maal daags met water besproeid, terwijl ook de vloer en de wanden van de kas uiterst nat werden gehouden. In deze vochtige atmosfeer groeiden de planten buitengewoon snel, werden aangetast door meeldauw en andere zwam-

men, en gingen legeren. Er werd opgemerkt, dat de uit de sporen van *Ophiobolus herpotrichus* te voorschijn gekomen hyphen in de planten binnendrongen. Aan het einde van de maand Juni werden de geïnfecteerde zoowel als de niet-geïnfecteerde planten in de buitenlucht geplaatst. De geïnfecteerde planten bleven kleiner dan de controleplanten, terwijl de korrelzetting slechter was. Aan de basis der halmen bevond zich een groen-geel mycelium „was seinem Aussehen nach sehr wohl von *Ophiobolus* herrühren konnte. Zu einem richtigen Belag, wie bei den typisch „*Ophiobolus*-kranken“ Pflanzen, war es indessen nicht gekommen“. Op de stoppels van deze planten kwamen geen peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* tot ontwikkeling.

Begrijpelijk is het, dat KRÜGER uit bovenstaande, en andere zonder resultaat verlopen infectieproeven concludeert, dat *Ophiobolus herpotrichus* geen echte parasiet is, doch alleen voor verzwakte of stervende planten gevaarlijk kan worden. Voor het verzwakken der planten komen verschillende, dikwijls tezamen optredende factoren in aanmerking. De vorst zou een der belangrijkste dezer factoren zijn. KRÜGER (1908) formuleert deze theorie als volgt: „... wahrscheinlich mehrere in wechselnder Kombination zusammenkommende Faktoren zunächst eine Schwächung der Pflanzen verursachen und dadurch vorbereitend für den Befall durch die genannten Pilze [*Ophiobolus herpotrichus* en *Leptosphaeria herpotrichoides*] wirken.“

Reeds eenige jaren vroeger had REMER (1903) dezelfde meening geuit. Alleen als het weerstandsvermogen der planten door vorst, vochtigheid, eenzijdige stikstofbemesting, verminderd is, zou *Ophiobolus herpotrichus* in de planten kunnen binnendringen.

Een nieuw experimenteel onderzoek der tarwevoetziekte werd gedaan door VOGES (1913c, 1914). Hij deelt talrijke mor-

phologische en physiologische bijzonderheden mede van de zwam, welke hij *Ophiobolus herpotrichus* noemt. De paraphysen zijn volgens hem sterk ontwikkeld („eine mächtige Entwicklung”), ze zijn langer dan de asci, boomvormig vertakt, van de basis naar de top versmald en loopen spits toe. Zij zijn moeilijk waarneembaar en worden spoedig opgelost. Volgens SACCARDO (1883) echter, zijn de paraphysen draadvormig („paraphysibus filiformibus”). In zijn publicatie van 1913 deelt VOGES (1913c) de lengte van de sporen niet mede; in 1914 wordt echter vermeld, dat de leege en opgezwollen ascospoor 66-74 μ lang is! Indien men in aanmerking neemt, dat de ascosporen van *Ophiobolus herpotrichus* 135-150 μ lang zijn, lijkt het mij zeer twijfelachtig of VOGES werkelijk met *Ophiobolus herpotrichus* heeft gewerkt. Volgens VOGES (1913c) ontstonden bij de kieming der ascosporen op agar conidiën van *Fusarium rubiginosum* APP. et WR. De waarschijnlijkheid is echter zeer groot, dat VOGES behalve sporen van *Ophiobolus herpotrichus* ¹⁾ deelen van *Fusarium*hyphen heeft uitgezaaid. Uit de voet van voetzieke tarweplanten kon ik somtijds een *Fusarium* soort kweken, welke in verschillende opzichten overeenkomt met *Fusarium culmorum* (W. G. SM.) SACC. (= *F. rubiginosum* APP. et WR.). In 1914 verklaart VOGES zelf, dat hij zich vergist heeft, daar het in de regel niet te vermijden is, dat kleine stukjes mycelium met de ascosporen worden uitgezaaid.

Hij geeft nu aan, dat *Acremonium alternatum* LINK, een tot de *Botrydideae* behorende schimmel, de conidiënvorm van *Ophiobolus herpotrichus* ¹⁾ is. Zoover mij bekend, is dit nooit bevestigd.

VOGES (1913c) deed eenige infectieproeven met de mycelium-massa, die zich aan de basis van voetzieke tarwehalmen bevindt en welke volgens hem grootendeels uit *Ophiobolus*-mycelium

¹⁾ In de zin van Voges.

bestaat! Een op 25 Juli met stukjes van dit mycelium aan de halmbasis bedekt tarweplantje, vertoonde op 3 September bruine vlekken, terwijl hyphen in de plant waren binnen gedrongen. Bij de meeste tarweplantjes had de enting echter geen resultaat. Het bewijs, dat VOGES met *Ophiobolus*-mycelium heeft gewerkt, ontbreekt geheel. VOGES (1913c) staat op het standpunt, dat alleen verzwakte planten aangetast kunnen worden; deze verzwakking komt tot stand door klimaats- en bemestingsinvloeden en door stengelaaltjes.

Na het werk van KRÜGER en VOGES heeft men in Duitschland steeds aangenomen, dat *Ophiobolus herpotrichus* een „Schwächeparasit“ zou zijn. Dit is geschied door MÜLLER en HÜLSENBERG (1927) en door CRÜGER (1929), welke laatste onderzoeker zijn meening als volgt formuleert: „Die Fusskrankheit des Getreides ist eine Folge mangelhafter Wurzelentwicklung, meist verursacht durch zu grosse Nässe des Ackerbodens zur Zeit des Schossens, manchmal auch durch Zerreißen der Wurzeln beim Auffrieren der Saaten im Frühjahr, vielleicht auch noch durch andere Ursachen, wie Pilzbefall“.

De beslissing over het al of niet parasitaire karakter van een zwam kan alleen verkregen worden door infectieproeven met reïncultures. Daar in de bovengenoemde Duitse publicaties dit criterium geheel ontbreekt en zij alleen op veldwaarnemingen steunen, hebben zij mogelijk waarde voor de oecologie, echter niet voor de aetiologie.

In alle Duitse publicaties, die tot het jaar 1930 zijn verschenen, wordt alleen *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. en niet *Ophiobolus Graminis* SACC. in verband met de *Ophiobolus*-voetziekte der granen gebracht. Zoo zijn te noemen de stukken van FRANK (1894b, 1895a, b, 1897, 1900a, b), FRANK en SORAUER (1895, 1897), HOLLRUNG (1899), KÜHN (1900), SORAUER en HOLLRUNG (1901), WEISS (1901), REMER (1903a, b), KRÜGER (1908), VOGES (1913c, 1914), PAPE (1926, 1927a, b), HERGEN-

RÖDER (1927), MÜLLER en HÜLSENBERG (1927), Anonymus (1928), CRÜGER (1929). In de door MIGULA (1913) uitgegeven „Kryptogamen-Flora von Deutschland...” vindt men echter wel *Ophiobolus Graminis*, doch niet *Ophiobolus herpotrichus* opgenoemd.

Ophiobolus Graminis zal zeker wel in Duitschland voorkomen, want zijn optreden is bekend uit bijna alle eraan grenzende staten. Daarenboven is de mogelijkheid niet van de hand te wijzen, dat VOGES (1913c, 1914) niet met *Ophiobolus herpotrichus* heeft gewerkt.

Eerst in 1930 verschijnt er in Duitschland opnieuw een publicatie, van SCHAFFNIT, waarin experimenteele gegevens betreffende de *Ophiobolus*-voetziekte worden medegedeeld.

Volgens hem is *Ophiobolus Graminis* in Duitschland geheel over het hoofd gezien, of met een andere schimmel verward. *Ophiobolus Graminis* is geen „Schwächeparasit” doch integendeel een zeer gevaarlijke parasiet. De onderzoekingen van SCHAFFNIT (1930) zijn in overeenstemming met de mijne, waarvan ik reeds in 1929 zeer kort mededeelde, dat infectieproeven met *Ophiobolus Graminis* geslaagd waren.

In het kort wil ik hier het voorkomen van *Ophiobolus Graminis* en *Ophiobolus herpotrichus* in verschillende Europeesche staten mededeelen. In deze staten schijnen geen infectieproeven te zijn gedaan en zeer dikwijls worden er geen bijzonderheden medegedeeld van beide *Ophiobolus* soorten.

In Italië is *Ophiobolus Graminis* herhaaldelijk gevonden, namelijk door PEGLION (1898, 1922), BRIOSI (1899), PEYRONEL (1926a, 1927), terwijl *Ophiobolus herpotrichus* aangetroffen is door CUGINI (1880, 1889) en PEYRONEL (1927). MORINI (1886) beschreef een *Ophiobolus herpotrichus* var. *breviasca*¹⁾. PEGLION (1898) deelde mede, dat *Ophiobolus Graminis* asci

¹⁾ De publicatie van Morini was onbereikbaar, zoodat de beschrijving van deze variëteit mij niet bekend is.

heeft van $90-125 \times 12-13 \mu$ en sporen van $70-75 \times 3-4 \mu$. Beide *Ophiobolus* soorten komen dus in Italië voor, maar „in Italia, la specie più comune è l'O. graminis” (PEGLION 1928).

In Portugal komt *Ophiobolus Graminis* voor (BENSAÚDE 1929).

In Bulgarije vond MALKOFF (1905) *Ophiobolus herpotrichus* op Hannagerst.

In Hongarije schijnen beide *Ophiobolus* soorten aangetroffen te zijn, namelijk *Ophiobolus Graminis* door KERN (1929) en *Ophiobolus herpotrichus* door PÖSCH (1904) en KERN (1929).

In Rusland is *Ophiobolus Graminis* gevonden (DOMBROVSKI 1909).

In Polen deelt GARBOWSKI (1929?) mede, dat *Ophiobolus Graminis* asci heeft van $97-105 \times 10,5-11,3 \mu$ (in één geval $114 \times 13 \mu$) en sporen van $83-90 \times 3-3,5 \mu$. De peritheciën bevatten draadvormige, van dwarswanden voorziene paraphysen. Deze zwam wijkt dus op verschillende punten af van die van SACCARDO (1883).

In Tchecho-Slowakijë is *Ophiobolus herpotrichus* aangetroffen (Anonymus 1924, DREGER 1928).

In Zwitserland vond GÄUMANN (1927) *Ophiobolus herpotrichus*.

In België komt *Ophiobolus Graminis* voor op *Ammophila arenaria* LINK (BOMMER en ROUSSEAU 1887) en op tarwe (MARCHAL 1903a, b; 1925b).

In Denemarken wordt *Ophiobolus Graminis* vermeld door MORTENSEN, ROSTRUP en RAVN (1910) en GRAM (1929), terwijl *Ophiobolus herpotrichus* gevonden is door MORTENSEN, ROSTRUP en RAVN (1910) en door LIND, ROSTRUP en RAVN (1914).

In Zweden deelt NILSSON-EHLE (1902b) mede, dat de door hem onderzochte *Ophiobolus Graminis* sporen heeft van $90-110 \times 3 \mu$.

In Engeland schijnt *Ophiobolus herpotrichus* niet opgemerkt te zijn. Het voorkomen van *Ophiobolus Graminis* daarentegen,

wordt medegedeeld door Anonymus (1913), COTTON (1922), JONES (1926), PETHYBRIDGE (1926), SALMON en WARE (1928). Een zeer merkwaardig feit is dat, terwijl in andere landen haver slechts uiterst zelden door deze zwam wordt aangetast, uit Engeland herhaaldelijk berichten komen over een Ophiobolose van haver. Reeds in 1912 werden in Wales haverplanten, die aan deze ziekte leden, gevonden. De haverplanten hadden zilverachtige, leege kafjes, terwijl aan de voet der halmen een zwart mycelium met de peritheciën van *Ophiobolus Graminis* voorkwam. Het perceel was ernstig aangetast en de zieke planten kwamen pleksgewijze voor (Anonymus 1913). PETHYBRIDGE (1926) vermeldt verschillende nieuwe vindplaatsen van de „white-heads disease” van haver. JONES (1926) geeft het volgende ziektebeeld, dat in vele opzichten met de Ophiobolus-voetziekte van tarwe overeenkomt: „When the oats are in flower, the affected plants can readily be detected in the field because they stand out as white or bleached areas amongst the unaffected green plants. An appearance is presented as if parts of the crop had prematurely ripened, but there is no dwarfing of the haulms... When such plants are examined it is found that the glumes are empty of grain, and though the haulms are rigid and erect the plants are really dead down to the roots. As soon as the bleached condition becomes apparent, the fungoid growth can be recognized on the roots and on the basal nodes of the culms, and if the protective leaf-sheath in this region be drawn away, a coarse mat or web composed of a dark-brown chitinous mycelium is seen to clothe the haulm and inner surface of the sheath. The perithecia occur in large numbers in August, and they may appear singly or in small groups.”

Het intracellulaire mycelium vormt geen haustoriën. Er ontstaan spermogoniën met zeer kleine spermatiën, welke echter geen functie schijnen te vervullen.

De ontwikkeling van het perithecium wordt beschreven. De

ascosporen zijn hyalien en bestaan uit zes cellen, die ieder een kern bezitten. In het perithecium worden nooit leege asci gevonden. De ascosporen komen vrij door een totale oplossing van de ascuswand. Uit de morphologische en cytologische eigenschappen concludeert JONES, dat het geslacht *Ophiobolus* niet tot de *Pleosporaceae* maar tot de *Gnomoniaceae* moet worden gerekend.

In Australië werd eertijds aangenomen, dat de „take-all” fungus hoofdzakelijk de slecht van voedingsstoffen voorziene planten zou aantasten. (PEARSON 1887). TEPPER (1892) vermoedde, dat „take-all” een hongertoestand der planten is, die soms verergerd wordt door schimmels en insecten. COBB (1892) meende, dat bedoelde ziekte veroorzaakt wordt door *Cladosporium herbarum* LINK; McALPINE (1898) wijst er echter op, dat het, zoolang geen infectieproeven zijn gedaan, voorbarig is om van *Cladosporium herbarum* als de oorzaak van „take-all” te spreken.

In 1902 schrijft McALPINE, dat hij voor het eerst *Ophiobolus herpotrichus* in Zuid-Australië zou hebben gevonden. Ik meen echter, dat hierbij een vergissing in het spel is, daar in latere geschriften steeds *Ophiobolus Graminis* wordt genoemd, onder andere door ROBINSON (1907), RICHARDSON (1910), Anonymus (1912), DARNELL-SMITH en MACKINNON (1915), DARNELL-SMITH (1916), BRITTLEBANK (1919), CARNE en CAMPBELL (1924), SAMUEL (1924), FISH (1927), NOBLE (1928).

In 1904 kwam McALPINE tot de belangrijke meening, dat „take-all” en „whiteheads” door dezelfde zwam worden veroorzaakt. Hij vermengde grond met door „take-all” aangetaste stoppels en zaaide in dit mengsel tarwe; deze tarweplanten waren 52 dagen later stervende of reeds dood, terwijl er sporen waren gevormd. Een nadere beschrijving van deze proeven wordt niet gegeven, zoodat het mij niet bekend is hoe McALPINE tot de conclusie komt, dat „take-all” en „whiteheads” door dezelfde schimmel

worden veroorzaakt. Bovendien vermeldt hij de naam van de schimmel, waarmede hij experimenteerde, niet. Met vrij groote zekerheid is echter uit zijn werk af te leiden, dat het *Ophiobolus Graminis* was, temeer daar de Australiër BRITTLEBANK (1919) opmerkt, dat door McALPINE aangetoond werd, dat „take-all” veroorzaakt wordt door *Ophiobolus Graminis* SACC.

De eerste infectieproeven met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* werden gedaan door WATERS (1920b) in Nieuw-Zeeland. In de nabijheid van vier gekiemde tarwekorrels werd mycelium uit een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* gebracht. Het resultaat was, dat een der planten afgestorven was na 28 dagen, een na 34 dagen, twee na 36 dagen. Op de afgestorven planten werden geen peritheciën gevormd.

In Australië (en Nieuw-Zeeland) schijnt alleen *Ophiobolus Graminis* voor te komen; *Ophiobolus herpotrichus* wordt in de geheele Australische literatuur niet genoemd, afgezien van de waarschijnlijk onjuiste opgave van McALPINE (1902).

In de Vereenigde Staten van Noord-Amerika willen FITZPATRICK, THOMAS en KIRBY (1922) de „take-all” toeschrijven aan *Ophiobolus cariceti* (BERK. et BR.) SACC., welke misschien synoniem is met *Ophiobolus Graminis* SACC. Zij vergeleken de in de Vereenigde Staten op de aan Ophiobolose lijdende tarweplanten gevonden *Ophiobolus* soort met *Sphaeria Cariceti* BERK. et BR. uit het British Museum. De zwam was echter niet afkomstig uit het herbarium van BERKELEY, doch uit dat van COOKE, terwijl het eveneens onmogelijk bleek te zijn om *Ophiobolus Graminis* uit het herbarium van SACCARDO te onderzoeken. FITZPATRICK, THOMAS en KIRBY meenen, dat de Amerikaansche „take-all”-fungus identiek is met *Ophiobolus cariceti* (BERK. et BR.) SACC. uit het herbarium van COOKE; zij geven de volgende beschrijving: „... perithecial beak developed obliquely... penetrating the leaf sheath and protruding...; ascigerous portion of the perithecium globose or subglobose..., 330-500 (usually

about 425) μ in diameter, narrowing gradually into the truncoid to cylindrical beak which frequently attains a length as great as the diameter of the ascigerous cavity; asci numerous, fascicled, elongate-clavate, straight or curved, short stipitate to sessile, 90-115 \times 10-13 μ , rounded at the apex, 8-spored, thin-walled; paraphyses abundant, thread-like, flexuous, unbranched, hyaline; ascospores fascicled to sub-biseriate, hyaline as viewed together in the ascus faintly yellowish, linear, curved, broader at the middle and tapering gradually towards the ends, the upper end curved, 60-90 (chiefly 70-80) \times 3 μ , when young continuous and multiguttulate, at maturity 5-7-septate..."

Daar het type-materiaal van *Ophiobolus cariceti* verloren schijnt te zijn gegaan, zijn wij geheel aangewezen op de beschrijving en de tekening van BERKELEY en BROOME (1861), waarin wij vinden, dat de sporen 0,003-0,004 inch (76,2-101,6 μ) lang zijn, dus iets langer dan de sporen van *Ophiobolus Graminis* in de diagnose van SACCARDO (1883): 70-75 μ . Echter vertoont de sporenlengte van de door de verschillende onderzoekers met de naam *Ophiobolus Graminis* bestempelde zwam, een vrij groote variatie; zij is namelijk volgens:

PRILLIEUX en DELACROIX, 1890	70—75 μ
PEGLION, 1898.....	70—75 μ
MANGIN, 1899	95—105 μ
NILSSON-EHLE, 1902	90—110 μ
FOEX, 1914	75—80 μ
JONES, 1926	70—80 μ
GARBOWSKI, 1929?	83—90 μ
SACCARDO, 1883	70—75 μ
BERKELEY en BROOME, 1861 (S. cariceti) ..	76—102 μ

Beide *Ophiobolus* soorten vertoonen dus, wat de sporenlengte betreft, een transgredeerende variatie en zoolang het origineele materiaal van BERKELEY en BROOME en van SACCARDO

onbereikbaar blijft, acht ik het niet mogelijk om te beslissen of zij werkelijk verschillend zijn. Daar echter *Ophiobolus Graminis* door de meeste onderzoekers in verband is gebracht met de *Ophiobolus*-voetziekte der *Gramineae*, meen ik de beschrijving van SACCARDO in dien zin te moeten wijzigen, dat de lengte der asci (80-90 μ) veranderd wordt in 70-130 μ , terwijl de lengte der sporen dan 60-120 μ wordt.

Ook MCKINNEY (1925) is van meening, dat er niet genoeg gegevens zijn om de nomenclatuur der *Ophiobolus* soorten te veranderen. Hij wil daarom de naam *Ophiobolus Graminis* aanhouden voor de schimmel, die de „take-all” veroorzaakt.

Uitgebreide infectieproeven met reincultures van *Ophiobolus Graminis* werden in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika verricht door KIRBY (1922, 1925). Hij kweekte de zwam op gesteriliseerde tarwekorrels en vermengde grond met het op deze wijze verkregen infectiemateriaal. De in deze grond gezaaide tarweplanten vertoonden het verschijnsel van „stunting”, terwijl na ruim 10 weken 34 % der planten waren afgestorven bij Kanred Ks 2401 en 70 % bij Turkey Red. Bij rijpheid waren de typische symptomen der „take-all disease” aanwezig, welke symptomen gelijk waren aan die verkregen door op het veld verzamelde zieke stoppels als entmateriaal te gebruiken. De verkleuring aan de basis van de halm wisselde van gering tot een volledig ontwikkeld plaatmycelium, terwijl op verschillende tarwerassen peritheciën ontstonden. Ofschoon uit deze onderzoekingen blijkt, dat *Ophiobolus Graminis* een ernstige parasiet is, voeren ROSEN en ELLIOTT (1923) na gewezen te hebben op onvolledigheden in het werk van KIRBY, aan dat de planten uit de controlepotten op de photo's van KIRBY (1922) een zeer ongezond uiterlijk hebben door de vele afgestorven bladeren. Zij verdedigen de stelling, dat *Ophiobolus Graminis* alleen verzwakte planten zou aantasten. Als verzwakkende factoren komen vooral gebrek aan geschikte voedingsstoffen en

een te hoog vochtgehalte van de grond in aanmerking.

In 1925 verscheen er een zeer belangrijke publicatie van DAVIS. Wat betreft de vorming van peritheciën op kunstmatige voedingsbodems bleek er verschil te bestaan tusschen isolaties van *Ophiobolus Graminis* uit New York eenerzijds en uit Oregon en Arkansas anderzijds, in zooverre dat de stam uit New York peritheciën vormde, de andere echter nooit. DAVIS entte potten met grond met mycelium van *Ophiobolus Graminis*, dat op een mengsel van gerst- en haverkorrels was gegroeid; in deze potten werd tarwe gezaaid. Het resultaat is belangrijk: „The plants from seed which was inoculated at the time of planting began to turn yellow soon after emergence, and most of them died while in the seedling stage.” Tarwe blijft gedurende de geheele vegetatieperiode vatbaar, maar de ziekte heeft het meest ernstige karakter als kiemplanten worden aangetast, wat tot gevolg heeft, dat slechts enkele dezer planten in leven blijven. „Plants infected during the late stages of development, or plants recovering from earlier infections, produce symptoms known as „white heads”. De zwam kan door de onbeschadigde epidermis van de ondergrondsche deelen naar binnen dringen. De ingrijpende veranderingen, welke in de weefsels der waardplant tijdens en na dit binnendringen optreden, zijn beschreven door FELLOWS (1928b).

In de Vereenigde Staten en in Canada schijnt *Ophiobolus herpotrichus* nooit te zijn opgemerkt.

Ook in Canada zijn infectieproeven met reïncultures van *Ophiobolus Graminis* verricht (SIMMONDS 1928). In de regel waren de tarweplantjes 5 tot 7 cm hoog vóór zij symptomen der ziekte vertoonden; op dat tijdstip werden zij namelijk slap en stierven af. Er werden verschillende tarwerassen geïnfecteerd, met als resultaat, dat 20 tot 90 % der planten binnen vijf weken afgestorven waren.

Eindelijk wil ik opmerken, dat in Zuid-Afrika *Ophiobolus*

Graminis voorkomt (PUTTERILL 1924).

Het blijkt uit de, in de voorgaande bladzijden genoemde onderzoeken, dat men in Amerika meer succes heeft gehad met het onderzoek van de *Ophiobolus*-voetziekte dan in Europa, waar de infectieproeven gewoonlijk niet met reïncultures werden gedaan en dikwijls slechts een gering positief resultaat opleverden. Eerst in het laatste jaar is daarin verandering gekomen en is er ook in Europa met reïncultures gewerkt, namelijk door FOEX en ROSELLA (1929) en door SCHAFFNIT (1930), waaraan ik kan toevoegen, dat mijn infectieproeven in 1928 tot een duidelijk positief resultaat leidden, hetgeen ik in 1929 zeer kort mededeelde.

Het tweede opmerkelijke feit is, dat *Ophiobolus Graminis* SACC. een veel grooter verbreidingsgebied heeft dan *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. Immers over de geheele aarde wordt *Ophiobolus Graminis* in causaal verband gebracht met de *Ophiobolose* der *Gramineae*, ofschoon er geringe verschillen bestaan tusschen de zwammen die door de verschillende mycologen als *Ophiobolus Graminis* beschreven zijn. *Ophiobolus herpotrichus* daarentegen is alleen bekend in Europa, niet in Amerika, Afrika en Australië.

§ 2. Overzicht der Nederlandsche literatuur

RITZEMA BOS deelt in 1900 mede, dat hij stoppels van door de „tarwehalmdooder” aangetaste tarweplanten gedurende de winter bewaarde; in het voorjaar waren op deze stoppels peritheciën tot ontwikkeling gekomen, welke door OUDEMANS gedetermineerd werden als te behooren tot *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. Men kan zich de vraag stellen of deze stoppels niet vóór die tijd peritheciën van *Ophiobolus Graminis* SACC. hebben gedragen. Het op elkaar volgen dezer twee zwammen is door FOEX (1914) geconstateerd en door mij bevestigd.

OUDEMANS (1902) gaf van de door hem gedetermineerde *Ophiobolus herpotrichus* een beschrijving, welke overeenkomt met die van SACCARDO (1883).

Ook uit later jaren wordt uit Nederland alleen *Ophiobolus herpotrichus* vermeld en in de geheele Nederlandsche phytopathologische literatuur komt de naam *Ophiobolus Graminis* niet voor. Slechts in een mycologische lijst van DESTRÉE (1893) vind ik, dat zij *Ophiobolus Graminis* op *Ammophila arenaria* LINK. te Loosduinen heeft gevonden.

Pogingen om de op tarwe voorkomende *Ophiobolus herpotrichus* in reïncultuur te brengen, zijn in Nederland niet gedaan, evenmin als infectieproeven met stoppels afkomstig van zieke planten.

§ 3. De in Nederland op *Ophiobolus*-voetzieke tarweplanten aangetroffen schimmels

Bij een mycologisch onderzoek van voetzieke tarweplanten, welke afkomstig waren uit verschillende deelen van Nederland, werden door mij twee soorten van het geslacht *Ophiobolus* gevonden, en wel *Ophiobolus Graminis* SACC. en *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC.

a. *Ophiobolus Graminis* SACC.

De door *Ophiobolus Graminis* aangetaste tarweplanten vertoonen aan de basis tusschen stengel en bladscheede, een plaatachtig mycelium bestaande uit donker gekleurde, dikwijls evenwijdig loopende hyphen. Tusschen dit mycelium vindt men een aantal plekken, die samengesteld zijn uit bij elkaar liggende appressoriën, waarvan MANGIN (1899, Pl. XIII) een uitstekende teekening geeft onder de naam van „plaque de faux parenchyme”. De peritheciën zijn zwart en staan meestal in groepen bijeen. De hals van het perithecium steekt bij rijpheid door de bladscheede naar buiten en vertoont een karakteris-

tieke ombuiging, welke door BERLESE (1900, Tab. CXLVI) duidelijk werd geteekend. De asci zijn verlengd-knotsvormig, bijna recht of gebogen achtsporig en een weinig geel getint. De ascosporen liggen in een bundel, zooals op Plaat II, fig. 1, 3 en Plaat III, fig. 1 te zien is. De ascosporen zijn staafvormig, gekromd, hyalien en aan beide einden nauwelijks versmald. In onrijpe toestand bevatten zij zeer vele groote druppels waarvan door behandeling met osmiumzuur aangetoond werd, dat zij uit een vet bestaan. In rijpe toestand zijn de ascosporen door drie septa in vier cellen verdeeld.

De peritheciën ontwikkelen zich reeds in de tweede helft van Juli, terwijl bij bewaring der stoppels van zieke planten in de open lucht, in het voorjaar opnieuw peritheciën ontstaan, zoodat men deze vruchtlichamen tot het einde van April op dergelijke stoppels kan vinden.

De afmetingen der asci en der ascosporen zijn sterk variabel, zooals uit onderstaande opgaven kan blijken. Daar het oorspronkelijk mijn bedoeling was om een vergelijking te maken tusschen *Ophiobolus Graminis* Sacc. en *Sphaeria Cariceti* Berk. et Br. is de breedte der ascosporen somtijds niet gemeten, want deze afmeting is voor een vergelijkende studie der twee zwammen niet te gebruiken, omdat zij in de beschrijving van BERKELEY en BROOME (1861) ontbreekt.

Op 2 November 1927 mat ik de lengte van asci uit peritheciën op tarwe te Lierop (bij Roermond); de ascuslengte bleek $95,5 \mu$ te zijn, terwijl de ascosporen $93,6 \mu$ lang en $3,6 \mu$ breed waren.

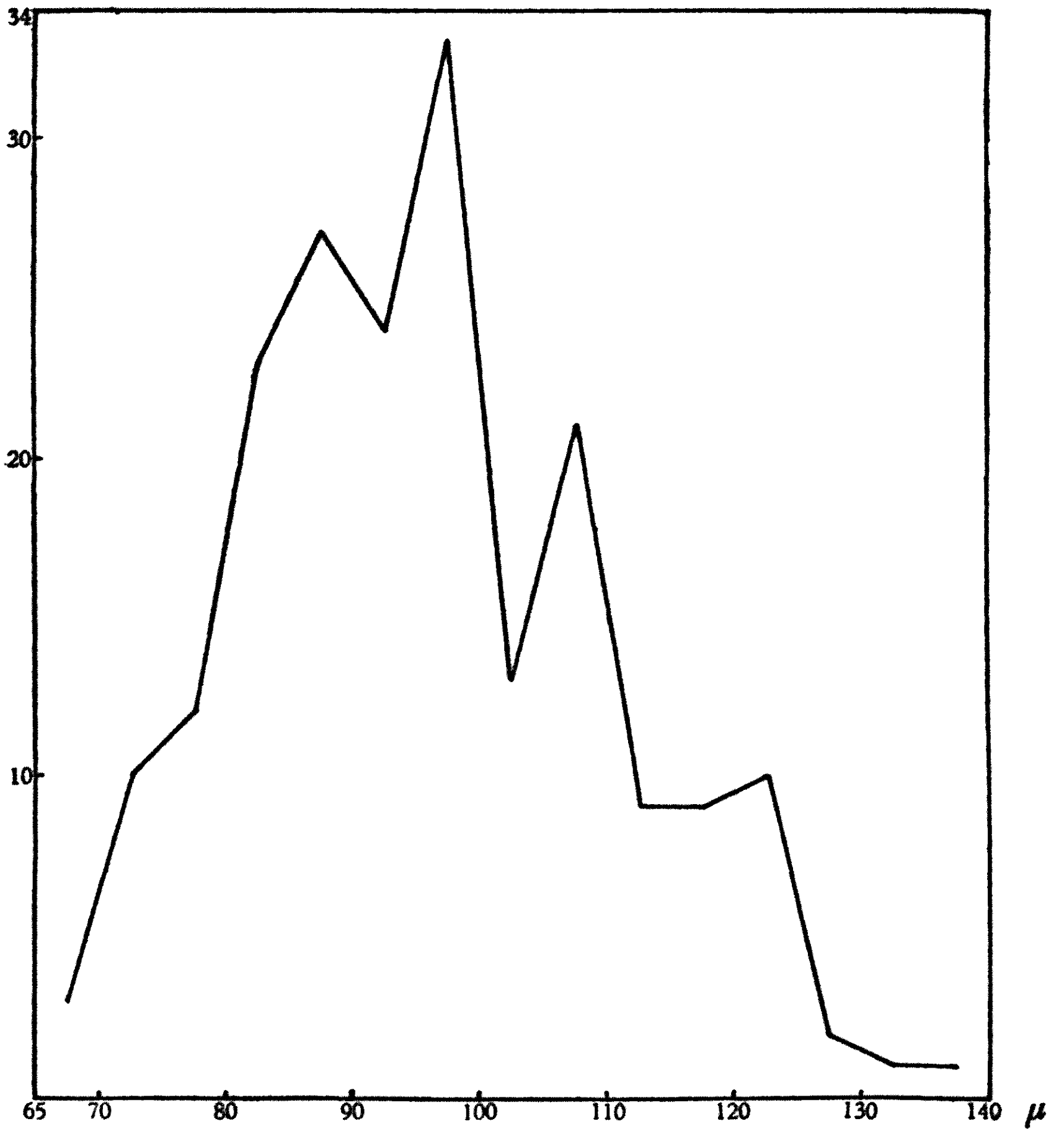
De asci afkomstig van Wilhelminatarwe te Wageningen waren bij meting op 6 September 1928 $97,2-118,8 \mu$ lang en $10,5-12,0 \mu$ breed.

Een tarwestoppel uit Zevenbergschen Hoek, welke ik in de open lucht had bewaard, leverde op 22 Februari 1928 asci met een lengte van $97,2-126,6 \mu$ en een breedte van $10,5-12,5 \mu$. De ascosporen waren $86,4-90,0 \times 3,0-3,5 \mu$.

Ophiobolus Graminis Sacc.

Lengte der asci

Aantal



Op dezelfde stoppel waren de 21ste April 1928 nieuwe peritheciën tot ontwikkeling gekomen, welke asci bevatten van 65,0-136,1 μ lengte; uit een meting van 198 dezer asci werd berekend, dat $M \pm m = 96,50 \pm 0,78 \mu$. De lengteafmetingen dezer 198 asci zijn graphisch voorgesteld in nevenstaande curve. De ascosporen waren 73,5-117,6 μ lang ($M \pm m = 94,98 \pm 1,60 \mu$).

In grond, die vermengd was met stoppels van zieke tarweplanten uit Rottum (gemeente Kantens), werd tarwe gezaaid, welke ziek werd en waarop de 1ste Augustus 1928 peritheciën werden gevonden. De ascosporen uit deze peritheciën bleken 72,0-82,8 μ lang te zijn.

Een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* die nooit peritheciën heeft gevormd, leverde deze fructificatieorganen wel bij infectie van tarweplanten. De afmetingen der op deze wijze verkregen asci waren 87,5-103,2 \times 10,5-12,2 μ . Bovengenoemde, en enkele andere metingen, zijn verzameld in Tabel I, waaraan ook de maten, welke mij uit de literatuur bekend zijn, zijn toegevoegd.

De lengte der sporen van de in Nederland voorkomende *Ophiobolus* soort variëert van 72 tot 118 μ , terwijl de in het buitenland met de naam *Ophiobolus Graminis* SACC. bestemde zwam een ongeveer even groote variatie-breedte heeft. Ook de breedte der sporen komt goed overeen met de buitenlandsche *Ophiobolus Graminis*. De lengte der sporen van *Sphaeria Cariceti* BERK. et BR. is volgens BERKELEY en BROOME (1861) 76-102 μ , zoodat het op grond der sporenlengten niet mogelijk is om uit te maken of men met *Ophiobolus Graminis* SACC. of met *Ophiobolus cariceti* (BERK. et BR.) SACC. te doen heeft. Ook de verdere door BERKELEY en BROOME (1861) medegedeelde eigenschappen laten geen duidelijke conclusie toe: „Peritheciis subglobosis immersis; ostiolis punctiformibus; sporidiis linearibus curvatis utrinque acutis”, zoodat het gewenscht is de naam

TABEL I.

Datum:	Plaats:	Waardplant	Asci		Ascosporen	
			lengte in μ	br. in μ	lengte in μ	br. in μ
1 Nov. '27	Oud-Vossemeer	Tarwe	112-128	12-14		
2 Nov. '27	Lierop	Tarwe	95,5		93,6	3,6
22 Febr. '28	Zevenbergschen Hoek	Tarwe	97,2-126,0	10,5-12,5	86,4-90,0	3,0-3,5
21 April '28	Zevenbergschen Hoek ¹⁾	Tarwe	65,0-136,1		73,5-117,6	
1 Aug. '28		Wilhelminatarwe			72,0-82,8	
10 Aug. '28	Beesel	W x E. P.-tarwe			79,2-93,6	
13 Aug. '28	Echteld	Tarwe			82,8-100,8	
6 Sept. '28	Wageningen ²⁾	Wilhelminatarwe	97,2-118,8	10,5-12,0		
20 Juni '29		Wilhelminatarwe	87,5-103,2	10,5-12,2		
26 Juli '30	Kampen	Tarwe	100-135			
Prillieux en Delacroix (1890)	Frankrijk	Tarwe	90-125	12-13	70-75	3-4
Mangin (1899)		Tarwe	80-100	9-12	95-105	3-3,5
Foex (1914)					75-80	3-4
Saccardo (1883)	Italië		80-90	12-13	70-75	3
Peglion (1898)			90-125	12-13	70-75	3-4
Nilsson-Ehle (1902)	Zweden	Tarwe			90-110	3
Garbowski (1929?)	Polen	Tarwe	97-105	10,5-11,3	83-90	3-3,5
Jones (1926)	Engeland	Haver			70-80	3-5
Fitzpatrick, Thomas en Kirby (1922)	Vereen. Staten van Noord-Amerika		90-115	10-13	60-90	3
Rosen en Elliott (1923)		Tarwe	75,0-105,0	10,5-13,5	60,0-90,0	3,0-3,5

¹⁾ Dezelfde stoppel als die van 22 Febr. 1928.

²⁾ Peritheciën ontstaan op Wilhelminatarwe gegroeid in grond, welke geïnfecteerd is met stoppels uit Rottum.

³⁾ Peritheciën ontstaan op Wilhelminatarwe, gegroeid op grond, welke geïnfecteerd is met een reïncultuur van *Cochiobolus Graminis* uit de nabijheid van Roermond.

Ophiobolus cariceti niet te gebruiken, vóórdat er een meer volledige beschrijving met behulp van het origineele materiaal vervaardigd is.

De in Nederland op door de „tarwehalm-dooder” aangetaste tarweplanten voorkomende *Ophiobolus* soort komt in vorm en grootte van het perithecium, vorm en grootte der asci, vorm, grootte en kleur der sporen in zoo sterke mate overeen met de in andere landen gevonden *Ophiobolus Graminis* SACC., dat de conclusie gewettigd is, dat in Nederland deze zwam voorkomt, terwijl in strijd met de gangbare meening zal blijken, dat *Ophiobolus herpotrichus* hier te lande in veel geringer aantal is te vinden.

b. *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC.

Deze zwam vond ik op tarwestoppels uit Zevenbergschen Hoek, welke ik in de open lucht bewaarde. Op 22 Februari 1928 bevonden zich op deze stoppels vele peritheciën van *Ophiobolus Graminis*, terwijl bij een onderzoek op 28 Februari 1928 peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* aangetroffen werden. Zelfs op 25 Juni 1928 waren er nog vele peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* op deze stoppels aanwezig. Ook in 1929 werd een enkele maal *Ophiobolus herpotrichus* gevonden.

Ophiobolus herpotrichus is van *Ophiobolus Graminis* te onderscheiden door de langere en smallere asci en ascosporen, terwijl de ascosporen geel zijn gekleurd. De afmetingen der asci waren bij het materiaal uit Zevenbergschen Hoek $150-190 \times 9-10 \mu$; de afmetingen der sporen $140-154 \times 2-2,5 \mu$. Deze maten komen zeer goed overeen met die van SACCARDO (1883).

Het is merkwaardig, dat *Ophiobolus Graminis* door het geheele land voorkomt, terwijl *Ophiobolus herpotrichus* daarentegen zeldzaam schijnt te zijn.

c. *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT.

Deze zwam heb ik enkele malen op voetzieke tarwe gevonden

in Midden-Limburg en in Wageningen in het jaar 1928. Een tarwehalm met peritheciën van *Leptosphaeria herpotrichoides* is afgebeeld op Plaat XI, fig. 1.

In Frankrijk tast deze zwam herhaaldelijk tarwe aan en verschillende keeren is opgemerkt dat *Leptosphaeria herpotrichoides* en *Ophiobolus Graminis* in dezelfde tarweakker voorkwamen (LACOUDRE 1928, MARCHAL en FOEX 1929). Het gevolg van de aantasting door *Leptosphaeria herpotrichoides* is gewoonlijk legering (DUCOMET 1913, FOEX 1915, BENOIST en BAILLY 1922).

In Nederland schijnt *Leptosphaeria herpotrichoides* niet dikwijls op tarwe voor te komen; echter heb ik op verscheidene plaatsen een ernstige beschadiging van rogge en gerst gezien, waarbij ik in Juni de peritheciën van deze zwam op de aangetaste halmen vond.

De symptomen van deze ziekte, die door FRANK (1895) met de karakteristieke naam „Roggenhalmbrecher” werd aangeduid, zijn bij rogge de volgende:

In het voorjaar bemerkt men ovale verkleuringen op de buitenste bladscheede; op deze lichtgekleurde ovale vlekken verschijnen een aantal zwarte punten. De vlekken bevinden zich vaak op een grootere afstand van de bodem (ongeveer 10 cm) dan de door *Ophiobolus Graminis* veroorzaakte verkleuringen; zij zijn trouwens van deze laatste gemakkelijk te onderscheiden. In het begin van Juni knikken de roggehalmen om of breken af en verwelken. De korrelopbrengst is in den regel gering.

Een afbeelding van een aangetast roggeveld is gegeven op Plaat XII, fig. 1.

De ziekte treedt pleksgewijze op, soms zijn de plekken zoo uitgestrekt, dat het geheele perceel is omgevallen.

Het verbouwen van rogge na rogge geeft op plaatsen, waar de grond door deze schimmel besmet is, een uiterst slecht resultaat (HÜLSENBERG 1930).

„De roggehalmbreker” is in Nederland op roggevelden verschillende malen waargenomen (VAN POETEREN 1924, 1926) en zal dikwijls over het hoofd zijn gezien, doordat de landbouwers de omgevallen plekken in de rogge als het gewone legeren beschouwen, wat er evenwel van verschilt doordat de halmen aan hun basis niet aangetast zijn en slechts in één richting zijn neergevallen.

Ook gerst kan onder invloed van de aantasting door *Leptosphaeria herpotrichoides* gaan legeren (VAN HALL 1903, GUYOT 1924). Zelf zag ik een aangetast gerstveld in 1929 in de omtrek van Wageningen.

Volgens SCHAFFNIT (1930) is *Leptosphaeria herpotrichoides* niet in die mate parasitair als *Ophiobolus Graminis*.

Ter bestrijding der ziekte wordt in Frankrijk besproeiing met zwavelzuur toegepast, op welke methode ik nader zal terugkomen.

FRON (1912) brengt *Cercospora herpotrichoides* FRON in verband met *Leptosphaeria herpotrichoides*; een zwam, die met *Cercospora herpotrichoides* waarschijnlijk identiek is, vond ik in Juli 1929 op een door *Leptosphaeria herpotrichoides* aangetast roggeveld in de nabijheid van Wageningen, aan de basis der roggehalmen.

Leptosphaeria herpotrichoides is verspreid over een groot deel van Europa (Italië, Frankrijk, België, Nederland, Duitschland, Denemarken, Zweden) en komt in het Westen van de Vereenigde Staten van Noord-Amerika voor.

Leptosphaeria herpotrichoides DE NOT. is aangetroffen op de volgende *Gramineae*:

Agropyrum repens P. BEAUV. (SYDOW 1898);

Aira caespitosa LINN. (SACCARDO 1892);

Andropogon Ischaemum LINN. (SACCARDO 1875);

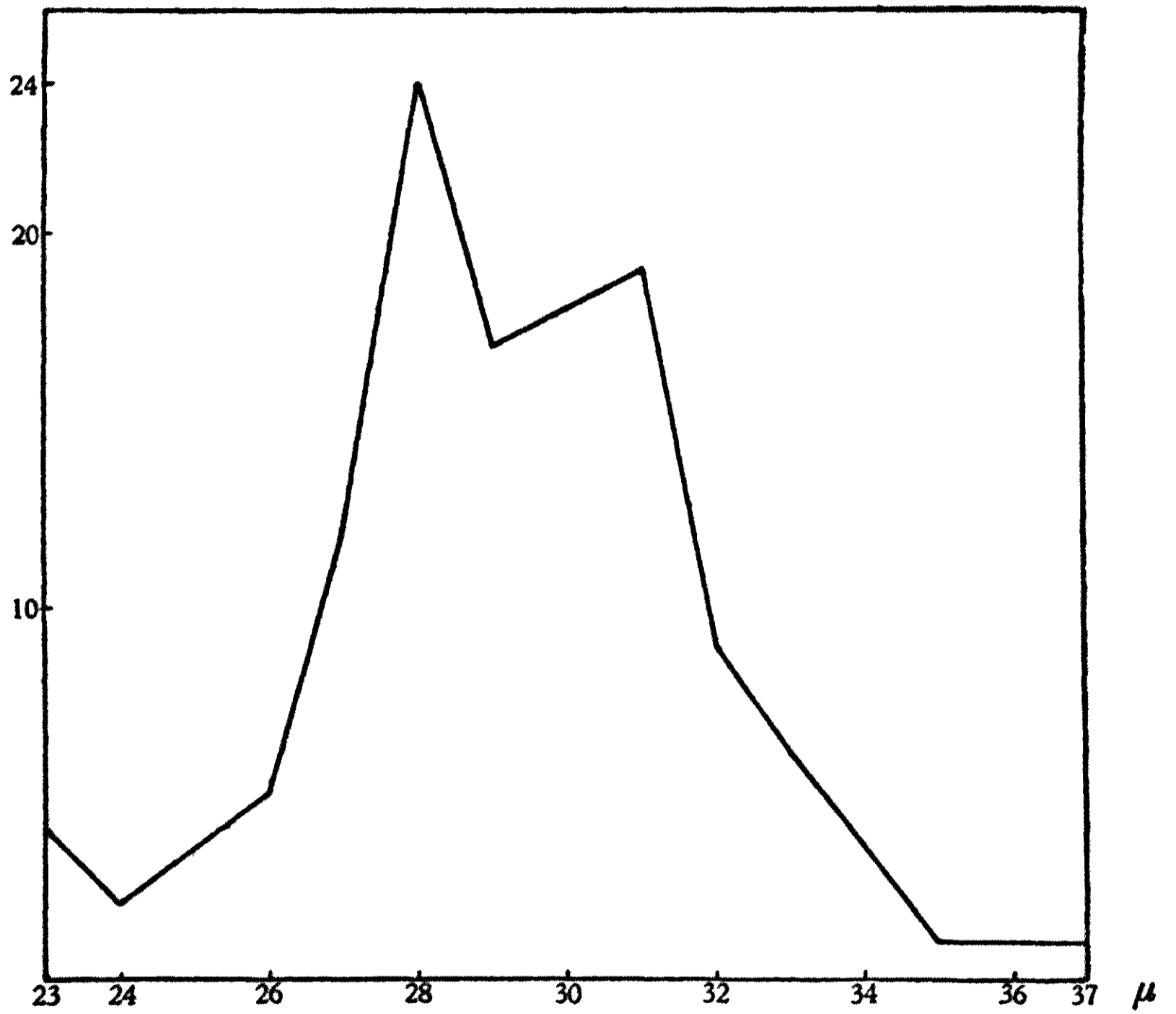
Apera spica venti LINN. ¹⁾;

¹⁾ Door mij op dit gras gevonden.

Wojnowicia graminis (McAlp.) Sacc. et D. Sacc.

Lengte der sporen

Aantal



Avena sativa LINN. (FRANK en SORAUER 1900);
 strigosa SCHREB. ¹⁾;
Hordeum vulgare LINN. (MARCHAL en FOEX 1924) ¹⁾;
Koeleria albescens D. C. ¹⁾;
 crinata PERS. (KARSTEN 1873);
Lolium temulentum LINN. (GUYOT 1924);
Phalaris arundinacea LINN. (SYDOW 1898);
Secale Cereale LINN. (FRANK en SORAUER 1895, FRANK 1897,
 REMER 1902) ¹⁾;
Triticum vulgare VILL. ¹⁾.

d. *Wojnowicia graminis* (MCALP.) SACC. et D. SACC.

Van deze tot de *Sphaeropsideen* hoorende zwam is bekend, dat zij een ziekte van tarwe veroorzaakt in Australië.

Wojnowicia graminis werd aangetroffen op tarwestoppels, welke ik in Zuid-Limburg had verzameld en in de open lucht bewaarde. Op 8 December 1928 vond ik aan de basis van deze stoppels de zwarte pycniden van *Wojnowicia graminis*. De sporen zijn olijfkleurig, eenigszins gekromd, naar de beide einden versmald en voorzien van 5 tot 7 (meestal 7) septa; aan de septa zijn de sporen niet ingesnoerd. De lengte der sporen wisselt van 23 tot 37 μ , de breedte van 3 tot 4 μ . Uit 97 metingen werd berekend, dat voor de lengte $M \pm m = 29,58 \pm 0,07 \mu$ en voor de breedte $M \pm m = 3,47 \pm 0,02 \mu$. De lengte der sporen is graphisch voorgesteld in nevenstaande curve, terwijl op Plaat XII, fig. 3 de sporen zijn afgebeeld.

Het bleek zeer gemakkelijk te zijn deze zwam op een voedingsbodem bestaande uit aardappelextract, glucose en agar, te cultiveeren. Reeds op 7 Februari 1929 waren er in de Petrischalen, waarin op 8 December 1928 de sporen waren uitgezaaid, een groot aantal zwarte pycniden gevormd. Van een dezer cultures wordt een afbeelding gegeven op Plaat XII, fig. 2.

¹⁾ Door mij op dit gras gevonden.

Wojnowicia graminis schijnt in Nederland zeer zelden voor te komen; in de mij ter beschikking staande Nederlandsche literatuur, kon ik geen mededeeling over het optreden vinden. Boven medegedeeld geval, is de eenige maal geweest, dat ik deze zwam heb gevonden. In 1929 en 1930 verzamelde ik op verschillende plaatsen in Zuid-Limburg opnieuw aan *Ophiobolose* lijdende tarweplanten, en vond bij mycologisch onderzoek dezer planten alleen *Ophiobolus Graminis*, doch nooit *Wojnowicia Graminis*.

Wojnowicia graminis staat in Australië bekend als een ernstige parasiet van tarwe; de zwam veroorzaakt in dat werelddeel een ziekte, die „root-rot” wordt genoemd. Deze ziekte kan pleksgewijze optreden; de plekken zijn echter meer onregelmatig van vorm dan die welke door *Ophiobolus Graminis* worden veroorzaakt. De verkleuring aan de basis der planten is niet zoo duidelijk als de verkleuring aan de basis van door *Ophiobolus Graminis* aangetaste planten. Haver wordt niet aangetast. De ziekte gaat niet met het zaad over (CARNE).

Ook in Frankrijk is deze schimmel bekend; ernstige verliezen zijn er echter nooit door teweeg gebracht (GYUOT 1924).

In de Vereenigde Staten van Noord-Amerika is *Wojnowicia graminis* in geringe mate pathogeen voor kiemplanten van tarwe (McKINNEY 1925). Ook in Canada is de zwam aangetroffen (DRAYTON 1926).

Ik entte een reincultuur van *Wojnowicia graminis* op een mengsel van haver- en gerstkorrels en vermengde grond met het mycelium op deze korrels. De in deze grond gezaaide tarwe heeft geen duidelijke ziekteverschijnselen vertoond; wel bevond zich aan de basis der planten tusschen stengel en bladscheede een zwarte myceliummassa, die evenwel niet zoo uitgebreid was als de myceliummassa van *Ophiobolus Graminis*. Op de tarweplanten zijn na rijpheid pycniden van *Wojnowicia graminis* ontstaan, welke zich vooral in de bladscheede bevonden.

e. *Dictyosporium opacum* COOKE et HARK.

De eigenaardige conidiën van deze tot de *Dematiaceae-Dictyosporea* gerekend wordende zwam, werden door mij op 25 April 1928 gevonden aan de basis van Ophiobolus-voetzieke tarweplanten, welke afkomstig waren uit Zuidhorn en welke ik in de open lucht had bewaard. Op de onderste internodiën dezer planten waren oppervlakkige, dofzwarte vlekken aanwezig, welke uit de conidiën van deze zwam bleken te bestaan. Een dezer conidiën is op Plaat XI, fig. 3 afgebeeld. De conidiën bestaan uit vijf of zes rijen van bruine cellen, die door dwarswanden zijn gedeeld, zoodat het geheel een waaivormige indruk maakt. Een enkele maal vond ik deze conidiën reeds in de maand Juni op aan Ophiobolose lijdende tarweplanten en wel op verschillende plaatsen in Zuid-Limburg; gewoonlijk echter ontstaan de conidiën eerst bij bewaring van tarwestoppels in de loop van de winter en het voorjaar.

Dictyosporium opacum komt in geheel Nederland voor.

Het gelukte mij niet deze conidiën tot kieming te brengen.

f. *Tetraploa aristata* BERK. et BR.

Volledigheidshalve vermeld ik deze vertegenwoordiger der *Dematiaceae-Dictyosporae*, welke ik slechts één maal vond op een tarwestoppel uit Groningen, die eenige maanden was bewaard in een plantenkasje. Voor een afbeelding der eigenaardige conidiën moge verwezen worden naar LINDAU (1910, S. 202).

g. *Torula* (?*herbarum* LK.).

Aan de basis van voetzieke tarweplanten vindt men herhaaldelijk een *Torula* soort met groenbruine, gladde, ronde conidiën, welke een diameter van 6 μ hebben en gewoonlijk met acht of negen in een rechte lijn met elkaar verbonden zijn. Het bleek niet mogelijk deze *Torula* soort met voldoende zekerheid te determineeren; zij kan misschien tot *Torula herbarum* worden gerekend.

h. *Fusarium culmorum* (W. G. SM.) SACC.

Op tarwestoppels, welke mij toegezonden waren uit Gendringen, vond ik in November 1927 *Fusarium culmorum*, welke in reïncultuur werd gebracht.

Het blijkt, dat in Nederland op tarwestoppels, welke mij werden toegezonden als afkomstig van door de „tarwehalmdoorder” tot afsterving gebrachte planten, evenals op de aan *Ophiobolose* lijdende tarweplanten, die ik zelf verzamelde, hoofdzakelijk *Ophiobolus Graminis* voorkomt, terwijl daarnaast dikwijls *Dictyosporium opacum* wordt aangetroffen. Daar het mij niet gelukt is de conidiën van deze laatste zwam tot kieming te brengen, heb ik niet het bewijs kunnen leveren, dat zij tot de saprophyten behoort. Voor het niet-parasitaire karakter van *Dictyosporium opacum* pleit het feit, dat zij steeds werd gevonden op planten, die tevens *Ophiobolus Graminis* vertoonden, terwijl deze laatste zwam geheel alleen het symtomencomplex van de ziekte, waaraan deze planten leden te voorschijn kan roepen.

§ 4. Het in reïncultuur brengen van *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc.

Het maken van een reïncultuur van *Ophiobolus herpotrichus* stuit op groote moeilijkheden, zooals reeds door KRÜGER (1908) werd ondervonden. Immers deze onderzoeker schrijft, dat de sporen bij de kieming lange, dunne en vertakte hyphen vormen; na twee dagen stond de groei echter stil en gingen de kiemplantjes te gronde. Soms ontstonden er aan het einde van de nog zeer korte kiembuis kleine sikkelvormige aanhangsels, waarmee de ontwikkeling van het kiemplantje was afgelopen. Deze aanhangsels (sporidiën?) heb ik bij de kieming der sporen van *Ophiobolus herpotrichus* nooit opgemerkt.

Vermelding verdienen de waarnemingen van FOEX (1914), die schrijft, dat de ascosporen reeds in de ascus kunnen kiemen en dat de hyphen, afkomstig van twee sporen, dikwijls versmelten.

Toen ik op 28 Februari 1928 op een tarwestoppel, welke ik uit Zevenbergschen Hoek had ontvangen, peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* vond, trachtte ik de sporen tot kieming te brengen in water in vochtige kamertjes. De meeste sporen kiemden niet; sommige vormden aan ieder uiteinde een korte kiembuis, waarmee de ontwikkeling was afgelopen. Werden de sporen dadelijk op agar gebracht, dan kiemde er geen enkele. Gebruik van verschillende voedingsoplossingen, doorleiden van lucht enz. had geen resultaat; steeds kiemden slechts zeer enkele sporen, welke daarna afstierven. Daar het waarschijnlijk is, dat tijdens het steriliseeren van het water en van de voedingsoplossingen metalen uit het glas, waarin de vloeistoffen gesteriliseerd worden, oplossen, waardoor de zuurgraad der door middel van hitte gesteriliseerde vloeistoffen geheel kan veranderen, maakte ik gebruik van Chamberland kaarsen. Een oplossing werd gemaakt door 100 gram kleigrond te schudden met 100 c.c. leidingwater, waarna de suspensie gefiltreerd werd door een Chamberland bougie. Toen ik de 21ste April 1928 op de tarwestoppels uit Zevenbergschen Hoek wederom peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* vond, bracht ik druppels van het grondextract op objectglazen, welke ik in Petrischalen legde, waarin een weinig water aanwezig was. In de druppels op de objectglazen, werden asci resp. sporen van *Ophiobolus herpotrichus* gebracht, waarna de Petrischalen 's nachts in de kamer bleven staan. Na 24 uur waren alle ascosporen gekiemd. De sporen vormen aan de beide uiteinden lange kiembuizen, die zeer snel groeien; lateraal komen gewoonlijk ook kiembuizen te voorschijn, welke evenwel in de regel niet zoo snel groeien als de kiembuizen, welke uit de uiteinden der sporen ontstaan

zijn. Op de plaatsen, waar de laterale kiembuizen zullen ontstaan, vormt de ascospoor ronde opzwellingen. Ook in de asci kiemen de sporen uitstekend. De hyphen van verschillende sporen afkomstig, versmelten somtijds met elkaar.

De photo's van de gekiemde sporen en van de asci waaruit de kiembuizen der sporen tevoorschijn komen, werden vervaardigd 48 uur nadat ik de sporen en de asci in het grondextract had gebracht, deze photo's zijn gereproduceerd op Plaat I, fig. 3, 4 en Plaat II, fig. 2.

De zeer goede kieming kan niet alleen aan het door een Chamberland bougie gefiltreerde grondextract worden toegeschreven, want sporen, die ik de 21ste April 1928 op agar in Petrischalen bracht, bleken twee dagen later te zijn gekiemd, evenwel groeiden de kiembuizen niet zoo snel als die van de sporen in de grondsuspensie. Een gedrag, dat eenigszins hiermee analoog is, toonen de brandsporen van *Tilletia tritici* (BJERK.) WINT. ¹⁾.

De gekiemde sporen en de asci werden uit de gefiltreerde kleisuspensie overgebracht in cultuurbuizen met aardappel-glucose-agar, die bereid was volgens het recept van DAVIS (1925), en in cultuurbuizen met glucose-agar, welke gemaakt werd door de volgende stoffen bij elkaar te voegen:

Glucose („Wasserrfrei" van Kahlbaum) . .	20,0	gr.
Magnesiumsulfaat	0,5	gr.
Monokaliumphosfaat	1,0	gr.
Natriumnitraat	2,0	gr.
Ferrosulfaat	0,01	gr.
Agar	20,0	gr.

Nadat dit mengsel opgekookt en gefiltreerd was, werd een groote overmaat zeer fijn verdeeld Calciumcarbonaat toege-

¹⁾ Volkart, A. 1906. Die Bekämpfung des Steinbrandes des Weizens und des Kornes. Landwirtsch. Jahrb. der Schweiz, 1906.

voegd, waarna de massa op drie op elkaar volgende dagen gesteriliseerd werd.

Zoowel op aardappel-glucose-agar, als op glucose-agar groeit *Ophiobolus herpotrichus* goed; Petrischalen met glucose-agar, welke op 30 April 1928 met een weinig mycelium in het midden geënt waren, waren op 16 Mei 1928 over het geheele oppervlak vol gegroeid.

Bij enting op aardappel-glucose-agar vormt *Ophiobolus herpotrichus* veel meer luchtmycelium dan bij enting op glucose-agar; op de laatste voedingsbodem vindt men slechts uiterst weinig luchtmycelium, daar het mycelium zich vooral in de agar bevindt. In oudere cultures bemerkt men tegen de wanden van het glas in de agar eigenaardige, zeer donker gekleurde strengen, welke uit vele tot bundels vereenigde hyphen bestaan.

Op zuur reageerende voedingsbodems, namelijk kers- en pruimagar, welke gewoonlijk voor schimmelcultures worden gebruikt, groeit *Ophiobolus herpotrichus* niet.

Ofschoon ik *Ophiobolus herpotrichus* reeds ruim 2½ jaar in cultuur heb, zijn er nooit peritheciën ontstaan. Vele pogingen heb ik gedaan om door behandeling met ultraviolette stralen, in analogie met de onderzoekingen van NADSON en PHILIPPOV ¹⁾ en van STEVENS ²⁾, de cultures tot fructificatie te brengen; al deze pogingen hebben echter niet het minste resultaat opgeleverd.

Om grond te infecteeren, werd *Ophiobolus herpotrichus* gekweekt op een, uit een mengsel van gelijke hoeveelheden haver- en gerstkorrels bestaande voedingsbodem, welke, in navolging

¹⁾ Nadson, G. & G. Philippov. 1928. Action excitante des rayons ultra-violets sur le développement des levures et des moisissures. Compt. rend. Soc. de biol. 98: 366-368, 2 fig.

²⁾ Stevens, F. L. 1928. Effects of ultra-violet radiation on various fungi. Botan. gaz. 86: 210-225, 12 fig.

van DAVIS (1925), bereid werd door haver- en gerstkorrels in gelijke gewichtshoeveelheden met elkaar te vermengen, waarna het aan de korrels klevende stof door wasschen met water verwijderd werd. Vervolgens liet ik het mengsel 24 uur met een overmaat van water staan, waarna korrels en water gedurende een uur werden gekookt. Nu werden bepaalde, met behulp van maatglazen afgemeten, hoeveelheden der korrels in groote Erlenmeyers gedaan, terwijl tevens aan iedere Erlenmeyer zooveel van de waterige vloeistof werd toegevoegd, dat de korrels vochtig bleven. De Erlenmeyers met inhoud werden op drie achtereenvolgende dagen gesteriliseerd, waarna zij geënt werden met een reïncultuur. De geënte korrelmassa is uitermate geschikt om er grond mede te infecteeren, daar de met mycelium begroeide korrels gemakkelijk en regelmatig met grond kunnen worden gemengd. De korrels zelf hebben geen invloed op de groei der planten (uitgezonderd op haver), wat uit een serie proeven gebleken is.

§ 5. Het in reïncultuur brengen van *Ophiobolus Graminis* Sacc.

Het maken van een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* is vrij moeilijk, zooals wel daaruit blijkt, dat het aan MANGIN (1899) niet gelukte.

De asci, die het perithecium door het ostiolum verlaten, worden niet uitgespoten. Zoodra een ascus in water wordt gebracht, begint zijn wand op te lossen, terwijl de ascosporen na het verdwijnen van de ascuswand dikwijls nog eenige tijd tot een bundel vereenigd blijven. Deze wijze van vrij komen der ascosporen stemt niet overeen met de beschrijving van MANGIN (1899), die waarnam, dat de ascuswand op $\frac{1}{3}$ van zijn voet over de geheele omtrek doorscheurt, terwijl hij leege asci zag. Leege asci heb ik nooit opgemerkt, ook niet in het perithecium.

De sporen van *Ophiobolus Graminis* kiemden slechts voor een uiterst gering percentage in de maanden October, November en December. Bij de kieming ontstond aan beide uiteinden van de ascospoor een korte kiembuis, die dwars op de lengterichting van de spoor stond; hiermee was de ontwikkeling echter afgelopen. Eerst in het begin van Februari 1928 kreeg ik een iets betere kieming in druppels water op objectglazen, welke in Petrischalen waren gelegd. Deze meer bevredigende kieming kan echter niet aan de betere luchttoetreding worden toegeschreven, daar ik in October 1927 reeds vochtige kamertjes had vervaardigd, waardoor, door middel van een luchtpomp steriele lucht kon worden gezogen; de kieming bleef toen even slecht als bij gebruik van het gewone afgesloten model van vochtige kamertjes.

De sporen vormen aan één, of aan beide uiteinden, kiembuizen, terwijl ook zijdelingsch een kiembuis kan ontstaan. De tekening van DELACROIX (1901) geeft een goede indruk van de kieming der sporen. Daarentegen heb ik de sikkelvormige sporidiën, welke waargenomen zijn door MANGIN (1899), BERTHAULT (1914) en FOEX (1914), nooit opgemerkt bij de kieming.

De gekiemde sporen werden overgebracht op aardappel-glucose-agar, waarop de hyphen vrij goed groeien. Ook bij *Ophiobolus Graminis* worden bundels van hyphen gevormd, zij het ook niet in die mate als bij *Ophiobolus herpotrichus*. Deze „rhizomorphen” zijn waargenomen door DAVIS (1925) en door FOEX en ROSELLA (1930).

Op sterk zuur reageerende voedingsbodems, als kersagar en pruimagar, groeit *Ophiobolus Graminis* niet.

Peritheciën zijn in reinkultures op verschillende agarvoedingsbodems nooit ontstaan, ofschoon ik vele pogingen heb gedaan om ze te verkrijgen, speciaal door behandeling der cultures met ultraviolette stralen. In dit opzicht wijkt de door mij

geïsoleerde *Ophiobolus Graminis* af van die welke FOEX en ROSELLA (1930) in Frankrijk hebben geïsoleerd en welke wel peritheciën heeft gevormd. In de Vereenigde Staten van Noord-Amerika bestaan verschillen wat betreft het vormen van peritheciën in reïncultuur. Stammen uit Oregon en Arkansas vormen geen peritheciën in reïncultuur, een stam uit New York echter wel, ofschoon vrij onregelmatig, wat een aanwijzing is, dat de vorming van peritheciën afhangt van omstandigheden, welke wij niet kennen.

Entte ik met mijn isolatie levende tarweplanten en andere *Gramineae*, dan ontstonden er spoedig een groot aantal peritheciën, welke in vorm en andere eigenschappen overeenkomen met de peritheciën, die in de natuur zijn te vinden. De asci uit deze peritheciën zijn 87,5-103,2 μ lang en 10,5-12,2 μ breed, wat geheel met de maten der asci uit de natuur overeenstemt.

§ 6. Infectieproeven met *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. en met *Ophiobolus Graminis* Sacc.

De infectieproeven zijn gedaan op drie wijzen:

a. met grond, afkomstig van tarwevelden, welke planten droegen, die aangetast waren door de *Ophiobolus*-voetziekte.

b. met stoppels, afkomstig van *Ophiobolus*-voetzieke tarweplanten.

c. met reïncultures van *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. en van *Ophiobolus Graminis* SACC.

a. *Infectieproeven met grond, afkomstig van tarwevelden, welke planten droegen, die aangetast waren door de Ophiobolus-voetziekte.*

De besmette grond was afkomstig van een tarweveld te Beesel (L.), dat in zeer ernstige mate door de *Ophiobolus*-voetziekte was aangetast. Met deze leemgrond werden potten

met een diameter van ruim 25 cm gevuld, waarna Wilhelminatarwe werd gezaaid, welke typisch Ophiobolus-voetziek werd.

Verder werd kleigrond, afkomstig van Wageningen, in een zeer dunne laag over een stuk land van het laboratorium uitgespreid, waarna de grond geploegd werd. De in November 1928 gezaaide Wilhelminatarwe werd in sterke mate aangetast en het besmette stuk was reeds op een afstand kenbaar door de chlorotische kleur der planten, terwijl de planten voortijdig geelwit werden en ongeveer half zoo lang waren als de gezonde planten. Het veld lag als een rechthoek in het gezonde perceel, er is dus geen geleidelijke overgang van ziek en gezond. In November 1929 werd op hetzelfde stuk opnieuw Wilhelminatarwe gezaaid. Ook nu was er op dit besmette land geen enkele gezonde plant te vinden en het rechthoekige stuk was weer scherp afgescheiden van het gezonde perceel. De ziekte scheen zich niet uitgebreid te hebben, daar de grootte en de vorm van het zieke perceel, in 1929 en 1930 gelijk waren. Wel kwamen er in 1930 op ongeveer 20 m afstand van het besmette veldje zieke plekken voor met een oppervlak van 3-4 m² in andere tarwerassen. Of deze plekken besmet zijn geworden door het oorspronkelijk zieke stuk, of dat zij berusten op een geheel andere infectiebron, waag ik niet te beslissen; misschien is dit vraagstuk op te lossen door waarnemingen te doen in meer jaren.

b. Infectieproeven met stoppels, afkomstig van Ophiobolus-zieke tarweplanten.

Potten van ongeveer 25 cm diameter werden gevuld met gestoomde grond, die na afkoeling vermengd was met enkele tarwestoppels, afkomstig van aan Ophiobolose lijdende planten. Een pot, die grond vermengd met zulke stoppels uit Rottum (gemeente Kantens) bevatte, werd op 3 November 1927 bezaaid met Wilhelminatarwe. De opgekomen planten werden

voortijdig wit en bleven veel te klein, zij werden namelijk slechts 0,5 m hoog. De tarweplanten, die in een plantenkasje stonden, werden evenwel na het afsterven niet vuilgroen, als gevolg van een aantasting door *Cladosporium herbarum*, zooals in de natuur voorkomt. Aan de basis der planten bevond zich een zwart mycelium tusschen halm en bladscheede, in welk mycelium op 1 Augustus 1928 peritheciën van *Ophiobolus Graminis* werden aangetroffen, welke asci met sporen van 72,0-82,8 μ lengte bevatten.

Verder werden potten gevuld met gestoomde grond, die vermengd was met stoppels van aan Ophiobolose lijdende tarweplanten uit Zuidhorn, Borger Compagnie, Den Andel (gemeente Baflo), Ritthem en Zevenbergschen Hoek, de 3de November 1927 bezaaid met Wilhelminatarwe, waarna de potten in een verwarmd plantenkasje werden geplaatst. Alle planten zijn typisch Ophiobolus-voetziek geworden, behalve de planten in de potten met stoppels uit Den Andel en Ritthem, welke slechts in zoo geringe graad waren aangetast, dat zij niet korter waren dan de gezonde controleplanten.

Uit deze potten werden de planten in Januari 1929 verwijderd door ze uit te trekken. Op 18 Juni 1929 werd de grond in de potten los gemaakt en werd opnieuw Wilhelminatarwe gezaaid. Reeds op 9 September 1929 bleken alle tarweplanten duidelijk ziek te zijn; zij waren zwart aan de basis, tot 3 cm boven het oppervlak van de grond, lichter van kleur, en kleiner dan de tarweplanten, die in potten met gestoomde grond, welke vermengd was met stoppels van gezonde tarweplanten, waren gezaaid. Verschillende planten waren reeds afgestorven en vertoonden aan de basis vele peritheciën van *Ophiobolus Graminis*. In het midden van December 1929 waren alle planten afgestorven, zonder dat er aren te voorschijn waren gekomen. Ook de potten met stoppels uit Den Andel en Ritthem waren even ernstig aangetast als de overige.

Na bovenstaande voorloopige proeven was het reeds zeer waarschijnlijk, dat *Ophiobolus Graminis* de oorzaak van de „tarwehalmdooder” is, wat, zooals in de volgende bladzijden zal worden uiteengezet, door infectieproeven met reincultures van deze zwam werd bewezen. Tevens zal het zeer merkwaardige feit blijken, dat *Ophiobolus herpotrichus* kiemplanten in de regel heviger aantast dan *Ophiobolus Graminis*.

c. *Infectie met reincultures van Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc. en Ophiobolus Graminis Sacc.*

α. *Ophiobolus herpotrichus (FR.) SACC.*

In de voorgaande bladzijden is medegedeeld, dat er op tarwestoppels, welke ik had ontvangen uit Zevenbergschen Hoek, in het voorjaar van 1928 peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* tot ontwikkeling waren gekomen, terwijl de sporen in de asci kiemden. Verschillende asci, uit een perithecium, bracht ik in cultuurbuizen op aardappel-glucose-agar en noemde de verkregen cultures R13, R22, R24, R25, R41, R46, R48.

De infectie geschiedt door een weinig mycelium uit deze cultuurbuizen te enten op een mengsel van steriele haver- en gerstkorrels, waarna deze korrels volgroeien met het mycelium en daarna in potten kunnen worden gebracht. De gebruikte potten hebben een diameter van ongeveer 25 cm en worden tot op 5 cm van de bovenrand gevuld met gesteriliseerde grond, welke uit een mengsel van klei, zand en stalmest bestaat. Op het grondoppervlak worden de haver- en gerstkorrels met het erop aanwezige mycelium van *Ophiobolus herpotrichus* uitgespreid en bedekt met een laagje steriele grond ter dikte van 1 cm. Vervolgens wordt tarwe resp. gerst, op dit laagje grond in regelmatige rijen gezaaid en bedekt met steriele grond tot aan de rand van de pot. De uit te zaaien tarwe- en gerstkorrels worden gesteriliseerd met behulp van een oplossing van zilvernitraat in water ter sterkte van 2%, terwijl de lucht door middel van

een luchtpomp wordt verwijderd, zoodat de korrels zinken. De korrels worden, na verwijdering van de zilvernitraatoplossing afgespoeld met een steriele zeer verdunde oplossing van Natriumchloride tot de aflopende vloeistof helder is en geen zilverchloride meer bevat. De op deze wijze behandelde korrels kiemen goed en zijn steriel, wat in overeenstemming is met de onderzoekingen van SCHROEDER ¹⁾. Spoedig worden de korrels in het licht bruinachtig gekleurd, wat echter van geen invloed is op de kieming.

De potten met geïnfecteerde grond worden in een plantenkas geplaatst, terwijl tevens een serie proeven werd gedaan, waarbij de potten in de open lucht waren ingegraven, wat geen invloed blijkt te hebben op het verloop der ziekte.

UIT VELE INFECTIEPROEVEN KWAM HET OPMERKELIJKE FEIT AAN HET LICHT, DAT DE CULTURES R24, R25 EN R48 VOOR TARWE EN GERST ZEER STERK PATHOGEEN ZIJN, TERWIJL DE CULTURES R13, R22 EN R41 DAARENTEGEN VOOR BEIDE GEWASSEN NIET PATHOGEEN ZIJN.

Op de 19de April 1929 werd een pot geïnfecteerd met een cultuur van R48 op haver- en gerstkorrels, waarna 45 korrels van Wilhelminatarwe werden gezaaid. Onder invloed van de infectie kwamen slechts 23 der korrels op, terwijl in de controlepot, waarin zich het steriele mengsel van haver- en gerstkorrels bevond, 92 % der korrels planten hadden geleverd. In de pot met geïnfecteerde grond stierven van de opgekomen 23 plantjes er 4 af, terwijl zij eigenaardige symptomen vertoonden in het stadium, dat zij slechts één of twee bladeren hadden (de coleoptyl niet mede gerekend). De symptomen bestaan in een sterke vertraging van de groei, terwijl het chlorophyl verdwijnt, en wel vanaf de voet der bladeren, zoodat de plantjes wit worden en daarna

¹⁾ SCHROEDER, H. 1910. Die Widerstandsfähigkeit des Weizen- und Gerstenkornes gegen Gifte und ihre Bedeutung für die Sterilisation. Centralbl. f. Bakteriologie. Abt II, 28: 492.

verschrompelen. De overige planten zijn in geringe mate zwart aan de voet, maar hebben zich verder normaal ontwikkeld.

Een andere pot, die op 24 April 1929 met een reincultuur van R48 geïnfecteerd was en waarin 42 korrels van Wilhelminatarwe waren uitgezaaid, leverde slechts 21 planten, waarvan er 11 afstierven, toen zij een hoogte van 5 cm hadden bereikt en een of twee bladeren hadden. De symptomen waren ook hier het wit worden der bladeren vanaf de voet der bladschijf. Van de overige 10 planten waren er op 29 Mei 1929 acht ziek, namelijk chlorotisch en slechts 8 cm hoog, terwijl twee planten op dit tijdstip een hoogte hadden van ongeveer 20 cm, groen waren, en normaal in de aar zijn gekomen. In deze pot hebben dus slechts twee planten van de 42 uitgezaaide korrels hun eindstadium bereikt. Van een zwarte verkleuring aan de voet der planten was niets te zien. Voor een afbeelding van deze pot wordt verwezen naar Plaat V, fig. 2.

Cultuur R25 brengt dezelfde symptomen teweeg, zooals blijkt uit de volgende proef. In een met R25 geïnfecteerde pot werden 35 korrels van Wilhelminatarwe gezaaid, welke slechts 13 planten leverden, waarvan er vier zijn afgestorven, toen zij 5 cm hoog waren. Deze pot is afgebeeld op Plaat IV, fig. 2. De overige negen planten zijn later in de aar gekomen en iets korter gebleven dan de controleplanten.

Ook op gerst oefenen de cultures R25 en R48 een zeer energieke werking uit. In een pot, welke de 29ste April 1929 geïnfecteerd was met R25 en waarin 42 korrels van Bocumer wintergerst waren uitgezaaid, kwamen slechts 21 planten op, die in groei zeer achterbleven bij de controleplanten. Eén maand na de zaai waren er van deze 21 plantjes reeds 17 afgestorven in het stadium, dat zij slechts één blad hadden en twee tot drie cm hoog waren. Deze 17 plantjes waren wit geworden, welke witte verkleuring een aanvang nam aan de basis van de bladschijf en zich langzamerhand naar de top uitbreidde, hetgeen

de indruk wekte, dat er een chlorophyl-vernietigende stof door het blad diffundeerde. De overige vier planten hadden twee of drie bladeren, die wit werden; de verkleuring strekte zich bij deze grootere bladeren echter niet over het geheele oppervlak van het blad uit, want er bleven enkele lichtgroene, loodrecht op de lengteas van het blad staande banden over, die geleidelijk in de witte banden overgingen. Na 14 dagen waren ook deze planten verschrompeld, zoodat er van de 42 uitgezaaide gerstkorrels geen enkele een rijpe plant heeft voortgebracht. Het verschil tusschen de gezonde planten, gezaaid in met steriele haver- en gerstkorrels vermengde grond, en de geïnfecteerde planten wordt weergegeven op Plaat VI.

In een pot, die geïnfecteerd was met R48 was het verloop der ziekte als volgt. De 6de Mei 1929 waren 51 korrels van Bocomer wintergerst gezaaid, waarvan er 31 opkwamen. Bij een onderzoek op 29 Mei 1929 bleken acht plantjes met één blad ter hoogte van 3 cm reeds te zijn afgestorven, terwijl 6 plantjes, welke ongeveer 6 cm lang waren en twee bladeren hadden, langzamerhand wit werden en 14 dagen later waren afgestorven. De overige 17 planten waren in sterke mate in hun groei gestuit, doch hebben zich later vrij normaal ontwikkeld en korrels geleverd. Van een zwarte verkleuring aan de voet der planten was niets te zien. Deze pot is afgebeeld op Plaat VII, fig. 2.

De cultuur R24 gedraagt zich ten opzichte van tarwe en gerst op volkomen dezelfde wijze als de cultures R25 en R48.

De cultures R13, R22 en R41 daarentegen brengen bij tarwe en gerst geen symptomen teweeg.

Een twijfelachtige plaats neemt de cultuur R46 in; zij brengt namelijk gerst tot afsterving onder de symptomen van groei-vertraging en vernietiging van het chlorophyl, terwijl zij tarwe niet aantast. Echter zijn de infectieproeven met deze cultuur met een vrij klein aantal planten gedaan, namelijk 50 gerst- en 50 tarweplanten.

Het infectievermogen der verschillende cultures is voorgesteld in onderstaande tabel, waarin + beteekent verdwijning van het chlorophyl, terwijl — voorstelt geen ziekte. Tusschen () is aangegeven het totaal aantal uitgezaaide korrels.

	Tarwe	Gerst
R 13	(100) —	(100) —
R 22	(100) —	(100) —
R 41	(100) —	(100) —
R 24	(100) +	(100) +
R 25	(500) +	(200) +
R 48	(200) +	(200) +
R 46	(50) —	(50) +

HET BLIJKT DUS, DAT ER BIJ DE DOOR MIJ ONDERZOCHE *Ophiobolus herpotrichus* TENMINSTE TWEE PHYSIOLOGISCHE RASSEN BESTAAN, DIE TE DIFFERENTIEEREN ZIJN DOOR HUN GEDRAGTEN OPZICHTE VAN WILHELMINATARWE (EN BOCUMER GERST) NA TE GAAN.

Een eenigszins hiermee overeenkomend geval werd door BROADFOOT ¹⁾ gevonden bij *Fusarium lini* BOLLEY, waarvan negen biotypen blijken te bestaan, terwijl een dezer biotypen van alle andere afwijkt, doordat zij bij vlas het chlorophyl doet verdwijnen: „When the plants [vlas] inoculated with form 1 are 4-6 inches high, the green color gradually disappears from the tissues above the cotyledons until this portion of the plants is eventually colorless”. Echter niet alleen bij vlas, ook bij gerst (*Manchuria barley*), haver (*Victoria oats*) en rogge (*Rosen rye*) verdwijnt bij infectie met biotype 1 van *Fusarium lini* het chlorophyl volgens BROADFOOT.

Mijn beide biotypen van *Ophiobolus herpotrichus* kunnen geen

¹⁾ BROADFOOT, W. C. 1926. Studies on the parasitism of *Fusarium lini* Bolley. *Phytopathology*, 16: 951—978, 2 fig.

ziekte teweegbrengen bij Mansholt's IIB haver en bij kroonrogge

Het vinden van physiologische vormen bij *Ophiobolus herpotrichus*, van welke biotypen er één een ernstige ziekte van tarwe en gerst kan veroorzaken, maakt de negatieve infectieproeven van KRÜGER (1908) verklaarbaar.

Uit mijn proeven blijkt dat één dezer biotypen wel een ziekte van tarwe en gerst kan teweegbrengen; deze ziekte hoort echter niet tot de groote groep der voetziekten: de planten immers worden aan de basis niet, of slechts in uiterst geringe mate, zwart gekleurd. De door bedoeld biotype veroorzaakte ziekte is een zeer ernstige aantasting van kiemplanten. De plantjes, welke aan deze aantasting ontsnappen, ontwikkelen zich verder normaal of bijna normaal. Als oorzaak van de „tarwehalmdooder” komt *Ophiobolus herpotrichus* niet in aanmerking, de typische symptomen van deze ziekte zijn te verkrijgen door infectie van de planten met een reincultuur van *Ophiobolus Graminis*, zooals in de volgende bladzijden zal worden beschreven.

Daar de verschillende biotypen van *Ophiobolus herpotrichus* uit een perithecium afkomstig zijn, zijn de gevonden cijfers, namelijk 3 isolaties met pathogene eigenschappen (R46 buiten beschouwing gelaten) en 3 niet-pathogene isolaties zeer suggestief om een Mendel-splitsing van bedoelde eigenschappen te veronderstellen. Deze conclusie zou men evenwel eerst mogen trekken na het maken van een zeer groot aantal isolaties, waartoe ik nog geen gelegenheid had. Dat bastaarden bij *Ascomyceten* niet tot het rijk der onmogelijkheden behooren, is bewezen door DODGE¹⁾, die de hybride *Neurospora sitophila* × *tetrasperma* in cultuur deed ontstaan. Daar bij *Ophiobolus herpotrichus* de uit de ascosporen te voorschijn gekomen hyphen de neiging hebben om anastomosen met elkaar te vormen, is deze zwam voor een studie van de erfelijkheid van pathogene eigenschappen

¹⁾ DODGE, B. O. 1928. Production of fertile hybrids in the Ascomycete *Neurospora*. Journ. agric. research. 36 : 1—14, 4 pl.

bij fungi waarschijnlijk zeer geschikt, temeer daar de pathogene eigenschappen ten opzichte van tarwe en gerst binnen eenige weken zijn vast te stellen.

β. Ophiobolus Graminis SACC.

Ophiobolus Graminis werd, evenals *Ophiobolus herpotrichus*, op een mengsel van steriele haver- en gerstkorrels in Erlenmeyers gekweekt. Een photo van een dezer cultures, welke een maand oud is, wordt gegeven op Plaat X, fig. 1. De infectie van potten geschiedde op dezelfde wijze als bij *Ophiobolus herpotrichus* is medegedeeld. De gebruikte vruchten werden op dezelfde manier ontsmet en de potten onder dezelfde omstandigheden gehouden als bij de proeven met *Ophiobolus herpotrichus*.

Het verloop der infectie is echter geheel anders. Op 24 April 1929 werd een pot geïnfecteerd met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis*, waarna 50 korrels van Wilhelminatarwe werden gezaaid. Van de opgekomen 40 planten stierven er vijf af toen zij een hoogte hadden van ongeveer 6 cm; dit afsterven ging echter niet gepaard met een wit worden, de bladeren werden integendeel geelrood. De overige planten vertoonden een geelrood geworden eerste loofblad en een sterke groeivertraging; zij waren op 29 Mei 1929 slechts ongeveer half zoo lang als de controleplanten, wat in de photo's op Plaat IV, fig. 1 en Plaat V, fig. 1 duidelijk tot uitdrukking komt. Alle planten vertoonden reeds in dit stadium een bruinzwarte verkleuring aan de basis. De verschillende symptomen worden door MCKINNEY (1925) op zijn gekleurde Plate II uitstekend afgebeeld, wat een verder bewijs is, dat de bedoelde ziekte cosmopolitisch is. De symptomen komen volkomen overeen met die, welke men kan verkrijgen door Wilhelminatarwe te zaaien in grond, die vermengd is met stoppels van *Ophiobolus*-voetzieke planten. Op 20 Juni 1929 had zich op de, in met reïncultuur geïnfecteerde grond gezaaide tarweplanten de zwarte verkleuring verder uitgebreid

door de bladscheeden tot in de halm zelf. In deze zwarte myceliummassa bevonden zich vele peritheciën van *Ophiobolus Graminis*. Een der planten is afgebeeld op Plaat X, fig. 2. Op deze photo is duidelijk te zien, dat niet alleen de basis van de stengel, maar ook de wortels zwart zijn gekleurd. Merkwaardig is, dat in de natuur de peritheciën eerst ongeveer acht maanden na de zaai ontstaan, terwijl hier deze organen reeds twee maanden na de infectie waren opgetreden. Een der peritheciën is fijn gedrukt in water; de asci en ascosporen eruit zijn afgebeeld op Plaat II, fig. 1 en 3. Op 19 September 1929 waren alle planten uit de pot geelwit geworden en afgestorven, terwijl de halmen met vele peritheciën van *Ophiobolus Graminis* bezet waren (Plaat III, fig. 3). Een dezer planten is afgebeeld op Plaat IX, fig. 4. Alle planten hebben slechts ongeveer de helft van de lengte der planten in de controlepotten bereikt, terwijl zij verschrompelde korrels hebben geleverd.

Resumeerende kan ik uit infectieproeven met 400 planten van Wilhelminatarwe het volgende ziektebeeld construeeren. Slechts enkele planten sterven af als kiemplant onder roodwording van het blad. Van de overige planten wordt het eerste blad in de regel geelrood en verdroogt daarna. De planten vertoonen een bruinzwarte verkleuring aan de voet, welke verkleuring zich door de bladscheeden tot op de halm voortzet; in deze zwarte vlekken bevinden zich de peritheciën van *Ophiobolus Graminis*. De wortels zijn zwart en breken gemakkelijk af; het wortelstelsel is minder uitgebreid dan bij de gezonde planten. De planten worden eerder geelwit en slechts half zoo lang als de normale planten. De korrels zijn slecht ontwikkeld en verschrompeld.

Dit ziektebeeld komt overeen met dat, hetwelk bij de landbouwers bekend is onder de namen „tarwehalmdooder”, „Weizenhalmtöter”, „piétin-échaudage” enz. en dat in Nederland en Duitschland wordt toegeschreven aan *Ophiobolus her-*

potrichus. Deze meening is onjuist; bewezen is, dat de ziekte veroorzaakt wordt door *Ophiobolus Graminis*.

Ook bij infectie van betonnen bakken met een oppervlak van $\frac{1}{4}$ m² waarin tarwe gezaaid werd op 22 November 1929, waarna de bakken in de open lucht zijn blijven staan, is de ziekte in zeer hevige graad en met dezelfde symptomen als in de potten, welke in plantenkasjes waren geplaatst, opgetreden. Men zie Plaat IX, fig. 1.

Bocumer wintergerst, die door een der biotypen van *Ophiobolus herpotrichus* zeer sterk wordt aangetast, blijkt bij infectie met *Ophiobolus Graminis* slechts zeer geringe ziekteverschijnselen te vertoonen. Een pot, die op 2 Mei 1929 geïnfecteerd was en waarin 45 korrels van Bocumer wintergerst waren gezaaid, vertoonde een uitstekende opkomst der planten. Bij een onderzoek op 29 Mei 1929 bleek, dat er geen enkele kiemplant was gedood, wel waren de bladscheeden aan de basis van de plant duidelijk bruinzwart gekleurd. De planten hebben zich echter verder vrij normaal ontwikkeld en hebben dezelfde lengte bereikt als de controleplanten. Peritheciën van *Ophiobolus Graminis* heb ik slechts op enkele planten kunnen vinden. Ofschoon ik niet wil ontkennen dat er in Europa een door *Ophiobolus Graminis* veroorzaakte voetziekte van gerst voorkomt, heb ik deze in Nederland slechts eenmaal gezien; bij een typische voetziekte van gerst in de omgeving van Wageningen vond ik daarentegen *Leptosphaeria herpotrichoides* op de aangetaste planten.

Mansholt's II B haver, die ik in potten met door *Ophiobolus Graminis* geïnfecteerde grond zaaide, vertoonde geen spoor der ziekte, de zwarte verkleuring aan de halmbasis ontbrak geheel. Ik ben dan ook van meening, dat haver immuun is voor *Ophiobolus Graminis* hier te lande.

Biotypen van *Ophiobolus Graminis* heb ik niet kunnen vinden. Het is echter niet onmogelijk, en zelfs waarschijnlijk, dat zij

voorkomen, maar eerst aan het licht treden als men infectieproeven doet met cultures van de zwam uit verschillende streken der aarde. In de literatuur vind ik enkele aanwijzingen, waaruit ik zeer voorloopig meen te kunnen concludeeren, dat in Groot-Brittannië een andere physiologische vorm van *Ophiobolus Graminis* voorkomt dan op het vasteland van West-Europa. Immers PETHYBRIDGE (1926) schrijft in een jaarverslag over het voorkomen van „Whiteheads” bij haver het volgende:

„1922. Reported as common on peaty soil in certain parts of Merionethshire.

1923. Reported from the same district in Merioneth as last year. Perithecia found on the roots and lower leaf-sheaths of the variety Record at the Plant Breeding Station, Aberystwyth, in September.

1924. Still occurring on damp, peaty soil in Merioneth, also found in N. Cardiga, causing considerable damage in some cases. Perithecia found in September on lower leaf sheaths of Record, Ceirch du Bach and Lunde at Plant Breeding Station Aberystwyth.”

Ook JONES (1926) en Anonymus (1913) deelen mede, dat *Ophiobolus Graminis* in Groot-Brittannië op haver voorkomt. In aanmerking genomen het feit, dat het mij niet is gelukt om haver te infecteeren, terwijl ook een isolatie van de zwam in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika geen peritheciën op haver vormt, bestaat de mogelijkheid, dat er in Groot-Brittannië een ander biotype van *Ophiobolus Graminis* voorkomt dan op het vasteland van Europa. Ook de *Ophiobolus Graminis* in Japan is misschien een ander biotype als die in Noord-Amerika. Immers in Japan wordt een ziekte van rijst veroorzaakt door deze zwam (HORI 1901, HARA 1916), terwijl de isolatie van KIRBY (1925) geen peritheciën vormt op *Oryza sativa*. Daar het klimaat wellicht een zekere invloed heeft op het tot stand komen van de parasitaire verhouding tusschen zwam en plant,

is het bewijs van het bestaan van physiologische rassen van *Ophiobolus Graminis* alleen te verkrijgen door onder volkomen gelijke omstandigheden van temperatuur, licht enz. planten met reïncultures van verschillende herkomst te infecteeren. De groote beteekenis, die de temperatuur kan uitoefenen op de tot standkoming van een bepaald ziektebeeld, wordt duidelijk in het licht gesteld door de onderzoekingen van GASSNER en STRAIB ¹⁾, die aantoonde, dat tarwerassen bij hogere temperaturen resistent en bij lage temperaturen vatbaar kunnen zijn voor *Puccinia glumarum*.

Behalve tarwe gelukt het ook om verschillende andere *Gramineae* met *Ophiobolus Graminis* te infecteeren. Het groote praktische belang van deze kwestie zal ik bij het vraagstuk van de instandhouding der ziekte behandelen.

Reeds in 1883 deelt SACCARDO mede in zijn diagnose van *Ophiobolus Graminis*: „Hab. in basi culmi putrescente Cynodontis v. Agropyri...” In later jaren zijn er vele grassen gevonden, waarop de zwam voorkomt, terwijl KIRBY (1922, 1925) vele infectieproeven heeft gedaan. Daar het tabellarisch overzicht, dat KIRBY (1925) geeft, tegenwoordig met vele nieuwe gegevens kan worden aangevuld, terwijl zijn tabel bovendien niet volledig is wat de Europeesche literatuur betreft, heb ik de gegevens, welke in de literatuur zijn te vinden, opnieuw gerangschikt en aangevuld met eigen waarnemingen.

Een der infectieproeven zal ik kort bespreken. Op 2 Mei 1929 werd in een pot de bovenste laag grond ter dikte van 3 cm vermengd met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* op haver- en gerstkorrels. Op de vermengde laag grond werd *Bromus arvensis* LINN. gezaaid, waarna het zaad met een zeer geringe hoeveelheid steriele grond werd bedekt. Op 29 Mei 1929 hadden

¹⁾ GASSNER, G. & W. STRAIB. 1929. Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten der Weizensorten gegen *Puccinia glumarum*. Phytopathol. Zeitschr. 1: 215—275, 3 fig.

de planten vele afgestorven bladpunten, overigens was de stand goed; eenige weken later waren de halmen aan hun basis duidelijk zwart geworden en op 6 September 1929 kon ik op deze halmen vele met asci gevulde peritheciën vinden. (Plaat III, fig. 4). Door deze proef is bewezen, dat een van tarwe geïsoleerde cultuur van *Ophiobolus Graminis* tot fructificatie kan komen op een gras, een feit dat voor een geringe specialisatie der zwam spreekt en zeer belangrijk is voor de verspreiding der ziekte. Ook *Avena elatior* LINN., *Bromus mollis* LINN., *Bromus secalinus* LINN., *Dactylis glomerata* LINN., *Hordeum murinum* LINN., *Poa nemoralis* LINN. kon ik infecteeren.

Ophiobolus Graminis kan op de volgende *Gramineae* ¹⁾ voorkomen:

- Agropyrum caninum* P. BEAUV. (KIRBY 1922);
cristatum Gaertn. (KIRBY 1922);
dasystachyum SCRIBN. (FRASER, SIMMONDS & RUSSELL 1926);
desertorum RICHT. (KIRBY 1925);
intermedium BEAUV. (KIRBY 1922);
obtusiusculum LANGE (KIRBY 1925);
repens P. BEAUV. (SACCARDO 1875, WATERS 1920, KIRBY 1922, GUYOT 1924) ²⁾;
Richardsoni SCHRAD. (KIRBY 1925);
scabrum BEAUV. (BRITTLEBANK 1919);
Smithii RYDB. (KIRBY 1922);
spicatum RYDB. (KIRBY 1925);
tenerum VASEY (KIRBY 1922).
Agrostis alba LINN. (KIRBY 1925);
perennans TUCKERMAN. (KIRBY 1925);

¹⁾ De namen zijn zooveel mogelijk in overeenstemming gebracht met de tot nu verschenen Vol. I—III (AA-Justicia) van de *Index Londinensis*. Oxford, 1929—1930.

²⁾ In Nederland in de natuur op aangetaste exemplaren van deze *Gramineae* door mij gevonden.

Agrostis retrofacta WILLD. (KIRBY 1925);
 verticillata VILL. (KIRBY 1925);
Alopecurus geniculatus LINN. (KIRBY 1925);
Ammophila arenaria LINK. (SACCARDO & ROUMEGUÈRE 1881,
 BOMMER & ROUSSEAU 1887, DESTRÉE 1893);
Anthoxanthum odoratum LINN. (KIRBY 1925);
Avena elatior LINN. ¹⁾);
 Hookeri SCRIBN. (FRASER, SIMMONDS & RUSSELL 1926);
 sativa LINN. (Anonymus 1913, BRITTLEBANK 1919,
 JONES 1926, PETHYBRIDGE 1926);
Beckmannia eruciformis HOST. (KIRBY 1925);
Bromus arvensis LINN. (KIRBY 1922) ¹⁾ ²⁾);
 briziformis FISCH. & MEY. (KIRBY 1925);
 carinatus HOOK. & ARN. (KIRBY 1925);
 ciliatus LINN. (KIRBY 1922);
 erectus HUDS. (KIRBY 1922);
 exaltatus BERNH. (KIRBY 1925);
 inermis LEYSS. (FRASER, SIMMONDS & RUSSELL 1926);
 japonicus THUNB. (KIRBY 1922);
 lanuginosus POIR. (KIRBY 1925);
 madritensis LINN. (KIRBY 1922);
 marginatus NEES. (KIRBY 1925);
 mollis LINN. (KIRBY 1925, BRITTLEBANK 1919) ¹⁾ ²⁾);
 pendulinus SESSE. (KIRBY 1925);
 Porteri NASH. (FRASER, SIMMONDS & RUSSELL 1926);
 Pumpellianus SCRIBN. (KIRBY 1925);
 racemosus LINN. (KIRBY 1922);
 rigidus ROTH. (KIRBY 1925);
 secalinus LINN. (KIRBY 1922, ROSEN & ELLIOTT
 1923) ¹⁾);

¹⁾ Door mij geïnfecteerd.

²⁾ In Nederland in de natuur op aangetaste exemplaren van deze Gramineae door mij gevonden.

Bromus sterilis LINN. (McALPINE 1904, Anonymus 1912,
 BRITTLEBANK 1919, WATERS 1920, KIRBY 1922,
 PUTTERILL 1924);
 subvelutinus SHEAR. (KIRBY 1925);
 tectorum LINN. (KIRBY 1922);
Chaetochloa geniculata MILLSP. & CHASE. (ROSEN & ELLIOTT
 1923);
Cynodon Dactylon PERS. (SACCARDO 1875, SACCARDO & ROU-
 MEGUÈRE 1881);
Dactylis glomerata LINN. ²⁾);
Elymus arenarius LINN. (KIRBY 1925);
 australis SCRIBN. & BALL. (KIRBY 1922);
 canadensis LINN. (KIRBY 1922);
 condensatus J. & C. PRESL. (KIRBY 1925);
 curvatus PIPER. (KIRBY 1925);
 europaeus LINN. (KIRBY 1925);
 giganteus VAHL. (KIRBY 1925);
 hirsutiglumis SCRIBN. (KIRBY 1925);
 innovatus BEAL. (FRASER, SIMMONDS & RUSSELL 1926);
 sibiricus LINN. (KIRBY 1925);
 virginicus LINN. (KIRBY 1922);
Festuca bromoides SM. (CARNE & CAMPBELL 1924);
 elatior LINN. (KIRBY 1922, ROSEN & ELLIOTT 1923) ¹⁾);
 Myuros EHRH. (CARNE & CAMPBELL 1924);
 octoflora WALT. (ROSEN & ELLIOTT 1923);
Gastridium lendigerum GAUD. (KIRBY 1925);
Holcus lanatus LINN. (KIRBY 1925);
Hordeum distichum LINN. (KIRBY 1925);
 jubatum LINN. (KIRBY 1922);

¹⁾ Door mij geïnfecteerd.

²⁾ In Nederland in de natuur op aangetaste exemplaren van deze Gramineae door mij gevonden.

Hordeum murinum LINN. (Anonymus 1912, BRITTLEBANK 1919, WATERS 1920, KIRBY 1922, CARNE & CAMPBELL 1924, PUTTERILL 1924, SAMUEL 1924) ¹⁾ ²⁾;
nodosum LINN. (KIRBY 1925);
pusillum NUTT. (ROSEN & ELLIOTT 1923);
secalinum SCHREB. (KIRBY 1925);
spontaneum C. KOCH. (KIRBY 1925);
vulgare LINN. (HORI 1901, BRITTLEBANK 1919, KIRBY 1925) ¹⁾ ²⁾;
Hystrix patula MOENCH. (KIRBY 1922);
Koeleria cristata PERS. (KIRBY 1925);
Lolium temulentum LINN. (KIRBY 1922, BENSÁUDE 1929);
Oryza sativa LINN. (HORI 1901, HARA 1916);
Oryzopsis miliacea BENTH. & HOOK. (KIRBY 1925);
Panicum virgatum LINN. (KIRBY 1925);
Phalaris arundinacea LINN. (KIRBY 1922) ³⁾;
 brachystachys LINK. (BENSÁUDE 1929);
 bulbosa LINN. (KIRBY 1925);
Phleum pratense LINN. (KIRBY 1925);
Poa alpina LINN. (KIRBY 1925);
 chaixii VILL. (KIRBY 1925);
 compressa LINN. (KIRBY 1925);
 nemoralis LINN. ¹⁾);
 palustris LINN. (KIRBY 1925);
 pratensis LINN. (KIRBY 1925);
Polypogon monspeliensis DESF. (KIRBY 1925);
Secale Cereale LINN. (GAILLOT 1897, PEGLION 1898, WATERS 1920, KIRBY 1925, SANFORD 1927) ²⁾;
Stipa capillata LINN. (KIRBY 1925);

¹⁾ Door mij geïnfecteerd.

²⁾ In Nederland in de natuur op aangetaste exemplaren van dit gras door mij gevonden.

³⁾ Het gelukte mij niet dit gras te infecteeren.

Stipa lepida HITCH. (KIRBY 1925);
pennata LINN. (KIRBY 1925);
spartea TRIN. (KIRBY 1925);
viridula TRIN. (KIRBY 1925);
Triticum aegilopoides BAL. (KIRBY 1925);
compactum HOST. (KIRBY 1925)¹⁾;
dicoccoides KÖRN. (KIRBY 1922);
dicoccum SCHREB. (KIRBY 1922)¹⁾;
durum DESF. (KIRBY 1922, BENSÁUDE 1929)¹⁾;
monococcum LINN. (KIRBY 1922);
polonicum LINN. (KIRBY 1922);
Spelta LINN. (KIRBY 1922);
turgidum LINN. (KIRBY 1922);
vulgare VILL. (SACCARDO & ROUMEGUÈRE 1881,
 BRITTLEBANK 1919, PRIDHAM 1919, KIRBY 1925,
 BENSÁUDE 1929)^{1) 2)}.

Ophiobolus herpotrichus is op de volgende *Gramineae* gevonden:

Ammophila arenaria LINK. (SYDOW 1898);
Avena sativa LINN. (PRUNET 1913);
Carex riparia CURT. (BOMMER & ROUSSEAU 1891);
Dactylis glomerata LINN. (SYDOW 1898);
Hordeum distichum LINN. (MALKOFF 1905);
Secale Cereale LINN. (FRANK & SOURAUER 1895, FRANK 1897);
Triticum Spelta LINN. (FRANK 1900);
vulgare VILL. (L. & C. TULASNE 1863, OUDEMANS
 1902).

Zelf heb ik de peritheciën van *Ophiobolus herpotrichus* slechts op *Triticum vulgare* gevonden.

¹⁾ Door mij geïnfecteerd.

²⁾ In Nederland in de natuur op aangetaste exemplaren van dit gras door mij gevonden.

HOOFDSTUK IV

FACTOREN, DIE VAN INVLOED ZIJN OP DE ONTWIKKELING VAN DE OPHIOBOLUS-VOETZIEKTE

„*Ophiobolus graminis* behaves in a very perplexing way at times in regard to both fruiting and infection; and, aside from apparent differences in strains of the fungus, it seems probable that environmental factors may be playing an important rôle in bringing about some of these irregularities.” (McKINNEY 1925).

§ 1. De invloed van het klimaat

Reeds in 1897 tracht GAILLOT de vraag te beantwoorden waarom de *Ophiobolus*-voetziekte in bepaalde jaren meer schade aanricht dan in andere jaren. Hij meent, dat een zachte en vochtige winter de ziekte in de hand werkt, speciaal als de tarwe zich door een overmaat van meststoffen en door de hoge temperatuur in de winter, sterk heeft ontwikkeld. Ook GUYOT (1924) is van meening, dat zachte en regenrijke winters een rol spelen bij het sterke optreden van de ziekte in de erop volgende zomer, terwijl hetzelfde gezegd wordt in het „Rapport phytopathologique pour les années 1923-1924” (MARCHAL en FOEX 1924).

Ook in België heerscht dezelfde meening (MARCHAL 1925).

In een rapport uit Oregon (Anonymus 1922 b) vind ik „... climatic conditions have a tremendous influence on the severity of the disease”. Welke klimatologische factoren men

hierbij op het oog heeft, wordt echter niet medegedeeld.

KIRBY (1925) vermoedt, dat een hooge temperatuur en een groote hoeveelheid regen in de vroege lente, gevolgd door droog, warm weer vanaf het tijdstip van uitstoeling tot de oogst, de ziekte in de hand werken.

Al de bovenstaande meeningen berusten slechts op veldwaarnemingen, terwijl het door het in elkaar grijpen van de invloeden van bemesting, variëteit, physische en chemische bodemeigenschappen, en andere niet te controleeren factoren, ondoenlijk is om een exacte interpretatie te geven van de invloed van het klimaat.

Laboratoriumproeven, waarbij met reïncultures geïnfecteerde planten blootgesteld zouden behooren te worden aan bepaalde luchttemperaturen en vochtgehalten zijn niet verricht. Belangrijke proeven met wisselende bodemtemperaturen zijn uitgevoerd door MCKINNEY en DAVIS (1925); deze zullen bij de invloed van de grond ter sprake komen.

§ 2. De invloed van de bodem

Somtijds wordt een verband gelegd tusschen een te hoog vochtgehalte van de bodem en het optreden der Ophiobolusvoetziekte. Deze meening, die slechts op toevallige waarnemingen berust, wordt verdedigd door DOMBROVSKI (1909), DUCOMET (1913), ROSEN en ELLIOTT (1923) SÉVEGRAND (1924), MEISNER (1927), MÜLLER en HÜLSENBERG (1927) en TEDIN (1927).

Andere waarnemers hebben geen verband tusschen bodem en ziekte kunnen ontdekken. Zoo zegt FRANK (1900a), dat de invloed van de bodem hem niet duidelijk is. Volgens VAN HALL (1903) schijnt het watergehalte van de grond geen duidelijke invloed te hebben. LACOUDRE (1928) meent dat er geen verband bestaat tusschen de ziekte en de grondsoort. In de Vereenigde

Staten van Noord-Amerika schrijft MCKINNEY (1925): „In this country take-all is not restricted to any particular soil type or to soils showing any particular degree of fertility. The writer has observed fields in Kansas, Oregon, and New York where the disease occurred on the best of soil. However, in other localities... the disease appeared on soils poor in texture and fertility”. Ook in Australië is de Ophiobolose niet beperkt tot bepaalde grondsoorten. Immers volgens RICHARDSON (1910) komt de ziekte op alle grondsoorten voor. PRIDHAM (1911) deelt mede, dat de ziekte niet alleen op slecht ontwaterde, doch ook op hoog gelegen akkers optreedt. CARNE en CAMPBELL (1924) schrijven: „Take-all is found in all classes of soil and in all kinds of locations”.

Hier te lande heb ik geen verband tusschen de structuur van de grond en het meer of minder hevig optreden der Ophiobolus-voetziekte kunnen vinden. Zij komt zoowel voor op de Zuid-Limburgsche löss als op de rivierklei, zeeklei en leemgronden. Wel heb ik de indruk gekregen, dat de ziekte veelvuldiger en heviger optreedt op slecht ontwaterde gronden.

Een experimenteel onderzoek over de invloed van de temperatuur en het vochtgehalte van de bodem op de infectie van tarweplanten door *Ophiobolus Graminis* is verricht door MCKINNEY en DAVIS (1925). De gebruikte tarwe kiemt het best bij grondtemperaturen van 12-20° C. en bij een vochtgehalte van 54,4-80 % van de watercapaciteit. Een goede wortelontwikkeling vindt plaats bij grondtemperaturen van 16-26° C. De optimum temperatuur van *Ophiobolus Graminis* is 19-24° C. voor een isolatie uit New York en 23-24° C. voor een isolatie uit Oregon. Infectie en graad van aantasting der tarweplanten worden begunstigd door betrekkelijk lage grondtemperaturen, namelijk 12-16° C. en door vrij hoge vochtgehaltes van de grond, namelijk 70-80 %.

Daar de groei van *Ophiobolus Graminis* in reïncultuur slechts

weinig beïnvloed wordt door een variatie in het koolzuurgehalte van de atmosfeer van 0,9 tot 18 %, is het niet waarschijnlijk, dat het CO₂-gehalte van de grond invloed zal uitoefenen op de aantasting van tarwe (FELLOWS 1928a).

In de invloed van de zuurgraad en het kalkgehalte van de grond op de intensiteit der *Ophiobolus*-voetziekte, hebben wij slechts weinig inzicht, doordat dit vraagstuk zeer ingewikkeld blijkt te zijn.

BRITTLEBANK (1919) vond, dat bij gebruik van een kalkbemesting het aantal aangetaste planten vermeerderde; hij wil echter geen definitieve conclusie trekken, omdat zijn proeven slechts over één jaar lopen. THOMAS (1927) leidt uit veldwaarnemingen af, dat op kalkrijke plekken de ziekte heviger is dan op de omringende kalkarme gronden, terwijl FISH (1927) tot dezelfde conclusie is gekomen. Ook ROSEN en ELLIOTT (1923) verdedigen deze meening.

KIRBY (1925) cultiveerde *Ophiobolus Graminis* op voedingsbodems met verschillende zuurgraden en vond, dat de groei het snelst is bij een alkalische reactie van de voedingsbodem. Daarna deed hij enkele potproeven, waarbij de vereischte zuurgraden verkregen werden door grond te vermengen met Natriumhydroxide en met zwavelzuur. De tarweplanten, die in de potten met een pH van 5,2-8,8 groeiden, stierven alle af, terwijl de planten in de potten met een pH van 2,3-4 in leven bleven en slechts weinig symptomen der ziekte vertoonden. De groei dezer planten was echter zeer slecht door de zure reactie van de grond. Het resultaat van zijn proeven is, dat de planten bij geen enkele zuurgraad, die hun een normale ontwikkeling veroorlooft, aan de ziekte zullen ontsnappen.

De resultaten van de proeven van DAVIS (1925) zijn tegenstrijdig met die van KIRBY; hij vindt immers dat de optimale pH voor een isolatie van *Ophiobolus Graminis* uit New York 6,0 is en voor een isolatie uit Oregon 6,8 terwijl de optimale pH

voor een isolatie uit Arkansas varieerde tusschen 6,8 en 7,6.

Deze tegenstrijdigheid is te verklaren door de uitkomsten van de vrij uitgebreide onderzoekingen van WEBB en FELLOWS (1926); uit deze laatste experimenten blijkt tevens, dat de invloed van de waterstofionenconcentratie op de vegetatieve groei van *Ophiobolus Graminis* in reïncultuur veel ingewikkelder is, dan men uit de proeven van KIRBY (1925) en DAVIS (1925) zou afleiden. De optimale waterstofionenconcentratie hangt in sterke mate af van de chemische en physische samenstelling van het medium, zoodat het groei optimum zoowel in de zure als in de alkalische zone kan liggen. Hieruit rijst de vraag of ook het grondtype de invloed van de waterstofionenconcentratie op de groei van de zwam kan beïnvloeden, wat wel eenige waarschijnlijkheid heeft. WEBB en FELLOWS (1926) zijn dan ook van meening, dat pogingen tot voorkoming van de ziekte door middel van verandering van de reactie van de grond onzekere uitkomsten kan geven.

De nieuwste publicatie op dit gebied is van SCHAFFNIT en MEYER-HERMANN (1930), die aantonen, dat bij een pH van 7,49 de infectie het sterkst is, terwijl bij een pH van 4,03 de infectie slechts gering is. Bij deze laatste zuurgraad stoelden de tarweplanten niet uit, terwijl de groei slecht was. Door hen wordt de bestrijding van de voetziekte gezocht in het gebruik van bepaalde meststoffen, die de reactie van de grond in zure richting kunnen drijven.

Daar ik gevonden heb, dat de in Nederland voorkomende *Ophiobolus Graminis* niet op zure voedingsbodems kan groeien, heeft deze methode een, zij het waarschijnlijk ook geringe, kans van slagen. Uit de bespreking van de proeven van WEBB en FELLOWS (1926) blijkt echter voldoende, dat er op dit gebied nog uitgebreide onderzoekingen moeten worden gedaan, waarbij de zwam moet worden gebracht in gronden van verschillende structuur om na te gaan hoe de optimale pH kan variëren onder

invloed van de physische eigenschappen van de bodem. Wel heeft men uit al de genoemde gegevens een aanwijzing, dat men met het gebruik van kalk op velden, die zieke tarweplanten hebben vertoond, voorzichtig behoort te zijn. Een zeer ernstig geval der *Ophiobolus*-voetziekte zag ik in de zomer van 1930 in de nabijheid van Kampen; de grond was bijzonder rijk aan kalk.

Ik deed eenige potproeven om de invloed van verschillende meststoffen op het percentage zieke planten na te gaan. De verkregen cijfers zijn slechts met reserve te beschouwen, daar de kas, waarin de potten geplaatst waren, gedurende de winter verwarmd werd door middel van een in het midden ervan geplaatste kachel, zoodat de verschillende potten niet alle aan dezelfde temperatuur waren blootgesteld.

In de eerste helft van November werd Wilhelminatarwe gezaaid in potten met een diameter van ongeveer 25 cm, welke gevuld waren met besmette kleigrond, die vermengd was met bepaalde stoffen. Per pot werden gewoonlijk 40 korrels gezaaid. In de eerste helft van Augustus werden de zieke planten geteld; de cijfers in onderstaande tabel zijn uitgedrukt in %, ieder cijfer heeft betrekking op één pot.

Geen bemesting	5,3 g. CaO per pot	53 g. CaO per pot	106 g CaO per pot	200 c.c. n azijnzuur per pot	400 c.c. n azijnzuur per pot
57	93	94	79	80	46
55	96	86	100	75	40
42	89	79	75	57	100
59	—	—	—	—	—
89	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	—

Op een besmet tarweveld, dat ik eenige dagen voor de zaai liet besproeien met een hoeveelheid normaal azijnzuur, over-

eenkomende met 2 liter per m², vertoonde de Wilhelminatarwe in de loop der vegetatieperiode geen verschil met de tarwe op het eraan grenzende niet besproeide, besmette veld. In Augustus was het percentage door Ophiobolose afgestorven planten op beide perceelen even groot, alle planten waren namelijk afgestorven.

§ 3. De invloed van de bemesting

Ook over de invloed van de bemesting op de hevigheid der Ophiobolus-voetziekte is weinig bekend, terwijl de uitspraken der verschillende waarnemers dikwijls tegenstrijdig zijn. Uit een overzicht der geheele literatuur krijgt men de indruk, dat vrij dikwijls in de praktijk gebleken is, dat een sterke stikstofbemesting de intensiteit der ziekte kan versterken, terwijl daarentegen fosforzuur in tegengestelde richting kan werken. GAILLOT (1898) schrijft, dat men op voetzieke perceelen niet te veel stikstof moet geven. SÉVEGRAND (1924) vindt, dat stikstof schadelijk werkt. Ook PEYRONEL (1926) wil een groote stikstofbemesting vermijden. MÜLLER en HÜLSENBERG (1927) deelen enkele waarnemingen mede waaruit een verband tusschen het heftig optreden van de ziekte en een rijkelijke stikstofhoeveelheid in de grond zou kunnen blijken. Uit bemestingsproeven van PARISOT (1926) is af te leiden, dat stikstofmeststoffen het percentage zieke planten vermeederen. MCKINNEY (1925) is van meening: „... nitrogenous fertilizers tend to increase the severity of the disease”. Hij geeft dan ook de raad: „Use nitrogenous fertilizers with caution”.

Echter niet alle onderzoekers nemen het bovenstaande standpunt in. Zoo meent FRANK (1900c), dat Chilisalpeter weinig invloed heeft op de ziekte, terwijl GAUDINEAU en GUYOT (1925) geen duidelijk resultaat zagen van bemestingen met stikstof, fosforzuur en kali.

Een tegengesteld standpunt wordt verdedigd door SCHAFFNIT (1930), die een stikstofbemesting aanbeveelt en wel in de vorm van zwavelzure ammoniak in het najaar en van een salpeteroverbemesting in het voorjaar. Een motiveering van zijn meening wordt echter niet medegedeeld.

Terwijl er dus door verschillende onderzoekers een ongunstige werking van stikstof op het percentage aangetaste planten en op de graad van aantasting wordt verdedigd, kent men phosphorzuur, en in eenigszins mindere mate kali, een werking in de gewenschte richting toe.

In 1892 raadt SCHRIBAUX vrij sterke K_2O - en P_2O_5 -bemestingen aan. VAN HALL (1903) schrijft, dat een sterke phosphorzuurbemesting somtijds een gunstig resultaat schijnt te hebben. MCKINNEY (1925) meent dat phosphorzuurmeststoffen „tend to reduce take-all”. Ook in Australië is de meening verdedigd, dat P_2O_5 en K_2O de aantasting verminderen (HARTMANN 1913). In Frankrijk vond PARISOT (1926), dat superphosphaat het percentage aangetaste planten iets sterker verminderde dan Thomasphosphaat. In een discussie, die volgde op een voordracht van FRON (1927), deelen PONSARD en MANGIN mede, dat phosphorzuur een gelukkig effect heeft.

Volgens HIEKE (1928) vertoonen met kali bemeste perceelen minder voetziekte dan perceelen welke geen kalibemesting ontvangen hebben.

CRÜGER (1929) raadt aan om tarwe die verbouwd wordt na voorvruchten, welke de grond met stikstof verrijken goed van kali, maar vooral van phosphorzuur te voorzien.

Ook SCHAFFNIT (1930) verwacht resultaten van een rijkelijke phosphorzuurbemesting.

Dat echter de werking van P_2O_5 en K_2O niet altijd tot uiting komt, blijkt uit de waarnemingen van GAUDINEAU en GUYOT (1925).

Volgens TEDIN (1927) zijn er eenige aanwijzingen, dat stal-

mest een ongewenschte werking kan hebben.

Merkwaardig zijn in dit verband de proeven waarvan FELLOWS (1929) in zeer beknopte vorm de resultaten mededeelt. Paardemest, lucernestengels, aardappelmeel en andere organische stoffen aan besmette grond toegevoegd, zouden zeer de hevigheid van de Ophiobolus-voetziekte verminderen. „In some cases almost perfect control was obtained”. Verdere mededeelingen over deze zeer belangrijke kwestie zijn tot nu toe niet gedaan.

De medegedeelde gegevens over de invloed van de bemesting op de ziekte hebben slechts waarde als voorloopige aanwijzingen. Groot opgezette proeven om deze invloed te bepalen zijn nog niet gedaan. Dikwijls heeft men zijn meening op veldwaarnemingen gebaseerd, terwijl men zelfs niet met voldoende zekerheid wist door welke zwam de tarwe was aangetast.

In antwoord op de op blz. 8 afgedrukte vragenlijst, is geen enkel schrijven ontvangen, waaruit blijkt, dat men hier te lande een invloed van N, P₂O₅ of K₂O heeft gezien. Ook bij navraag bij verschillende landbouwers heb ik nimmer een positief antwoord kunnen krijgen.

Potproeven, die terzelfder tijd als de potproeven met kalk en azijnzuur zijn genomen, hebben, waarschijnlijk door de zeer gebrekkige verwarming van de kas, geen betrouwbare uitkomsten gegeven, zooals uit onderstaande tabel, waarin elk cijfer het percentage aangetaste planten per pot aangeeft, kan blijken.

Geen bemesting	0 g. superphosph.	1,06 g. superph.	2,12 g. superph.	4,24 g. superph.	6,36 g. superph.	8,48 g. superph.
57	36	26	43	54	33	68
55	22	63	57	46	60	79
42	65	87	39	62	68	52
59	39	25	—	91	58	45
89	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	—	—

0,25 g. NH ₄ NO ₃	0,50 g. NH ₄ NO ₃	0,75 g. NH ₄ NO ₃	1,00 g. NH ₄ NO ₃
96	79	91	98
88	89	94	91
73	100	93	85
96	93	—	91

In deze cijfers kan men een aanwijzing zien, dat ammonium-nitraat het percentage aangetaste planten doet stijgen, terwijl superphosphaat geen duidelijke invloed vertoont.

Bij de tegenwoordige stand van het probleem van de invloed van de bemesting op de Ophiobolose van tarwe, is het gewenscht dat men bij de verbouw van tarwe op akkers, waarvan men weet dat zij door deze ziekte besmet zijn, voorzichtig is met het aanwenden van stikstofmeststoffen. Phosphorzuur en kali kunnen rijkelijk worden gegeven. Echter zullen nog langdurige proeven noodig zijn om de invloed van de bemesting op de intensiteit der ziekte na te gaan.

§ 4. De invloed van de voorvrucht

Bij de invloed, welke de voorvrucht op de tarwe kan hebben, dienen wij er rekening mede te houden, dat verschillende onzer cultuurgrassen, zooals gerst, aangetast kunnen worden door *Ophiobolus Graminis*, zoodat de in en op de bodem achtergebleven plantenresten de tarwe kunnen besmetten met deze gevaarlijke zwam.

Reeds lange jaren is bekend dat de voorvrucht een invloed kan uitoefenen op de mate van aantasting van de tarwe. In de literatuur is men het er vrijwel over eens, dat tarwe, welke na graangewassen (uitgezonderd haver) wordt verbouwd dikwijls bijzonder sterk van de Ophiobolus-voetziekte heeft te lijden. Vooral wintergerst en zomergerst hebben een zeer ongunstige

naam als voorvrucht voor tarwe. Deze slechte werking is in Nederland geconstateerd door VAN HALL (1903), in Duitsland door FRANK (1900b), VON RICHTHOFEN (1912), GAUL (1913), KASSEL (1927), BLUNCK (1928, 1929), FRIEDERSDORF (1928) en CRÜGER (1929). Zoo schrijft BLUNCK (1929): „Gerste bildet in den durch Fusskrankheiten heimgesuchten Gegenden für Weizen die denkbar schlechteste Vorfrucht”. Heitz (1927) vermeldt, dat tarwe na gerst voor ongeveer 100 % ziek was, na zomertarwe voor 60%, terwijl de tarwe na aardappels en na haver gezond was gebleven. MÜLLER en HÜLSENBERG (1927) zagen een tarweveld, dat voor de helft na zomergerst en voor de helft na bieten stond. De tarwe, die in de zomergerststoppel was verbouwd, was voor bijna 100 % ziek, terwijl in de tarwe, die na bieten was verbouwd slechts enkele aangetaste planten waren te vinden.

Ook in Frankrijk is gerst als een slechte voorvrucht voor tarwe bekend (GUYOT 1924), terwijl in Nieuw-Zuid-Wales NOBLE (1928) schrijft, dat men na gerst geen tarwe moet verbouwen.

Tegenwoordig kan er dan ook geen twijfel meer bestaan, dat gerst de meest ongewenschte voorvrucht voor tarwe is in die gevallen waarin men de Ophiobolus-voetziekte heeft te vreezen.

Tarwe zelf is een slechte voorvrucht voor tarwe, zooals geconstateerd is door FRANK (1900b), VON RICHTHOFEN (1912), HEITZ (1927), KASSEL (1927), MÜLLER en HÜLSENBERG (1927), GUYOT (1924), KIRBY (1925), FRASER, SIMMONDS en RUSSELL (1926). GUYOT (1924) schrijft: „Le Piétin sévit avec une particulière fréquence là où le Blé est cultivé deux ans de suite, sur le même sol; l'intensité du mal y est aussi plus grande qu'ailleurs”. KIRBY (1925) merkte in de staat New York op: „... in nearly every field in which more than five per cent of the plants were killed by take-all, two or more successive crops of wheat had been planted”.

Het is raadselachtig, dat CRÜGER (1929) tarwe tot de betere voorvruchten rekent.

Grasland is slecht om er tarwe in te zaaien, wat niet verwonderlijk is, indien men de lijst van *Gramineae* waarvan bekend is dat zij aangetast kunnen worden door *Ophiobolus Graminis*, op blz. 84 beschouwt. Zoo schrijft SAMUEL (1923): „The crops which suffered most from „Take-all” were those following grassland”.

Ook rogge heeft een slechte naam als voorvrucht voor tarwe (KASSEL 1927, MÜLLER en HÜLSENBERG 1927, BLUNCK 1928, 1929, GUYOT 1924).

Haver daarentegen is zeer geschikt als voorvrucht voor tarwe op besmette akkers. Dit feit is geconstateerd door VAN POETEREN (1924), HEITZ (1913), REUTHER (1913), KASSEL (1927) MÜLLER en HÜLSENBERG (1927), BLUNCK 1928, 1929), MCKINNEY (1925) en DAWKINS (1913).

GUYOT (1924) rekent haver evenwel tot de slechte voorvruchten.

De goede werking van haver is te verklaren doordat dit gewas niet aangetast wordt door *Ophiobolus Graminis*. Alleen in Groot-Brittannië wordt haver wel aangetast.

De meeningen over de waarde van vlinderbloemige gewassen als voorvrucht voor tarwe op besmette akkers, zijn verdeeld. Er zijn waarnemingen gepubliceerd, dat deze gewassen de ziekte in de tarwe in de hand hebben gewerkt. Daar *Ophiobolus Graminis* niet op Leguminosen kan leven, is de verklaring van de slechte werking wellicht te zoeken in het feit, dat deze planten de bodem met stikstof verrijken. CRÜGER (1929) en BLUNCK (1929) geven de raad de tarwe na Leguminosen flink met phosphorzuur, en op lichte gronden ook met kali, te bemesten. Overigens rekent CRÜGER (1929) erwten tot de zeer goede voorvruchten voor tarwe, wat in strijd is met de meening die VAN HALL (1903), op grond van een enquête onder de Nederlandsche land-

bouwers, heeft uitgesproken.

Ook over de verbouw van tarwe op aardappelland zijn de meeningen verdeeld. CRÜGER (1929) en BLUNCK (1929) rekenen aardappels tot de betere voorvruchten; MÜLLER en HÜLSENBERG (1927) meenen opgemerkt te hebben, dat aardappels de beste voorvrucht voor tarwe zijn, wat ook door HEITZ (1927) wordt geschreven. FRANK (1900b) daarentegen vermeldt een geval dat tarwe, die op aardappelland was verbouwd, sterk was aangetast.

Bieten zijn aan te raden als voorvrucht voor tarwe (FRANK 1900 b, KASSEL 1927, MÜLLER en HÜLSENBERG 1927, BLUNCK 1929, MAUNOURY 1924).

Een enkel woord wil ik hier nog zeggen over het verbouwen van tarwe in braakland. Braak kan een zeer gunstige uitwerking hebben op besmet land, wat in Australië gebleken is. De voorwaarde, waaraan braak moet voldoen, is dat het land vrij moet worden gehouden van grassen, waarop immers de zwam kan leven en vruchtlichamen kan vormen. Zoo schrijft DAWKINS (1913) in Zuid-Australië, dat het braakland „absolutely clean” behoort te zijn. De goede werking van de braak is in Duitschland geconstateerd door FRANK (1900b), terwijl BLUNCK (1929) schrijft: „... nach reiner, queckenfreier Schwarzbrache bleibt der Weizen gesund”.

Uit de antwoorden, welke Prof. QUANJER op zijn enquête over de „tarwehalmdooder” ontvangen heeft, blijkt, dat in 1927, het jaar waarin de Ophiobolus-voetziekte in Nederland in bijzonder hevige mate optrad, door verschillende landbouwers de schadelijke werking van gerst als voorvrucht voor tarwe is opgemerkt. Verder wordt medegedeeld, dat in een tarweveld, dat voor de helft erwten en voor de andere helft boonen als voorvrucht had, op het erwtenland de meeste zieke planten werden gevonden. Uit Dordrecht wordt bericht dat de ziekte het hevigst is bij verbouw van tarwe na vlas.

Uit de in de voorgaande bladzijden medegedeelde gegevens meen ik te mogen concludeeren, dat het in hooge mate ongewenscht is om tarwe na gerst, rogge of tarwe te verbouwen. Indien de Ophiobolus-voetziekte in de bodem voorkomt, zijn goede voorvruchten haver, bieten en misschien aardappelen. Over vlinderbloemigen als voorvrucht voor tarwe zijn de meeningen verdeeld.

§ 5. De invloed van de zaaitijd

Wat de invloed van de zaaitijd betreft, is men over het algemeen van meening, dat vroeg in de herfst gezaaide wintertarwe door de Ophiobolus-voetziekte sterker wordt aangetast, dan de laat gezaaide wintertarwe.

Het eerst schijnt deze merkwaardige invloed van de zaaitijd geconstateerd te zijn door FRANK (1900c). In 1903 schrijft VAN HALL: „Een van de duidelijkste uitkomsten, die onze enquête aan het licht heeft gebracht is deze, dat de tijd van zaaiing van zeer grooten invloed is op het optreden der ziekte en dat vroeggezaaide wintertarwe meer kans heeft aan de ziekte te lijden dan laatgezaaide”. Dezelfde gunstige werking van een late zaai der wintertarwe is geconstateerd door MÜLLER en HÜLSENBERG (1927), SCHAFFNIT (1930) en FOEX (1919a). GAUDINEAU en GUYOT (1925) beschrijven een proef, waarbij van de op 7 October gezaaide tarwe 86 % der halmen aangetast waren, terwijl van de op 15 December gezaaide tarwe slechts 11 % der halmen de ziekte vertoonde.

Zomertarwes worden meestal in veel geringere graad aangetast dan wintertarwes (VAN HALL 1903, FOEX 1919a, GAUDINEAU en GUYOT 1925).

Ook in het jaar 1927 hebben in Nederland verschillende landbouwers opgemerkt, dat in laat gezaaide tarwe de ziekte minder erg was dan in het vroege zaaisel. Slechts één landbouwer deelt mede, dat het meest zieke perceel gezaaid was half

October en het in mindere mate aangetaste op het einde van September.

De invloed van de zaaitijd op het aantal aangetaste halmen komt in proeven, die ik nam op sterk besmette velden, duidelijk aan het licht. Bij een dezer proeven werden de wintertarwes op 24 October en op 10 December gezaaid. Op 6 Augustus werden uit ieder perceeltje de planten uit vijf rijen van 1 m lengte onderzocht. Daar de rijenafstand 20 cm was, zijn dus uit ieder veldje, dat 12 m² groot was, de planten van 1 m² onderzocht. De volledige resultaten van dit onderzoek zal ik mededeelen bij de bespreking van de invloed van het tarweras op de intensiteit der ziekte. Tot ons doel is het voldoende, dat hier alleen het aantal gezonde halmen wordt vermeld, hetgeen in onderstaande tabel geschiedt, waarin elk cijfer het percentage gezonde halmen weergeeft.

Tarweras	Gezaaid 24 October	Gezaaid 10 December
Jacob Cats	0,8	9,6
Kruisingsangel	0,6	22,1
Svalöf's Kroontarwe	8,6	10,6
Teverson	2,4	15,5
W × E. P.	0,0	0,8

Slechts Concurrent en Weibull's Standaard vertoonden een tegenovergesteld gedrag, namelijk:

Tarweras	Gezaaid 24 October	Gezaaid 10 December
Concurrent	4,1	3,8
Weibull's Standaard....	8,0	0,4

Bij een tweede proef die ik deed, blijkt de invloed van de zaaitijd eveneens duidelijk. Ook in onderstaande tabel geven

de cijfers het percentage gezonde halmen aan, waarvan de telling verricht is van 16 tot 26 Juli.

Tarweras	Gezaaid 24 October	Gezaaid 10 December
Algebra	17,2	41,7
Emma	35,0	46,0
Imperiaal IIa	10,8	21,2
Trifolium.....	35,2	43,1
Wilhelmina	12,1	16,3

Conclusie: HET IS GEWENSCHT OP AKKERS, WAARVAN MEN WEET, DAT DE GROND DOOR DE OPHIOBOLUS-VOETZIEKTE BESMET IS, DE WINTERTARWE LAAT TE ZAAIEN.

§ 6. De invloed van het tarweras

Over de invloed, die het tarweras op de intensiteit der Ophiobolus-voetziekte kan hebben, is nog weinig bekend. Uit een overzicht der literatuur krijgt men de indruk, dat er wel verschillen in vatbaarheid der rassen bestaan, maar dat deze verschillen niet groot genoeg zijn om praktische beteekenis te hebben.

In Nederland is de eenige waarneming over de vatbaarheid der rassen verricht door VAN HALL (1903), die op grond van een enquete aanneemt, dat Roode Dikkoptarwe iets minder vatbaar schijnt te zijn dan Duivendaal, Fletumer en Essex.

In Duitschland schrijft FRANK (1897), dat alle tarwerassen worden aangetast. Volgens nieuwere waarnemingen schijnt Karstens Squarehead vrij resistent te zijn (LILGE 1927), wat ik echter slechts met zeer veel reserve kan aanvaarden, daar exacte proeven geheel ontbreken. Over het algemeen worden in dit land de witte tarwes meer aangetast dan de roode (BLUNCK 1929) en de dikkoftarwes meer dan de landrassen (MEISNER 1927,

BLUNCK 1928). Als tamelijk resistent gelden volgens BLUNCK (1928) Salzmünder Standard-Weizen en Friedrichswerther Berggoldweizen. Proeven, die ik met laatstgenoemd ras deed, brachten van deze tamelijke resistentie echter niets aan het licht, wat een aanwijzing is, dat men met mededeelingen uit de practijk zeer voorzichtig behoort te zijn.

In Frankrijk is opgemerkt, dat vroege tarwerassen gevoeliger zijn dan late; immune tarwes komen daar te lande niet voor (GUYOT 1924). GUYOT (1924) verdeelt de belangrijkste in Frankrijk verbouwde tarwerassen op grond van een enquête in drie groepen, namelijk „variétés fortement attaquées, variétés moyennement attaquées, variétés faiblement attaquées”. Tot de eerste groep behooren Japhet, Bon Fermier, Hybride hâtif Inversable, Blé des Alliés, Blé de Noé, Blé Trésor. Tot de tweede groep worden gerekend Blé de Bordeaux, Blé Dattel, Wilhelmina, Goldendrop. Tot de „variétés faiblement attaquées” zouden Hybride de la Paix en Téversion behooren. De juistheid van deze indeeling meen ik te mogen betwijfelen; trouwens GUYOT zelf schrijft: „Nous avons noté l’*Ophiobolus graminis* en proportions sensibles sur Blé de Bordeaux, Blé de Réole et Blé des Alliés dans le Sud-Ouest..., sur Wilhelmina à Bussy-les-Poix”.

In de Vereenigde Staten van Noord-Amerika zijn waarnemingen verricht door REED en DUNGAN (1920), die echter zeer waarschijnlijk betrekking hebben op de „take-all” in de staat Illinois, welke ziekte geheel verschillend is van de door *Ophiobolus Graminis* veroorzaakte echte „take-all”. Volgens KIRBY (1925) zijn Forward en Dawson waarschijnlijk resistent op het veld, doch deze opgave acht ik niet juist daar CALL (1927) schrijft, dat er vele tarwes onderzocht zijn en er geen enkele resistente is gevonden. Ook in de staat Californië komt geen immuun tarweras voor, Hard en White Federation schijnen echter bijzonder vatbaar te zijn (MACKIE 1923).

In Canada vertoonen de tarwes wel geringe verschillen in vatbaarheid, maar de graad van resistentie van de meest onvatbare is niet groot genoeg om de verbouw ervan op besmette velden aan te raden (RUSSELL 1928).

In Zuid-Afrika worden alle verbouwde tarwes aangetast door de *Ophiobolus*-voetziekte (PUTTERILL 1924).

In Australië onderzocht PRIDHAM (1919) 81 tarwerassen, het percentage sterk aangetaste planten wisselde van 1 tot 34. Volgens CARNE en CAMPBELL (1924) zijn alle tarwes even vatbaar voor „take-all”, doch juiste gegevens ontbreken.

Daar een onderzoek naar de vatbaarheid van de in Nederland verbouwde rassen van *Triticum vulgare* VILL. geheel ontbrak, heb ik getracht deze lacune aan te vullen door een aantal tarwerassen uit te zaaien op sterk besmette perceelen, ofschoon in verband met de troosteloze buitenlandsche ervaringen de waarschijnlijkheid gering was, dat er hier te lande een resistent ras zou voorkomen. De groote moeilijkheid is de beoordeeling; cijfers, die uitsluitend gebaseerd zijn op een telling van het aantal zieke halmen, kunnen geen juist beeld geven van de vatbaarheid van een ras. In voor de ziekte gunstige omstandigheden immers worden bijna alle planten min of meer aangetast. Het eindresultaat van deze aantasting kan zijn, dat de halm ongeveer normaal van lengte blijft, in welk geval de planten nog eenige oogst opleveren. Is de aantasting echter hevig, dan is het gevolg een zeer grove beschadiging, waardoor de halmen kort blijven en de aren zóó verschrompelde korrels geven, dat deze met het kaf uit de dorschmachine worden verwijderd. Ook kunnen in het laatste geval de aren geheel ontbreken. Plaat X, fig. 3 geeft een indruk van de oogstvermindering door de *Ophiobolus*-voetziekte. De cijfers in onderstaande tabellen illustreeren de oogstvermindering bij Teversontarwe.

Aren afkomstig van zieke, korte halmen, welke ongeveer half zoo lang zijn als de gezonde halmen :

Aantal korrels per aar:	Gewicht in g. der korrels per aar:
14	0,1380
15	0,3134
17	0,1966
18	0,2617
19	0,5542
19	0,2630
19	0,4512
24	0,5942
30	0,5900

Aren afkomstig van zieke halmen, welke ongeveer van dezelfde lengte zijn als de gezonde halmen :

Aantal korrels per aar:	Gewicht in g. der korrels per aar:
29	0,8651
34	0,5663
36	0,6060
38	0,9715
43	0,7963
47	1,1986

Aren afkomstig van gezonde halmen :

Aantal korrels per aar:	Gewicht in g. der korrels per aar:
38	1,7951
46	2,1125
50	2,5829

In October 1928 liet ik een aantal tarwerassen uitzaaien op een sterk besmet perceel en wel in veldjes van 3 bij 4 m. In de

tweede helft van Juli werden uit ieder veldje op willekeurige plaatsen vijf rijen ter lengte van 1 m genomen, zoodat, daar de rijenafstand 20 cm was, uit ieder veldje de planten, die zich op 1 m² bevonden, zijn onderzocht. De halmen werden in vier categorieën gerangschikt, te weten:

a. gezonde halmen, dat zijn halmen, die aan de basis geen zwart mycelium tusschen stengel en bladscheede vertoonen,

b. zieke halmen, die ongeveer even lang zijn als de gezonde,

c. zieke halmen, die duidelijk korter zijn dan de gezonde halmen,

d. zieke halmen, die geen aren hebben gevormd, hetgeen bij de categorieën b en c wel het geval is.

Het resultaat der telling is medegedeeld in onderstaande tabel.

Tarweras	Aantal onderzochte halmen (per 1 M ²)	Gezonde halmen (in %)	Zieke halmen		
			lang (in %)	kort (in %)	zonder aar (in %)
Algebra	128	17,2	50,0	32,8	—
Emma	223	35,0	49,8	15,2	—
Imperiaal IIa	138	10,8	8,8	80,4	—
Krafft's Siegerländer.	143	5,5	44,0	39,1	11,4
Kruisingsangel	235	27,2	32,3	24,3	16,2
Mansholt's Witte Dik- kop III	146	9,6	46,5	43,9	—
Millioen III	167	26,9	44,3	13,8	15,0
Strube's General von Stocken	172	2,4	8,1	89,5	—
Svalöf's Pantser III..	258	12,4	29,0	41,9	16,7
Svalöf's Staaltarwe...	159	6,3	44,6	49,1	—
Teverson	231	36,8	55,0	8,2	—
Trifolium	216	35,2	6,5	54,2	4,1
Waard en Groet	129	1,5	13,2	72,1	13,2
Wageninger	265	24,2	19,6	45,3	10,9
Wilhelmina	206	12,1	2,9	78,7	6,3

Uit deze tabel blijkt, dat er wel verschillen in aantasting voorkomen; tevens bestaat er bij de verschillende rassen een vrij belangrijk verschil tusschen de verhouding van lange en korte

zieke halmen. Op deze verhouding zou ik meer de nadruk willen leggen dan op de absolute waarde der cijfers. Naar mijn meening heeft men bij het zaaien van rassen als Imperiaal IIa, Strube's General von Stocken, Trifolium, Waard en Groet en Wilhelmina op sterk besmette perceelen een volkomen misoogst te verwachten.

Verder liet ik in October 1928 nog enkele rassen zaaien en onderzocht in de eerste helft van Augustus de halmen. Ter vergelijking werden in Maart 1929 nog drie zomertarwes gezaaid, welke op hetzelfde tijdstip werden onderzocht.

De verkregen cijfers zijn verwerkt in onderstaande tabel.

Tarweras	Aantal onderzochte halmen (per 1 M ²)	Gezonde halmen (in %)	Zieke halmen		
			lang (in %)	kort (in %)	zonder aar (in %)
Concurrent	172	4,1	32,5	50,0	13,4
Jacob Cats	238	0,8	38,6	48,5	12,1
Kruisingsangel	158	0,6	37,4	48,1	13,9
Millicoen II	173	0,0	26,6	58,3	15,0
Svalöf's Kroontarwe .	197	8,6	43,7	41,1	6,6
Teverson	210	2,4	38,6	49,5	9,5
Weibull's Standaard .	214	8,0	26,6	52,3	13,3
W × E. P.	217	0,0	30,9	55,7	13,3
Wilhelmina	187	3,8	28,3	59,9	8,0
Blé Hybr. de la Paix ¹⁾	165	4,8	58,2	37,0	0,0
Japhet ¹⁾	115	1,7	98,3	0,0	0,0
Van Hoek ¹⁾	270	31,9	67,4	0,0	0,7

¹⁾ Zomertarwe, gezaaid in Maart.

Van de drie onderzochte zomertarwes blijkt Japhet zomertarwe veel minder vatbaar te zijn dan Blé Hybride de la Paix terwijl Mansholt's van Hoek zomertarwe een nog gunstiger indruk maakt dan Japhet.

Uit de beide tabellen wensch ik alleen vast te leggen, dat geen der in Nederland verbouwde tarwerassen een behoorlijke graad

van resistentie bezit ten opzichte van de *Ophiobolus*-voetziekte

Tenslotte kan men de zoowel uit theoretisch als uit praktisch oogpunt belangrijke vraag stellen, of het waarschijnlijk is, dat er een voor *Ophiobolus Graminis* immuun tarweras zal worden gevonden. Ik meen deze vraag ontkennend te moeten beantwoorden. Immers tot nu toe is er in het buitenland geen enkele cultuurtarwe bekend, die het verschijnsel der immuniteit vertoont. Verder is reeds in Hoofdstuk III medegedeeld, dat *Ophiobolus Graminis* voorkomt op *Triticum aegilopoides*, *compactum*, *dicoccoides*, *dicoccum*, *durum*, *monococcum*, *polonicum*, *Spelta*, *turgidum*, *vulgare*. In verband met de geringe, of misschien geheel ontbrekende, specialisatie van *Ophiobolus Graminis* lijkt het mij niet waarschijnlijk dat er immune tarwes zullen worden ontdekt. De hypothese van VAVILOV ¹⁾ is logisch en berust op vele feiten. VAVILOV formuleert zijn theorie als volgt: „the specialisation of a parasite determines the existence of immune varieties among a botanical species and genus. The feebler the specialisation of a parasite on genera and species of host-plants, the less the chance of existence and consequently of finding immune varieties”.

De eenige weg om een bruikbaar tarweras te kweken, is een verzameling aan te leggen van tarwes uit afgelegen streken der aarde, zooals Perzië en Afghanistan, en deze tarwes te infecteeren. Indien hierbij dan een resistente vorm zou worden ontdekt, moet deze voor kruising worden gebruikt.

¹⁾ VAVILOV, N. 1918. Immunity of plants to infectious diseases. Moscou.

HOOFDSTUK V

DE ECONOMISCHE BETEKENIS DER OPHIOBOLUS- VOETZIEKTE

Een schatting van de schade, welke door de Ophiobolusvoetziekte wordt aangericht is, wegens het grillige voorkomen in plekken en door het optreden van enkele verspreide planten, uiterst moeilijk.

Met toenemende hevigheid der ziekte, tot uitdrukking komende in de graad van dwerggroei der plant, gaat gepaard een vermindering van het aantal aren per plant, het aantal korrels per aar en het gewicht der korrels, zooals KIRBY (1925) vond. Volgens hem is het gewicht van 100 korrels bij gezonde tarweplanten 3,45 g, bij zieke, geen vermindering van de lengte vertoonende planten 2,295 g en bij zieke planten, die minder dan de helft van de lengte der gezonde planten hebben bereikt 0,637 g. Bij de zieke planten met normale lengte is de oogst met 50,2 % en bij zieke, korte planten met 99,39% verminderd. De korrels van deze laatste planten zijn zoo licht, dat zij met het kaf worden weggeblazen. Behalve een vermindering in korrelopbrengst brengt de ziekte ook een vermindering in stroo-opbrengst te weeg.

BLUNCK (1928) geeft enkele 1000-korrel-gewichten, die echter uit de korrels van één aar berekend schijnen te zijn. Wilhelminatarwe had gezond een 1000-korrel-gewicht van 29,54 g,

terwijl deze getallen voor voetzieke planten 4,17 g, 13,75 g, en 21,12 g waren.

Dat de ziekte een zeer groote oogstvermindering kan veroorzaken, blijkt uit de op Teversontarwe betrekking hebbende cijfers, welke op blz. 107 zijn afgedrukt.

Een schatting van de schade, welke in Nederland ieder jaar aan de tarweverbouwers wordt toegebracht door de Ophiobolose waag ik niet te geven.

In Duitschland beschouwde reeds FRANK (1900 b) de „Weizenhalmtöter” als de ergste vijand van de tarweteelt. In 1927 trad deze ziekte „in erschreckender Weise auf” (KASSEL 1927). Meerdere malen werd opgemerkt, dat 60 % der planten waren aangetast, terwijl een volkomen gezond tarweveld zelfs niet te vinden was (MEISNER 1927). BLUNCK (1928) zag meermalen in Sleeswijk-Holstein tarwevelden met 30 % zieke planten. In Pommeren komen klachten over 40 % aangetaste planten, in Beieren kent men aantastingen tot 80 %, in Thüringen tot 90 %, in Mecklenburg en in de provincies Saksen en Hannover tot 100 %. Het is wel merkwaardig, dat deze ziekte in 1927 ook in Nederland zeer hevig optrad. Welke klimatologische factoren hebben daartoe bijgedragen?

In België merkte men op, dat de „piétin” zich op een verontrustende wijze uitbreidt in „Entre-Sambre-et-Meuse” (MARCHAL 1903).

In Frankrijk spreekt GAILLOT (1897) van een verschrikkelijke ziekte en GUYOT (1929) schrijft „... le piétin est l'une des plus redoutables maladies cryptogamiques susceptibles de s'attaquer aux céréales...”.

In Australië is deze ziekte bij de landbouwers meer gevreesd dan roest (MCALPINE 1904). Teekenend is de uitspraak van BRITTLEBANK (1919): „Of all fungous diseases affecting wheat „take-all” is the most destructive, and the actual loss caused by it is far greater than by any other single disease, rust

included, or perhaps by a combination of all known fungous diseases affecting wheat in Victoria”.

Nog vele mededeelingen zijn er over het gevreesde karakter dezer ziekte in de Australische literatuur te vinden; ik wil nog vermelden, dat zij de meest ernstige ziekte van tarwe in Nieuw-Zeeland schijnt te zijn (NEILL 1928).

HOOFDSTUK VI

BESTRIJDING DER OPHIOBOLUS-VOETZIEKTE

Tot nu toe hebben de vele maatregelen, welke men heeft aangewend om de *Ophiobolus*-voetziekte te voorkomen of de zieke planten te genezen, slechts een zeer gering succes gehad. Daarom zal ik bij de bespreking dezer methoden zeer kort zijn.

In dit verband wil ik eerst de vraag bespreken of de ziekte met het zaad kan worden overgebracht.

Overbrenging met het zaad is onmogelijk, daar *Ophiobolus Graminis* zich alleen in het onderste deel van de plant bevindt; uit hogere deelen van de stengel gelukt het niet de zwam te kweken. Korrels van zieke tarweplanten in steriele grond uitgezaaid, hebben geen enkele zieke plant opgeleverd. De gevallen, die men in de literatuur vindt over het optreden van de voetziekte bij verbouw van tarwe op velden, waarop lange jaren geen cultuurgewas is verbouwd (BIFFEN 1927), zijn te verklaren uit het feit, dat de zwam zich op de wilde grassen bevond, of dat de ziekte overgebracht is met stalmest, stroo enz., of dat de ziekte van besmette perceelen in de nabijheid op de een of andere wijze verspreid is. Een idee, hoe deze verspreiding mogelijk is, leveren ons de waarnemingen van SAMUEL (1924) in Zuid-Australië, waaruit blijkt, dat door *Ophiobolus Graminis* gedooide stengels van *Hordeum murinum* door de wind kunnen worden verspreid. Daar de zeer dunne en lichte bladscheeden van dit gras gewoonlijk ook geïnfecteerd zijn, is de kans groot, dat deze ziekte over aanzienlijke afstanden kan worden verspreid; proeven om deze afstanden te bepalen zijn nog niet

gedaan. Daarenboven is het mogelijk, dat de zwam een conidiënstadium bezit, terwijl de conidiën in dat geval misschien gemakkelijk door de lucht kunnen worden getransporteerd.

Het is echter niet aan te raden om korrels afkomstig van zieke tarweplanten als zaaizaad te gebruiken, daar er geïnfekteerde stroodeelen bij het dorschen tusschen de korrels terecht kunnen komen. Een dergelijk geval komt voor bij *Peronospora arborescens*, welke zwam niet door het zaad van *Papaver somniferum* kan worden overgebracht, doch wel door de verbrijzelde deelen der zaaddoos, waardoor het gevaarlijk is om zaad van besmette planten uit te zaaien ¹⁾.

Daar *Ophiobolus Graminis* als grondparasiet te beschouwen is, is zijn uitroeiing zeer bezwaarlijk, zoo niet onmogelijk. In Australië beveelt BRITTLEBANK (1919) het verbranden der stoppels aan, een methode, die in het vochtige Nederlandsche klimaat wel niet zal kunnen worden toegepast. Reeds KÜHN (1900) acht deze methode niet voldoende, daar de onderaardsche deelen der planten niet verbranden. Hij wilde daarom de stoppels door middel van een cultivator uit de grond halen, los eggen en in hoopjes bij elkaar harken om deze na voldoende uitdroging te verbranden. Daarna moeten de plantendeelen, die op het veld zijn achtergebleven, vrij diep worden ondergeploegd. VAN HALL (1903) bespreekt de nadeelen van deze handelwijze. Zoover mij bekend, wordt zij tegenwoordig niet meer toegepast.

De pogingen, welke gedaan zijn, om de grond door middel van chemische stoffen te desinfecteeren hebben geen succes gehad; gebruikt is onder andere ferrosulfaat, welk product geen resultaat schijnt te hebben opgeleverd (GAUDINEAU en GUYOT 1925).

¹⁾ YOSSIFOVITCH, M. 1929. *Peronospora arborescens* (Berck.) de Bary, parasite très important de *Papaver somniferum* en Yougoslavie. Rev. de pathol. végét. et d'entomol. agric. 16: 235—270, 12 fig.

Tot de praeventieve methoden zijn ook te rekenen, een doelmatige vruchtwisseling, en wel in de eerste plaats het niet te dikwijls terugkomen met graangewassen op dezelfde akker, en het niet na elkaar verbouwen van gerst, rogge en tarwe.

Van de invloed der bemesting is, zooals in de vorige bladzijden uiteengezet is, nog weinig bekend; hoogstens is met voorbehoud te zeggen, dat men tarwe niet te rijkelijk met kalk en stikstof moet bemesten.

Belangrijk is een goede ontwatering, opdat er geen plekken lange tijd vochtig blijven.

Het voorkomen van de zwam op vele als onkruid in graanvelden groeiende grassen, wijst op de belangrijkheid van een energieke onkruidbestrijding. Een methode, die in Australië wordt toegepast is braak, waarbij ervoor gewaakt wordt, dat er geen planten op het braakland groeien. RICHARDSON (1910) geeft de volgende vruchtwisseling:

tarwe (met „take-all”),
braak,
haver,
braak,
tarwe.

Men spreekt bij deze methode van „starving out the fungus”. Het lijkt mij wel mogelijk dat de zwam op deze wijze afsterft, doch de methode is zeer kostbaar doordat men de oogst moet missen en het braakland zeer goed moet worden bewerkt om het vrij van onkruid te houden.

Reeds is aangetoond, dat de zaaitijd van invloed is, zoodat het aan te bevelen is, indien mogelijk laat te zaaien.

Van de methoden, die men kan probeeren om een ziek tarwefeld te genezen, is te noemen het sproeien met zwavelzuur, wat alleen in Frankrijk wordt toegepast en waarover een uitgebreide Fransche literatuur is ontstaan. In Beauce, een der groote tarwecentra van Frankrijk, sproeit men in het voorjaar

met 12 % zwavelzuur van 65° Beaumé en gebruikt van deze vloeistof 1200 liter per ha. Het zwavelzuur werkt in op de bladeren en bladscheeden van de tarwe en doet deze verdrogen, waardoor het zich in de buitenste bladscheede bevindende mycelium van de zwam afsterft en dus niet in de stengel kan dringen (CAPUS 1915). Uit deze voorstelling volgt, dat de datum van sproeien een overwegende invloed moet hebben; sproeit men eerst als het mycelium reeds in de stengel zelf is gedrongen, dan kan het zuur geen werking meer hebben. Volgens de ervaring door GAUDINEAU en GUYOT (1925) op hun proefveld in het jaar 1925 verkregen, is 15 April de datum, vóór welke gesproeid moet zijn. Volgens hen zijn de meer geconcentreerde oplossingen werkzamer dan de verdunde; 12 en 15 % werken beter dan 10 %, terwijl de werking beter is op vroeg gezaaide dan op laat gezaaide tarwes. Zij geven dan ook de raad tarwe, die niet besproeid zal worden laat en tarwe, die men in het voorjaar besproeien zal, vroeg te zaaien. In 1930 schrijft GUYOT echter, dat er geen invloed van de zaaitijd op de werking van het zuur te bespeuren was. De moeilijkheid is het juiste tijdstip, waarop gesproeid moet worden te bepalen, daar de groei van het mycelium van allerlei factoren, zooals het klimaat, afhankelijk is.

Volgens FOEX (1927) is de gunstigste datum 15 Maart in de omstreken van Parijs, terwijl men een oplossing van 12 tot 15 % (van het sterke zuur uit de handel) in een volume van 1000 tot 1500 liter per ha moet gebruiken. FOEX haalt proefnemingen van GAUDINEAU aan, waaruit blijkt, dat in 1927 het zwavelzuur meer invloed heeft gehad op de intensiteit der ziekte dan op het percentage aangetaste planten. Volgens GUYOT (1930) gaf een behandeling met zwavelzuur op 23 April een vermindering van het aantal aangetaste halmen en een betere opbrengst. Besproeiing op 28 Maart en 16 Mei verminderde wel het aantal aangetaste halmen maar ook de opbrengst. De gunstige uitwerking van een zwavelzuurbehandeling schijnt niet altijd te

zijn geconstateerd (LACOUDRE 1928). Zoo schrijft DUCOMET (1927): „Contrairement à ce que l'on espérait, l'acide sulfurique ne paraît pas avoir d'action contre le Piétin”.

Voor een bespreking van de voorzorgsmaatregelen, die genomen moeten worden bij de zwavelzuurbehandeling en van de apparaten, die hierbij gebruikt worden, moge verwezen worden naar het werk van RABATÉ (1927b).

Bespuitingen met ijzersulfaat- en met kopersulfaatoplossingen in het voorjaar hebben geen resultaat (GAUDINEAU en GUYOT 1925).

Een andere methode, die in Frankrijk schijnt te zijn toegepast is het aftoppen der tarwe in het voorjaar. GUYOT (1930) deed dit op drie verschillende manieren: door middel van een zeis, machinaal, en hij liet schapen het perceel afweiden. Het resultaat was een opbrengstvermindering bij alle drie manieren, terwijl het afmaaien door middel van een zeis bovendien een vermeerdering van het aantal aangetaste halmen teweeg bracht.

Uit dit korte overzicht blijkt, dat er nog vele onderzoeken noodig zullen zijn vóórdát men een bepaalde bestrijdingswijze kan aanbevelen.

Op het oogenblik kan men alleen zeggen:

De perceelen moeten een goede drainage hebben.

Het onkruid moet zooveel mogelijk worden bestreden.

De vruchtwisseling moet zoodanig zijn, dat er niet te dikwijls granen in voorkomen.

Indien mogelijk, is het aan te bevelen om laat te zaaien.

In zeer ernstige gevallen kan men een proef met zwavelzuur nemen, waarbij besproeid kan worden met 1200 liter vloeistof, waarin zich 12 % van het sterke zuur uit de handel bevindt.

Men dient er evenwel rekening mede te houden, dat de datum van het sproeien hier te lande waarschijnlijk later zal moeten zijn dan in Frankrijk.

RÉSUMÉ

RECHERCHES CONCERNANT OPHIOBOLUS GRAMINIS SACC. ET OPHIOBOLUS HERPOTRICHUS (FR.) SACC. ET LES MALADIES DE TRITICUM VULGARE VILL. ET D'AUTRES GRAMINEAE, CAUSÉES PAR CES CHAMPIGNONS

1. Le piétin de froment causé par *Ophiobolus Graminis* SACC. amène ces dernières années, mais surtout en 1927, une diminution de récolte considérable aux Pays-Bas. Aux Pays-Bas on nomme cette maladie le plus souvent „tarwehalm-dooder” et elle est attribuée à *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC., ce qui est faux. Une comparaison des descriptions mentionnées dans la littérature prouve que le „tarwehalm-dooder” est identique au „piétin-échaudage” en France, le „Weizenhalm-töter” en Allemagne et le „take-all” et „white-heads” au Canada, aux Etats-Unis de l’Amérique de nord, dans l’Afrique du sud et en Australie. Pour cette maladie de froment et d’autres Graminées, causée par *Ophiobolus Graminis* SACC. je propose le nom de „Ophiobolus-voetziekte” ou Ophiobolose.

2. Les symptômes d’Ophiobolose pour le Blé Wilhelmina sont les suivants: en mars la gaine externe présente le plus souvent immédiatement au-dessus du sol une tache brune qui se communique peu à peu aux gaines intérieures. Les plantes ne se développent pas comme les plantes saines et prennent une teinte chlorotique. En juillet les tiges sont noires à leur pied sur tout le contour; les plantes commencent à jaunir prématurément. Ces plantes forment des endroits ronds de dimension plus ou moins grande de sorte que ces groupes de tiges courtes

et jaunâtres se détachent nettement sur les plantes environnantes encore vertes. Les racines des plantes mortes sont souvent noires et se cassent facilement. Aux endroits qui se sont noircis la tige se courbe aisément. Les tiges blanches se ternissent et se noircissent au bout de quelques semaines par le développement de différentes moisissures telles que *Cladosporium* et *Mucor*. Les plantes rabougries ne produisent pas de fruits ou des grains très chétifs.

La maladie ne se déclare pas seulement à des endroits déterminées, mais dans presque tous les champs de blé on peut trouver quelques plantes atteintes qui sont restées plus petites, ont pâli et présentent tous les signes caractéristiques de la maladie. Ces plantes se trouvent souvent aux bords des champs.

Si les plantes sont atteintes à un moindre degré la longueur peut être la même que celle des plantes saines. Cependant les plantes malades se sont noircies à la base de leur tige et le nombre et le poids des grains qu'elles produisent, reste considérablement au-dessous de celui des plantes normales.

3. A un examen mycologique de tiges de froment attaquées par le piétin, qui venaient de différentes parties des Pays-Bas, j'ai trouvé les champignons suivants :

a. *Ophiobolus Graminis* SACC.

A la base des plantes, entre la tige et la gaine, se trouve un mycélium sous forme de plaque, formée de hyphes foncés souvent parallèles, et d'appressoria. Dans ce mycélium se trouvent les périthèces noirs armés d'un col courbé d'*Ophiobolus Graminis* SACC. Ces périthèces renferment des asques allongés-claviformes; ces asques sont jaunâtres, droits ou courbés. Les ascospores sont bacillaires, courbées et hyalines. Dans leur jeunesse elles renferment beaucoup de grosses gouttes d'une substance grasseuse; à maturité, elles sont divisées en quatre cellules par trois cloisons.

Les périthèces se forment déjà en juin. Jusqu'au mois d'avril de l'année suivante on peut trouver sur le chaume des périthèces remplis d'asques.

La longueur des asques est très variée, à savoir de 65,0 à 136,1 μ . De 198 mesurages a été déduit que la longueur moyenne est de $96,50 \pm 0,78 \mu$. La longueur a été représentée graphiquement dans la courbe page 54. Les dimensions des asques et des spores ont été mentionnées dans le tableau page 56. La longueur des spores varie de 72 à 118 μ .

b. Ophiobolus herpotrichus (FR.) SACC.

Sur le chaume sur lequel j'ai trouvé le 22 février des périthèces d'*Ophiobolus Graminis* SACC. se trouvaient le 28 février des périthèces d'*Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC.

Ce champignon se distingue d'*Ophiobolus Graminis* SACC. par des asques et des spores plus longs et plus minces et les spores sont jaunes. Les asques ont de 150 à 190 μ de long sur 9 à 10 μ de large. Les spores sont de 140-154 à 2-2,5 μ .

Ophiobolus Graminis SACC. se présente partout en Hollande mais *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. semble être rare.

c. Leptosphaeria herpotrichoides DE NOT.

Ce champignon se présente quelquefois sur le froment en Hollande, d'ordinaire cependant sur le seigle et sur les Graminées sauvages. La maladie du froment nommée en France piétin-verse, qui est généralement attribuée à ce champignon, ne se montre que très rarement aux Pays-Bas ces dernières années.

d. Wojnowicia graminis (MCALP.) SACC. et D. SACC.

Ce n'est qu'en 1928 que j'ai trouvé ce champignon pour la première fois aux Pays-Bas. Pendant les deux dernières années je ne l'ai pas retrouvé.

La dimension des spores est de 23-37 à 3-4 μ ; la longueur de $29,58 \pm 0,07 \mu$, la largeur de $3,47 \pm 0,02 \mu$. La longueur des spores a été représentée graphiquement page 60.

Sur pomme de terre gélosée *Wojnowicia graminis* se cultive

facilement en formant des pycnides.

Il résulte des infections que *Wojnowicia graminis* n'est qu'un parasite faible du froment.

e. *Dictyosporium opacum* COOKE et HARK.

Cette moisissure se présente partout aux Pays-Bas à la base de tiges de froment attaquées par l'Ophiobolose.

f. *Tetraploa aristata* BERK. et BR.

N'a été trouvé qu'une seule fois sur un chaume qui avait été réservé pendant quelques mois.

g. *Torula* (?*herbarum* LK.).

J'ai trouvé ce champignon à plusieurs reprises à la base de tiges de froment atteintes d'Ophiobolose.

h. *Fusarium culmorum* (W. G. SM.) SACC.

4. Les spores d'*Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. germent facilement à la fin de février dans un extrait de terre argileuse filtré par une bougie Chamberland. Les cellules dont les spores se composent, germent souvent à l'intérieur des asques; les filaments mycéliens d'une spore font quelquefois des anastomoses avec des filaments mycéliens issues d'une autre spore. Dans la culture du champignon sur la gélose il se forme au bout de quelque temps des stries mycéliennes d'une couleur très foncée, qui se composent de hyphes réunis en faisceaux. On trouve ces faisceaux aux endroits de contact entre le mycélium et le verre.

Les asques d'*Ophiobolus Graminis* SACC. ne sont pas éjaculés. Dès qu'on introduit un asque dans de l'eau la paroi se dissout. Les spores germent très mal en octobre, novembre et décembre; ce n'est qu'au mois de février qu'elles germent mieux. Pendant la germination il se forme aux deux extrémités et quelquefois aussi latéralement des tubes germinatifs. Je n'ai jamais trouvé de sporidies falciformes. Dans des milieux acides le mycélium ne se développe pas.

5. Essais d'infection avec des cultures pures d'*Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC.

Des asques d'un périthèce d'*Ophiobolus herpotrichus*, dans lesquels les spores avaient germé, furent introduits dans des tubes sur de la gélose et repiqués à plusieurs reprises. De cette manière on obtint les cultures R13, R22, R24, R25, R41, R46 et R48. Le mycélium de ces cultures fut repiqué sur un mélange de quantités égales de grains d'avoine et d'orge; aussitôt que les grains étaient couverts de hyphes, ils furent mêlés avec de la terre, dans laquelle je semais des Graminées. Il resulta de ces essais d'infection que les cultures R24, R25 et R48 étaient à un haut degré pathogènes pour le froment et l'orge, tandis que les cultures R13, R22 et R41 ne l'étaient pour aucune de ces deux céréales.

Dans un pot dont la terre avait été infectée d'une culture R48, j'avais semé 42 grains de froment Wilhelmina; 21 seulement en ont poussé et 11 plantes moururent lorsqu'elles avaient atteint une hauteur de 5 cm et qu'elles portaient une ou deux feuilles. Les plantes présentaient les symptômes suivants: croissance fortement ralentie, disparition totale de la chlorophyll, c.à.d. les plantes blanchissent et s'étiolent à partir de la base des feuilles, noircissement léger du pied des plantes. Des dix plantes restées en vie, huit sont mortes lorsqu'elles avaient atteint une hauteur de 8 cm. Les deux autres se sont développées presque normalement.

Les symptômes sont les mêmes pour l'orge.

Des grains d'escourgeon Bocumer qui avaient été semés au nombre de 42 dans un pot contaminé de la culture R25, 21 seulement ont poussé. Ces 21 plantes n'ont pas continué leur croissance comme les plantes qui servaient de contrôle. Au bout d'un mois 17 plantes étaient mortes lorsqu'elles n'avaient qu'une feuille et qu'elles étaient hautes de 2 ou 3 cm. Les feuilles pâlirent à partir de leur base et la couleur blanche s'étendit peu à

peu jusqu'à la pointe. Les 4 autres plantes pâlirent quand elles avaient deux ou trois feuilles. Au pied des plantes il ne se montrait pas de tache noire.

La culture R46 fit mourir l'orge avec les mêmes symptômes, mais elle n'attaque pas le froment. Seulement, les expérimentations avec cette culture n'ont eu lieu qu'avec un petit nombre de plantes.

Les résultats de toutes les expériences d'infection se trouvent dans le tableau page 77, où le nombre total des grains semés a été indiqué par des ().

Il se rencontre donc aux Pays-Bas au moins deux races physiologiques d'*Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC., qu'on peut distinguer par inoculation sur le froment et l'orge.

Ophiobolus herpotrichus (FR.) SACC. n'amène pas de piétin de froment et d'orge, mais fait mourir les plantules.

6. Essais d'infection avec des cultures pures d'*Ophiobolus Graminis* SACC.

Le 24 avril 50 grains de froment Wilhelmina ont été semés dans de la terre qui avait été infectée d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* SACC. Des 40 plantes qui ont poussé, cinq moururent quand elles avaient une hauteur de 6 cm. Cependant ces plantes ne se blanchissaient pas, mais elles se coloraient en rouge doré. Des autres plantes la première feuille était rouge doré et les plantes n'avaient que la moitié de la longueur des plantes qui servaient de contrôle. Le pied de toutes les plantes était coloré en noir. Le 20 juin il se trouvait dans des masses noires de mycélium beaucoup de périthèces d'*Ophiobolus Graminis* SACC. Les plantes se dorèrent plus vite que les plantes normales; les épis ne renfermaient pas de grains ou ces grains étaient fort rabougris.

L'escourgeon Bocumer est sujet à *Ophiobolus Graminis* SACC. à un degré beaucoup plus faible que le blé.

L'Ophiobolose de froment et d'orge est causé aux Pays-Bas par *Ophiobolus Graminis* SACC.

Je n'ai pas trouvé de biotypes de ce champignon.

J'ai infecté d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* SACC. les Graminées suivantes, sur lesquelles se sont formés des périthèces: *Bromus arvensis* LINN., *Bromus mollis* LINN., *Bromus secalinus* LINN., *Festuca elatior* LINN., *Hordeum murinum* LINN., *Hordeum vulgare* LINN., *Triticum compactum* Host., *Triticum dicoccum* SCHREB., *Triticum durum* DESF., *Triticum vulgare* VILL.

7. Comme *Ophiobolus Graminis* SACC., ne se développe pas sur des milieux acides, on ferait bien d'examiner si l'intensité de la maladie du pied ne pourrait pas être diminuée en évitant l'emploi de chaux.

8. On a constaté à plusieurs reprises que l'Ophiobolose sévit surtout sur le blé, si la culture antérieure était de l'orge.

9. Les expériences ont prouvé que le pourcentage des tiges saines est plus grand lorsqu'on a semé tard. (voyez les tableaux page 103 et 104).

10. Aux Pays-Bas il n'y a pas de froment qui soit préservé de la maladie; il y a bien de légères nuances de sensibilité, mais elles ne sont pas assez grandes pour garantir une bonne récolte sur des terrains infectés.

BIBLIOGRAPHIE

- ÅKERMAN, Å. 1927. Några erfarenheter om rotdödarens härjningar på de Skånska vetefälten. *Landtmannen*, 10: 739.
- 1928. Några iakttagelser rörande rotdödarens härjningar i Skåne. *Sverig. utsädesf. tidskr.* 38: 237–251, 4 fig.
- ANONYMUS. 1900. Takeall. *Journ. agric. and industr. South Australia*, 4: 167.
- 1910. Takeall. *Journ. Dept. Agric. South Australia*, 14: 186–187.
- 1912. „Take-all” in wheat. *Agric. gaz. New South Wales*, 23: 934–936.
- 1913. „White-heads” or „take-all” of wheat and oats (*Ophiobolus graminis*, Sacc.). Board of Agriculture and Fisheries, London. Leaflet 273.
- 1922a. Work of the Kansas Agricultural Experiment Station during the biennium ending June 30, 1922. *Kansas Agric. Exper. Stat. Director's Rept.* 1922: 16–17. Volgens *Rev. appl. mycol.*, 3, 1924, p. 191–192.
- 1922b. Department of Botany and Plant Pathology. Oregon Agric. Coll. Exper. Stat. Director's biennial report 1920–1922, p. 72–73.
- 1924. Nejdůležitější choroby a škůdcové kulturních rostlin v. Cechách r. 1923. *Ochr. rostlin*, 4.
- 1927. Pietin o mal del pie de los cereales. *Min. Agric. Nac. Secc. Prop. e Inform. Buenos Aires. Circ.* 731.
- 1928. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1927. *Mitt. Biol. Reichsanst.* 37: 116–119.
- APPEL, O. 1907. Untersuchungen über die Gattung *Fusarium*. *Mitt. Kais. Biol. Anst. für Land- und Forstwirtsch.* 4: 31–33, fig. 7.
- 1908. Über die Schädigung von Getreide durch Fusarien. *Mitt. Kais. Biol. Anst. für Land- und Forstwirtsch.* 6: 10–11.
- APPEL, O. & H. W. WOLLENWEBER. 1913. Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (Link). *Arb. Kais. Biol. Anst. für Land- und Forstwirtsch.* 8: 1–207, 10 fig., 3 pl.

- ATANASOFF, D. 1923. Fusarium blight of the cereal crops. Meded. Landbouwhoogesch. Wageningen. Deel 27, No. 4.
- BAILEY, D. L. 1926. Report of the Dominion Rust Research Laboratory, Winnipeg, Man. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1925: 74.
- BECKWITH, T. D. 1910. Mycological studies upon wheat and wheat soils to determine possible causes in deterioration in yield. Science N. S. 31: 798.
- BENNETT, F. T. 1928a. On Cladosporium herbarum: the question of its parasitism, and its relation to „thinning out” and „deaf ears” in wheat. Ann. appl. biol. 15: 191-212, 2 fig., pl. X-XI.
- 1928b. On two species of Fusarium, *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. and *F. avenaceum* (Fries.) Sacc., as parasites of cereals. Ann. appl. biol. 15: 213-244, 2 fig., pl. XII-XIII.
- BENOIST, J. & P. BAILLY. 1922. Moyens de combattre le piétin des céréales. Vie agric. et rurale, 21: 266-268, 1 fig.
- BENSAUDE, M. 1929. Notes on wheat diseases in Portugal. Bol. Soc. Broteriana. Sér. II, 6.
- BERKELEY, M. J. & C. E. BROOME. 1852. Notices of British fungi. Ann. and magaz. of nat. hist. Ser. 2. Vol. 9: 383, pl. XII.
- 1861. Notices of British fungi. Ann. and magaz. of nat. hist. Ser. 3. Vol. 7: 455, p. XVII.
- BERLESE, A. N. 1894. Icones fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. I. Abellini. Pl. 75.
- 1900. Icones fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. II. Patavii. Pl. 146, 154.
- BERTHAULT, P. 1913. Contribution à l'étude du piétin des céréales pendant l'année 1913. Rev. gén. botan. 25 bis: 29-34.
- BIANCO, O. 1927. Die Fusskrankheit bei Getreide. Illus. landw. Zeitg. 47: 585.
- BIFFEN, R. H. 1915. Annual report for 1915 of the Botanist. Journ. Roy. Agric. Soc. England, 76: 309-313.
- 1916. Report of consulting Botanist, 1916. Journ. Roy. Agric. Soc. England, 77: 217-222.
- 1927. Annual report for 1927 of the Botanist. Journ. Roy. Agric. Soc. England, 88: 313-320.
- 1928. Annual report for 1928 of the Botanist. Journ. Roy. Agric. Soc. England, 89: 308-315.
- BLUNCK, H. 1928. Die Fusskrankheiten des Getreides. Illus. landw. Zeitg., 48: 223-225, 239-240, fig. 259-263.

- BLUNCK, H. 1929. Fusskrankheiten des Getreides. Nachrichtenblatt Deutschen Pflanzenschutzdienst, 9: 49–50.
- BOMMER, E. & M. ROUSSEAU. 1887. Contributions à la flore mycologique de Belgique. Mém. Soc. Roy. Botan. de Belgique, 26: 200.
- 1891. Contributions à la flore mycologique de Belgique. Bul. Soc. Roy. Botan. de Belgique, 29: 57.
- BRIOSI, G. 1899. Rassegna crittogamica pei mesi di aprile, maggio, giugno 1898. Bol. Notiz. Agrar. Roma, 1899.
- BRITTLEBANK, C. C. 1919. Green manurial crops and „Take all”. *Ophiobolus graminis* (Sacc.). Journ. Dept. Agric. Victoria, 19: 171–174.
- 1921. Seed-borne diseases, „Take-all” and „flag smut”. Journ. Dept. Agric. Victoria, 19: 447.
- BRITTLEBANK, C. C. & D. B. ADAM. 1924. A new disease of the Gramineae: *Pleosphaeria semeniperda* n. sp. Trans. Brit. Mycol. Soc. 10: 123–126, 2 pl.
- BRIZI, A. 1904. Il „mal del piede” del frumento e l’abbruciamento delle stoppie. Avven. agricol. 12: 147–153.
- BRIZI, M. 1919. Malattie delle piante agrarie. Milano. p. 221–224, 268–269, pl. 28, 29, 32.
- BRUNAUD. 1884. Description des Sphériacées des environs de Saintes. La Rochelle, p. 213. Volgens A. PRUNET. Sur les champignons qui causent en France le piétin des céréales. Compt. rend. Acad. Sciences, Paris, 157: 1080.
- BRUNCHANT. 1926. La production du blé en 1926. Compt. rend. Acad. Agric. de France, 12: 812–822.
- BYL, P. A. VAN DER. 1928. Plantsiektes: hul oorsaak en bestryding. Kaapstad, p. 324.
- CALL, L. E. 1927. Kansas Agric. Exper. Stat. Director’s Rept., 1924–1926, p. 32–34, 67.
- CAPUS, J. 1915a. Action de l’acide sulfurique sur le „piétin” du blé. Compt. rend. Acad. Agric. de France, 1: 224–231.
- 1915b. Observations sur le développement du piétin du blé. Bul. Soc. Pathol. Végét. de France, 2: 94–104.
- CARNE, W. M. 1927a. Root-rot and foot-rot of wheat. Journ. Dept. Agric. Western Australia. Ser. 2, 4: 483–488. Volgens Exper. Stat. Record, 61, 1929, 649.
- 1927b. Grey speck disease of wheat and oats. Journ. Dept. Agric. Western Australia. Ser. 2, 4: 515–519, 1 fig. Volgens Exper. Stat. Record, 61, 1929, p. 649.

- CARNE, W. M. ? Root-rot and foot-rot of wheat. (*Wojnowicia graminis* and *Helminthosporium sativum*). Western Australia Dept. Agric. Leaflet 228.
- CARNE, W. M. & J. G. C. CAMPBELL. 1924. Take-all of wheat and similar diseases of cereals. Western Australia Dept. Agric. Bul. 119.
- CESATI, V. DE. & G. DE NOTARIS. 1863. Schema di classificazione degli Sferiacei italici. Comment. Soc. Crittogam. Ital. 1: 233.
- COBB, N. A. 1892. Plant diseases and how to prevent them. Agric. gaz. New South Wales, 3: 991-1001. Volgens F. L. Stevens. Foot-rot disease of wheat-historical and bibliographic. Illinois Dept. Registr. and Educat. Divis. Nat. Hist. Survey. Bul. 13, 1919, 267.
- CORDLEY, A. B. 1902. A foot-rot of wheat. Oregon Agric. Exper. Stat. Ann. rept. 14: 66-67. Volgens F. L. Stevens. Foot-rot disease of wheat-historical and bibliographic. Illinois Dept. Registr. and Educat. Divis. Nat. Hist. Survey. Bul. 13, 1919, p. 273.
- COTTON, A. D. 1922. Report on the occurrence of fungus, bacterial and allied diseases on crops in England and Wales for the years 1920-1921. Ministr. Agric. and Fisheries, London, Miscell. public. 38: 13, 17.
- CRÜGER, O. 1929. Fusskrankheit an Weizen, Roggen und Gerste. Angew. Botan. 11: 1-24.
- CUGINI, G. 1880. Sopra una malattia del frumento recentemente comparsa nella provincia di Bologna. Giorn. Agrar. Ital. 14.
- 1889. Notizie intorno alla malattie crittogamiche osservate in piante coltivate nel Modenese nel 1889. Bol. R. Staz. Agrar. di Modena. N. S. 9: 44-62.
- CUNNINGHAM, G. H. 1927. New Zealand: activities in field of plant pathology in 1927. Internat. bul. plant protect. 1: 157-158. Volgens Rev. appl. mycol. 7, 1928, p. 224.
- CURZI, M. 1925. Sulla flora micologica delle Marche. Atti Ist. Botan. Univers. Pavia. Ser. III, 2: 73-74, pl. III.
- DANA, B. F. 1919. A preliminary note on foot-rot of cereals in the Northwest. Science. N. S. 50: 484-485.
- DARNELL-SMITH, G. P. 1916. Green vitriol (ferrous sulphate) as a preventive of „take-all“. Agric. gaz. New South Wales, 27: 134.
- DARNELL-SMITH G. P. & E. MACKINNON. 1915. Fungus diseases of wheat. Dept. Agric. New South Wales. Farmers' bul. 102: 25-27, fig. 25.
- DASTUR, J. F. 1928. Annual report of the mycological section for the year ending 31st March 1927. Rept. Dept. Agric. Central Provinces and Berar, for 1926-27.

- DAVIS, R. J. 1925. Studies on *Ophiobolus graminis* Sacc. and the take-all disease of wheat. *Journ. agric. research*, 31: 801–825, 5 fig., 6 pl.
- DAWKINS, A. M. 1913. *Journ. Dept. Agric. South Australia*, 17: 180–181.
- DELACROIX, G. 1901. Sur le piétin des céréales. *Bul. Soc. Mycol. de France*, 17: 136–144, 2 fig.
- ? Atlas des conférences de pathologie végétale professées à l'Institut National Agronomique. Paris, pl. 44.
- DESTREE, C. 1893. Troisième contribution au catalogue des champignons des environs de la Haye (Ascomycètes). *Nederl. Kruidk. archief. Ser. 2*, 6: 185.
- DOMBROVSKI, N. 1909. (Fungi as a cause of the lodging of cereal crops). *Khozyaistvo*, 1909, p. 334–335. *Volgens Exper. Stat. Record*, 23, 1910, p. 546.
- DORAN, W. L. 1928. Acetic acid as a soil disinfectant. *Journ. agric. research*, 36: 269–280, 2 fig.
- DOUGHTY, L. R., F. L. ENGLEDDOW & T. K. SANSOM. 1929. Investigations on yield in cereals. VI. *Journ. agric. science*, 19: 472–490, 2 fig.
- DRAYTON, F. L. 1926. A summary of the prevalence of plant diseases in the Dominion of Canada 1920–1924. *Canada Dept. Agric. Bul. N. S.* 71: 9.
- DREGER, W. 1928. La lutte contre les maladies et les insectes. Actes Ière confér. internat. du blé. Rome, p. 297–299.
- DUBY, J. E. 1829. Aug. Pyrami de Candolle *Botanicon Gallicum seu synopsis plantarum in Flora Gallica descriptarum*. Edit. 2. Pars 2. Paris, p. 707.
- DUCOMET, V. 1913. Recherches sur le „piétin” des céréales. *Ann. l'École Nat. d'Agricult. de Rennes*, 7.
- 1927. Station de Pathologie Végétale de Grignon. Sur les travaux effectués en 1926 et 1927. *Ann. des épiphyties*, 13: 494–495.
- ESMARCH, F. 1924. Die Fusskrankheiten des Getreides. *Kranke Pflanze*, 1: 67–69, 1 fig.
- FELLOWS, H. 1928a. The influence of oxygen and carbon dioxide on the growth of *Ophiobolus graminis* in pure culture. *Journ. agric. research*, 37: 349–355, 5 fig.
- 1928b. Some chemical and morphological phenomena attending infection of the wheat plant by *Ophiobolus graminis*. *Journ. agric. research*, 37: 647–661, 5 fig., 2 pl.
- 1929. Studies of certain soil phases of the wheat take-all problem. *Phytopathology*, 19: 103.

- FINNELL, H. H. 1929. Grazing of winter wheat. Oklahoma Panhandle Stat. Bul. 4: 7-10. Volgens Exper. Stat. Record, 61, 1929, p. 131.
- FISH, S. 1927. „Take-all“ in wheat. Field observations at Murrayville. Journ. Dept. Agric. Victoria, 25: 423-425.
- FITZPATRICK, H. M., H. E. THOMAS & R. S. KIRBY. 1922. The Ophiobolus causing take-all of wheat. Mycologia, 14: 30-37, 1 fig., pl. 10.
- FOEX, E. 1914. Quelques faits relatifs au piétin du blé. Bul. Soc. Pathol Végét. de France, 1: 26-30, pl. I.
- 1915. Les maladies des céréales en 1913. Ann. du service des épiphyties, 2: 20-24.
- 1919a. Observations sur le piétin du blé. Ann. du service des épiphyties, 6: 200-213, 3 pl.
- 1919b. Emission et germination des ascospores de *Leptosphaeria herpotrichoides*. Bul. Soc. Pathol. Végét. de France, 6: 57-61.
- 1919c. Note sur le piétin du blé. Bul. Soc. Pathol. Végét. de France, 5: 52-56.
- 1919d. Sur le piétin du blé. Compt. rend. Acad. Agric. de France, 5: 543-548.
- 1926. Traitement du piétin du blé. Progr. agric. et vitic. 85: 154-155. Volgens Rev. appl. mycol., 5, 1926, p. 416-417.
- 1927. Station Centrale de Pathologie Végétale de Paris. Rapport sur les travaux effectués en 1926 et 1927. Ann. des épiphyties, 13: 484-485.
- 1929. Station Centrale de Pathologie Végétale. Rapport. Ann. des épiphyties, 14: 471-474.
- FOEX, E. & E. ROSELLA. 1929. Contribution à nos connaissances sur le piétin du blé. Compt. rend. Acad. Sciences, Paris, 189: 777-779.
- ——— 1930. Sur les diverses formes du Piétin. Rev. de pathol. végét. et d'entomol. agric. 17: 41-51.
- FRANK, A. B. 1894a. Das Umfallen des Roggens. Deutsche landw. Presse, 21: 509.
- 1894b. Die diesjährigen neuen Getreidepilze. Deutsche landw. Presse, 21: 644-645.
- 1895a. Die neuen deutschen Getreidepilze. Ber. Deutschen Botan. Gesellsch. 13: 61-65.
- 1895b. Ueber die in Deutschland neu aufgetretenen Getreidepilze aus der Abteilung der Pyrenomyceten. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. 5: 10-12.

- FRANK, A. B. 1896. Die Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl. Band 2. Breslau, p. 301–302, 306–307.
- 1897. Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte, Berlin, p. 64–68, pl. III.
- 1899a. Das Auftreten des Weizenhalmtötters auf der Gerste. Deutsche landw. Presse, 26: 806–807.
- 1899b. Übersichtliche Zusammenfassung der praktisch wichtigen Ergebnisse aus den Berichten über Pflanzenschutz vom Jahre 1898. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 38: 186.
- 1900a. Der Weizenhalmtöter. Deutsche landw. Presse, 27: 675, 677, 1 pl.
- 1900b. Übersichtliche Zusammenfassung der praktisch wichtigen Ergebnisse aus den Berichten über Pflanzenschutz vom Jahre 1899. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 50: 246–247.
- 1900c. Beeinflussung von Weizenschädlingen durch Bestellzeit und Chilisalpeter-Düngung. Arb. Biol. Abt. Kais. Gesundheitsamte, 1: 115–125.
- FRANK, A. B. & SORAUER. 1895. Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1894. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 8: 17–27.
- ——— 1896. Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1895. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 19: 11–13.
- ——— 1897. Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1896. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 26: 8–10.
- ——— 1898. Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1897. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 29: 14–16.
- ——— 1900. Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1899. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 50: 23–45.
- FRASER, W. P. 1924. „Take-all” of wheat in Western Canada. Phytopathology, 14: 347.
- 1924. Report of the Dominion Field Laboratory of Plant Pathology in co-operation with the University of Saskatchewan. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1923, p. 48.
- 1925. Report of the Dominion Field Laboratory of Plant Pathology, Saskatoon, Sask. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1924, p. 70–71.
- FRASER, W. P., P. M. SIMMONDS & R. C. RUSSELL, 1926. The take-all disease in Canada. Phytopathology, 16: 80–81.
- FRIEDERSDORF. 1928. Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Pflanzenkrankheiten und der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Provinzen

- Grenzmark und Brandenburg rechts der Oder. 1927/28. Landw. Jahrb., 68, Ergänzungsbd. I, p. 81.
- FRIES, E. 1823. Systema mycologicum. Gryphiswaldiae, p. 504.
- FRON, G. 1912. Contribution à l'étude de la maladie du „pied noir des céréales” ou „maladie du piétin”. Ann. science agron. franç. et étrang. Sér. 4, 1: 3–29, 3 pl.
- 1927. Le piétin des céréales. Congrès national pour la lutte contre les ennemis des cultures tenu à Lyon. Compt. rend. des séances, p. 63–66.
- FUCKEL, L. 1860. Enumeratio Fungorum Nassoviae. Jahrb. d. Ver. f. Nat. in Nassau, 1860, p. 74.
- 1873. Symbolae mycologicae. Zweiter nachtrag. Wiesbaden. p. 23.
- GAILLOT, L. 1897. Note sur le pied noir du blé ou piétin des céréales. Républ. Française. Dépt. de l'Aisne. Stat. Agron. et Laborat. Départ. de bactériol. Bul. 8 : 63–66.
- 1898. Étude sur la maladie du „pied noir” des céréales. Républ. Française. Dépt. de l'Aisne. Stat. Agron. et Laborat. Départ. de Bactériol. Bul. 9: 41–44.
- GARBOWSKI, L. 1925. Choroby i szkodniki roślin uprawnych w Wielkopolsce, na Pomorzu i na Śląsku w roku 1923. Warszawa, p. 17, 38.
- ? Choroby roślin uprawnych oraz drzew i krzewów leśnych i parkowych w Wielkopolsce i na Pomorzu w r. 1926 i 1927. Prace Wydz. Chorob Roślin w Bydgoszczy Państw. Inst. Naukow. Gospod. Wiejsk. Volgens Rev. appl. mycol., 8, 1929, p. 290–291.
- GAUDINEAU & L. GUYOT. 1925a. Observations sur le piétin des céréales. Compt. rend. Acad. Agric. de France, 11: 122–127.
- ——— 1925b. De quelques facteurs qui influencent le développement de la maladie du piétin du blé. Rev. de pathol. végét. et d'entomol. agric. 12: 317–342, 1 fig., 4 pl.
- GAUL. 1913. Betrachtungen über die Fusskrankheit des Weizens. Illus. landw. Zeitg. 33: 717–718.
- GÄUMANN, E. 1927 Die wirtschaftliche Bedeutung unserer wichtigeren Pflanzenkrankheiten. Landw. Jahrb. der Schweiz, 41: 319–324.
- GRAM, E. 1929. Oversigt over plantesygdomme. 166. 1929. Statens Plantepatol. Fors. 1929. Volgens Rev. appl. mycol. 8, 1929, p. 753.
- GRAM, E., C. A. JORGENSEN & S. ROSTRUP. 1928. Oversigt over sygdomme hos landbrugets og havebrugets kulturplanter i 1927. Tidskr. f. planteavl. 34: 778–836. Volgens Rev. appl. mycol., 8, 1929, p. 151–152.

- GREANEY, F. J. & D. L. BAILEY. 1927. Root-rots and foot-rots of wheat in Manitoba. Canada Dept. Agric. Bul. N. S. 85.
- GREESE. 1929. Zur Fusskrankheit des Weizens. *Illus. landw. Zeitg.* 49: 586.
- GUERRAPAIN, A. & A. DEMOLON. 1913. Enquête et observations sur la maladie du piétin (pied noir des céréales). *Journ. d'agric. prat.* N. S. 26: 566-567, 627-630, fig. 93.
- GUYOT, L. 1924. Quelques observations sur diverses maladies des céréales. *Rev. de pathol. végét. et d'entomol. agric.* 11: 268-287.
- 1925. De l'existence de formes pycnidiennes chez *Ophiobolus graminis*, Sacc., et *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. *Rev. de pathol. végét. et d'entomol. agric.* 12: 74-81, 3 pl.
- 1929. Le piétin des céréales. *Journ. d'agric. prat.* N. S. 51: 436-438.
- 1930. De l'influence de quelques opérations culturales sur le développement du Piétin du Blé en 1928-1929. *Rev. de pathol végét. et d'entomol. agric.* 17: 52-62.
- HALL, C. J. J. VAN. 1903. Wat leeren ons de waarnemingen der landbouwers over het optreden van den tarwehalmdooder (*Ophiobolus herpotrichus*)? *Tijdschr. over plantenziekt.* 9: 77-110.
- HARA, K. 1916. *Byōchūgai zasshi*, 3: 342-345. Volgens T. TANAKA. *New Japanese fungi. Notes and translations-I. Mycologia*, 9, 1917, p. 168.
- HASKELL, R. J. 1928. Diseases of cereal and forage crops in the United States in 1927. *Plant disease reporter. Suppl.* 62: 319-320, 329.
- HEALD, F. D. 1923. Division of plant pathology. Washington Agric. Exper. Stat. Ann. rept. 33: 32-44.
- HEITZ, K. 1927. Fusskrankheit bei Getreide. *Illus. landw. Zeitg.* 47: 488-489.
- HENNING, E. 1895. Agrikulturbotaniska anteckningar från en resa i Tyskland och Danmark år 1894. *Meddeland. från Kongl. Landbruksstyrelsen*, 11. Volgens *Zeitschr. für Pflanzenkrankh.*, 6, 1896, p. 234-235.
- HENRY, A. W. & W. R. FOSTER. 1929. *Leptosphaeria* foot-rot of wheat in Alberta. *Phytopathology*, 19: 689-690.
- HERGENRÖDER. 1927. Die Fusskrankheit des Weizens. *Friedrichswerther Monatsber.* 17: 111.
- HIEKE, F. 1928. Einfluss der Düngung auf die Fusskrankheiten des Getreides. *Ernährung der Pflanze*, 24: 411-412.
- HILTNER, L. 1894. Die Fusskrankheit des Getreides. *Sächsische landw. Zeitg.* 1894, p. 397-401.

- HILTNER, L. 1912. Eine Voraussage! Im heurigen Jahr wird die sogen. Fusskrankheit des Getreides in stärkerer Masse auftreten. Prakt. Blätt. für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 10: 37-45.
- HITIER, H. & L. BRÉTIGNIÈRE. 1927. Le piétin. Une enquête du Journal d'agriculture pratique. Journ. d'agric. prat. N. S. 48: 69-70.
- HITIER, H. & R. DUMONT. 1913. L'attaque actuelle du piétin sur les blés. Journ. d'agric. prat. N. S. 26: 43-44.
- HOLLRUNG, M. 1899. Das rechtzeitige Pflügen der Stoppeln und sein Einfluss auf gewisse Krankheiten unserer Halmfruchte. Jahresber. Versuchsstat. Pflanzenschutz Halle, 10, p. 29-34.
- HORI, S. 1901. (The die-back disease of barley and wheat.) Imp. Agr. Exp. Sta. Nishigahara, Japan, Techn. Rpt. 18: 35-65. Volgens H. H. MCKINNEY. Foot-rot diseases of wheat in America. U. S. Dept. Agric. Dept. Bul. 1347. 1925.
- HÜLSENBERG, H. 1930. Das Auftreten der Weissährigkeit bei Roggen in Mitteldeutschland in den Jahren 1928 und 1929, bewirkt durch *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 40: 11-25, 1 fig.
- HUMPHREY, H. B. & A. G. JOHNSON. 1919. Take-all and flag smut, two wheat diseases new to the United States. U. S. Dept. Agric. Farmers' bul. 1063
- HUMPHREY, H. B., A. G. JOHNSON & H. H. MCKINNEY. 1921. Take-all of wheat and its control. U. S. Dept. Agric. Farmers' bul. 1226.
- HURSH, C. R. 1925. Sur la toxicité des milieux de cultures des champignons phytopathogènes vis-à-vis des plantes. Rev. de pathol. végét., et d'entomol. agric. 12: 137-141.
- IVETT, J. 1912. Takeall and how to control it. Journ. Dept. Agric. South Australia, 16: 84-85.
- JOHNS. 1910. Takeall. Journ. Dept. Agric. South Australia, 14: 85.
- JONES, S. G. 1926. The development of the perithecium of *Ophiobolus graminis*, Sacc. Ann. of botany, 40: 607-629, 8 fig., pl. XVIII-XIX.
- JUNGNER, J. R. 1904. Über den klimatisch-biologischen Zusammenhang einer Reihe Getreidekrankheiten während der letzten Jahre. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. 14: 321-347.
- KARSTEN, P. A. 1873. Mycologia Fennica. Pars 2. Pyrenomycetes. Bidr. t. känned. af Finlands Nat. och Folk, 33: 108.
- KASSEL, G. 1927. Der Weizenhalmtöter (*Ophiobolus herpotrichus*). Illus. landw. Zeitg. 47: 409.
- KERN, H. 1929. Hungary: important or new plant diseases observed

- during 1926–1928. Internat. bul. of plant protect. 3: 82–83. Volgens Rev. appl. mycol., 8, 1929, p. 753.
- KICKX, J. 1867. Flore cryptogamique des Flandres. Publiée par J. J. Kickx. Tome 1. Gand, p. 346.
- KIRBY, R. S. 1922. The take-all disease of cereals and grasses. Phytopathology, 12: 66–88, 3 fig., pl. II–IV.
- 1923. Heterothallism in *Ophiobolus cariceti*. Phytopathology, 13: 35.
- 1925. The take-all disease of cereals and grasses caused by *Ophiobolus cariceti* (Berkeley and Broome) Saccardo. Cornell Agric. Exper. Stat. Memoir 88.
- KIRBY, R. S. & H. E. THOMAS. 1920. The take-all disease of wheat in New York State. Science. N. S. 52: 368–369.
- KORNAUTH, K. 1904. Volgens Zeitschr. für Pflanzenkrankh. 14: 352–353.
- KRÜGER, F. 1908. Untersuchungen über die Fusskrankheit des Getreides. Arb. Kais. Biol. Anst. für Land- und Forstwirtschaft. 6: 321–351, pl. 10.
- KÜHN. 1900. Der Weizenhalmtöter. Illus. landw. Zeitg. 20: 212.
- LAAR, J. H. J. VAN DE. 1929. Onderzoek naar de zgn. „tarwehalmdooder“. Stichting „Fonds Landbouw-Export Bureau 1916–1918“ te Wageningen. Versl. over het boekjaar 1928–1929, p. 12–14.
- LACOUDRE, M. 1928. Note sur le piétin du blé. Journ. d'agric. prat. N.S. 49: 414–415, 1 pl.
- LILGE, A. 1927. Der Weizenhalmtöter. Illus. landw. Zeitg. 47: 433.
- LIND, J., S. ROSTRUP & F. K. RAVN. 1914. Oversigt over landbrugsplanternes sygdomme i 1913. Tidsskr. f. planteavl. 21: 194.
- LINDAU, G. 1897. Pyrenomycetinae. A. Engler & K. Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Teil I, Abt. 1. Leipzig.
- 1910. Die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Abt. IX. L. Rabenhorst. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. 2te Aufl. Band I. Leipzig.
- LOVERDO, J. 1892. Les maladies cryptogamiques des céréales. Paris, p. 231–238, fig. 24–26.
- MACKIE, W. W. 1919. Quarantine against „flag smut“ and „Take-all“. Monthly bul. Dept. Agric. California, 8: 456–460, 2 pl.
- 1923. Foot-rot or *Ophiobolus* in California. Phytopathology, 13: 561–562.
- MALKOFF, K. 1905. Die schädlichsten Insekten und Pflanzenkrankheiten, welche an den Kulturpflanzen in Bulgarien während des Jahres 1903 geschädigt haben. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. 15: 50–53.

- MANGIN, L. 1898. Sur le piétin ou maladie du pied chez le blé. *Compt. rend. Acad. Sciences, Paris*, 127: 286–288.
- 1899. Sur le piétin ou maladie du pied du blé. *Bul. Soc. Mycol. de France*, 15: 210–239, 8 fig., pl. 11–13. Ook in *Overs. Kong. Danske Videnskab. Selsk. Forhandl.* 1899, p. 213–272, 17 fig., pl. I–III.
- 1902. Observations sur le piétin du blé. *Journ. d'agric. prat.* Année 66, Tome II: 306–308.
- 1912. Le piétin ou maladie du pied noir du blé. *Journ. d'agric. prat.* N. S. 24: 174–176, 3 fig.
- 1914. La question du piétin. *Journ. d'agric. prat.* N. S. 27: 236–239, 267–269.
- MARCHAL, E. 1903*a*. Die im Jahre 1902 in Belgien beobachteten Pilzkrankheiten. *Zeitschr. für Pflanzenkrankh.* 13: 216.
- 1903*b*. Rapport sur les observations effectuées par le Service Phytopathologique de l'Institut Agricole de l'État en 1902. *Bul. Serv. Phytopath. de l'Inst. Agric. de l'État*, 8: 7.
- 1925*a*. Éléments de pathologie végétale. Gembloux, p. 126–127, 138, fig. 58.
- 1925*b*. Die Frage des Pflanzenschutzes in Belgien. *Internat. agrik.-wissensch. Rundschau.* N. F. 1: 95–107.
- MARCHAL, P. & E. FOEX. 1921. Rapport phytopathologique pour les années 1919–1920. *Ann. des épiphyties*, 7: XXX–XXXI, LXI–LXII.
- ——— 1924. Rapport phytopathologique pour les années 1923–1924. *Ann. des épiphyties*, 10: XL–XLIII.
- ——— 1927. Rapport phytopathologique pour les années 1926–1927. *Ann. des épiphyties*, 13: 412, 436–437.
- ——— 1929. Rapport phytopathologique pour l'année 1928. *Ann. des épiphyties*, 14: 445, 449–450.
- MARCHAND. 1856. *Sylloge.* Paris, p. 251. Volgens A. Prunet. Sur les champignons qui causent en France le piétin des céréales. *Compt. rend. Acad. Sciences, Paris*, 157, 1913, p. 1080.
- MARENGHI. 1900. Come possiamo difenderci dall' Ofiobolo? *Bol. entomol. agrar.* 7: 126–127. Volgens M. Hollrung. *Jahresber. über die Neuerungen und Leistungen auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes*, 3, 1902, p. 206.
- MASSEY, G. 1910. *Diseases of cultivated plants and trees.* London, p. 226–227, fig. 69.

- MAUNOURY, G. 1924. Note sur le piétin des céréales. Rev. de pathol. végét. et d'entomol. agric. 11: 299–303.
- MCALPINE, D. 1898. The fungi on the wheat-plant in Australia. Agric. gaz. New South Wales, 9: 1009–1015, 1 pl.
- 1902. „Take-all” in wheat. Journ. Dept. Agric. Victoria, 1: 74–80.
- 1904a. Take-all and white heads in wheat. Journ. Dept. Agric. Victoria, 2: 410–426.
- 1904b. Diseases of cereals: rust and take-all in wheat. Journ. Dept. Agric. Victoria, 2: 709–721, 1 fig., 2 pl.
- MCCORMACK, L. 1913. Takeall. Journ. Dept. Agric. South Australia, 17: 247.
- MCKINNEY, H. H. 1921. The so-called take-all of wheat in Illinois and Indiana. Phytopathology, 11: 37.
- 1923. Investigations on the rosette disease of wheat and its control. Journ. agric. research, 23: 771–800.
- 1925. Foot-rot diseases of wheat in America. U. S. Dept. Agric. Dept. bul. 1347.
- MCKINNEY, H. H. & R. J. DAVIS. 1925. Influence of soil temperature and moisture on infection of young wheat plants by *Ophiobolus graminis*. Journ. agric. research, 31: 827–840, 7 fig., 1 pl.
- MCKINNEY, H. H., S. H. ECKERSON & R. W. WEBB. 1923. Intracellular bodies associated with the rosette disease of wheat. Phytopathology, 13: 41.
- MCKINNEY, H. H. & A. G. JOHNSON. 1921. *Wojnowicia graminis* (McAlp.) Sacc. and D. Sacc. on wheat in the United States. Phytopathology, 11: 505–506.
- MCKINNEY, H. H., R. W. WEBB & G. H. DUNGAN. 1925. Wheat rosette and its control. Illinois Agric. Exper. Stat. Bul. 264.
- MEISNER. 1927. Fusskrankheiten bei Getreide. Illus. landw. Zeitg. 47: 445.
- MELCHERS, L. E. & M. C. SEWELL. 1924. The rate of spread of wheat foot-rot in tillage plots in Kansas. Phytopathology, 14: 41–42.
- MENCACCI, M. 1928. Sopra alcuni tentativi di lotta contro il „mal del piede” del frumento. Bol. R. Staz. Patol. Veget. N. S. 8: 312–332.
- MIGULA, W. 1913. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. Band III, Teil 3, Abt. 1. Thomé. Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Band X, Abt. 1. Gera.
- MOLZ, E. 1927. Der Fusarium- und Schwärze-Befall der diesjährigen

- Getreide-Aehren in seiner Bedeutung für die nächstjährige Ernte. Deutsche landw. Presse, 54: 481–482.
- MORINI. 1886. Nuovo giorn. botan. ital. 18: 32. Volgens A. B. Frank. Die Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl. Band 2. Breslau, 1896, p. 307.
- MORTENSEN, M. L., S. ROSTRUP & F. K. RAVN. 1910. Oversigt over landbrugsplanternes sygdomme i 1909. Tidsskr. f. landbr. plant. 17: 306. Volgens Centralbl. für Bakteriolog. Abt. II, 30, 1911, p. 133.
- MOUGEOT, A. 1845. Champignons des Vosges. Épinal, p. 102. Volgens A. Prunet. Sur les champignons qui causent en France le piétin des céréales. Compt. rend. Acad. Sciences, Paris, 157, 1913, p. 1080.
- MUECKE, C. 1870. The take-all (*Xenodochus cerealium*). Prize essay, published under the authority of the Board of Agriculture of Victoria. Melbourne. Volgens F. L. Stevens. Foot-rot disease of wheat—historical and bibliographic. Illinois Dept. Registr. and Educat. Divis. Nat. Hist. Survey. Bul. 13, 1919, p. 265.
- MÜLLER, K. & H. HÜLSENBERG. 1927. Weissährickeit des Weizens und ihre Ursachen. Landw. Wochenschrift Provinz Sachsen, 29: 668–670.
- NEILL, J. C. 1928. Survey of diseases of cereals in New Zealand. New Zealand Journ. agric. 37: 89–93.
- NILSSON-EHLE, H. 1902a. Stråknäckning hos hösthvete, förorsakad af svampen *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not., och des förhållande hos olika sorter. Sverig. utsädesför. tidskr. 12: 185–205.
- 1902b. Något om en annan å hösthvete förekommande svamp (*Ophiobolus graminis* Sacc.). Sverig. utsädesför. tidskr. 12: 206–211.
- NOACK, M. 1928. Sphaeriaceales. P. Sorauer. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 5. Aufl. Band 2. Berlin, p. 643–649.
- NOBLE, R. J. 1928. Take-all. Dept. Agric. N. S. W. Plant dis. leafl. 33.
- NOTARIS, G. DE. 1863. Sferiacei italici. Cent. I. Genovae, p. 80–81, pl. 87
- OUDEMANS, C. A. J. A. 1897. Révision des champignons tant supérieurs qu'inférieurs trouvés jusqu'à ce jour dans les Pays-Bas. II. Amsterdam.
- 1902. Contributions à la flore mycologique des Pays-Bas. XVIII. Nederl. kruidk. arch. Ser. 3, 2: 710–711.
- 1919. Enumeratio systematica fungorum. I. Hagae Comitum.
- PAPE, H. 1927a. Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen. a. Pflanzliche Schädlinge. Mitt. Biol. Reichsanst. für Land- und Forstwirtschaft. 30: 57–58, 201–203, 295–296.
- 1927b. Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen.

- a. Pflanzliche Schädlinge. Mitt. Biol. Reichsanst. für Land- und Forstwirtsch. 32: 76–77.
- PAPE, H. & S. WILKE. 1927. Einfluss von Krankheiten und Schädlingen auf die Ernte der Kulturpflanzen. Mitt. Biol. Reichsanst. für Land- und Forstwirtsch. 32: 25–26.
- PARISOT, F. 1926. Le piétin du blé. Compt. rend. Acad. Agric. de France, 12: 565–569.
- PARISOT, F. & E. GIRARD. 1925. Le piétin du blé. Office région. agric. de l'Ouest. Centre national d'expériment. agric. de Rennes. Travaux. 1925, p. 7–24.
- PEARSON, A. N. 1888. Blight in wheat. Dept. Agric. Victoria. Bul 1: 38. Volgens D. McAlpine. „Take-all” in wheat. Journ. Dept. Agric. Victoria, 1, 1902, p. 74–80.
- PEGLION, V. 1898. Il diradamento del grano e dell'avena nell' Agro Romano e nella Maremma. Staz. sperim. agrar. ital. 31: 467–484.
- 1912. Intorno al mal del piede del frumento. Casale.
- 1922. Avversità e malattie parassitarie del frumento. La propaganda per la coltivazione frumentaria nell'anno 1920–21. Roma.
- 1928. La malattie delle piante coltivate cagionate da parassiti vegetali o da agenti inanimati. V. Ediz. Casale Monf. p. 217–235.
- PETHYBRIDGE, G. H. 1926. Report on the occurrence of fungus, bacterial and allied diseases of crops in England and Wales for the years 1922–1924. Ministr. Agric. and Fisheries, London. Miscell. public. 52: 13, 16–17.
- PETRI, L. 1926. Osservazioni sul „mal del piede” del frumento. Bol. R. Staz. Patol. Veget. N. S. 6: 174–178.
- 1929. Rassegna dei casi fitopatologici osservati nel 1928. Bol. R. Staz. Patol. Veget. N. S. 9: 1–65.
- PEYRONEL, B. 1926a. Osservazioni sul „mal del piede” dei cereali e sulle varie crittogame che lo producono in Italia. Bol. R. Staz. Patol. Veget. N. S. 5: 213–216.
- 1926b. Il „mal del piede” dei cereali. Bol. R. Staz. Patol. Veget. N. S. 6: 285–336.
- 1927. Malattie del grano. I. Mal del piede. Bol. fitopat. e entomol. agrar. Min. Econ. Naz. 1. Volgens Rev. appl. mycol. 8, 1929, p. 432.
- PLUCHET. 1878. Sur l'état de la récolte du blé et sur la maladie du piétin. Bul. Soc. Centr. d'Agric. de France, 38: 368–370. Volgens L. Mangin. Sur le piétin ou maladie du pied du blé. Bul. Soc. Mycol. de France, 15, 1899, p. 210–212.

- POETEREN, N. VAN. 1924. Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1923. Versl. en Meded. Plantenziekt. Dienst, Wageningen, 34: 7-9.
- 1926. Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1925. Versl. en Meded. Plantenziekt. Dienst, Wageningen. 44: 7-8, 10.
- 1928. Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1926. Versl. en meded. Plantenziekt. Dienst, Wageningen, 51: 11.
- 1929. Verslag over de werkzaamheden van dsn Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1927. Versl. en meded. Plantenziekt. Dienst, Wageningen, 55: 18.
- PÖSCH, K. 1904. Mycopathologisches aus Ungarn. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. 14: 158.
- PRIDHAM, J. T. 1911. Field experiments with wheat diseases, 1910-11. Journ. Dept. Agric. Victoria, 9: 250-256.
- 1919. Take-all, the wheat-growers' worst enemy. Agric. gaz. New South Wales, 30: 77-79.
- PRILLIEUX, E. ? Maladies des plantes agricoles. II. Paris, p. 221-226, fig. 331-333.
- PRILLIEUX, E. & DELACROIX. 1890. La maladie du pied du blé, causée par l'Ophiobolus graminis, Sacc. Bul. Soc. Mycol. de France, 6: 110-113, pl. XVI.
- PRUNET, A. 1913. Sur les champignons qui causent en France le piétin des céréales. Compt. rend. Acad. Sciences, Paris, 157: 1079-1081.
- PUTTERILL, V. A. 1924. Vrotpootjie (take-all) by koring. Joern. Dept. Landb. Unie van Suid Afrika. 1924. Ook als Vrotpootjie or take-all of wheat. Journ. Dept. Agric. Union of South Africa. 1924.
- RABATÉ, E. 1913. La destruction des herbes par les produits chimiques. Culture moderne. 1913.
- 1924a. Action de l'acide sulfurique dilué dans les champs de céréales. Compt. rend. Acad. Sciences, Paris, 179: 1285-1287.
- 1924b. Emploi de l'acide sulfurique pour la destruction des herbes et pour la lutte contre divers parasites. Rev. de pathol végét. et d'entomol. agric, 11: 288-298, 2 pl.
- 1926. The use of sulphuric acid against weeds and certain crop parasites. Internat. rev. sci. and pract. of agric. N. S. 4: 535-545. Volgens Rev. appl. mycol. 6, 1927, p. 87-88.

- RABATÉ, E. 1927a. Action de l'acide sulfurique sur le piétin du blé. Journ. d'agric. prat. N. S. 47: 133-135, fig. 19-20.
- 1927b. La destruction des mauvaises herbes. 2. Edit. Paris.
- REED, G. M. & G. H. DUNGAN. 1920. Flag smut and take-all. Illinois Agric. Exper. Stat. Circ. 242.
- REINMUTH, E. 1928. Indirekte Bekämpfungsmassnahmen im Pflanzenschutz. Mitt. Deutschen Landw.-Gesellsch. 43: 105-107.
- REMER, W. 1903a. Beobachtungen über einige Pflanzenschädlinge. Schlesische Gesellsch. vaterl. Cultur. Jahresber., 80, Abt. IIb, p. 18-21.
- 1903b. Ueber Pflanzenkrankheiten in Schlesien im Jahre 1902. Schlesische Gesellsch. vaterl. Cultur. Jahresber., 80, Abt. IIb, p. 22-27.
- REUTHER, 1913. Beobachtungen über die Fusskrankheit des Weizens. Illus. landw. Zeitg. 33: 589-591.
- RICHARDSON, A. E. V. 1910. „Take-all“. Serious damage to crops. Journ. Dept. Agric. South Australia, 14: 466-471.
- 1911. Agricultural experiments, 1910. Journ. Dept. Agric. South Australia, 14: 678-685.
- RICHTHOFEN, v. 1912. Zur Fusskrankheit des Getreides. Deutsche landw. Presse, 39: 865.
- RITZEMA Bos, J. 1899. Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten; verslag over de inlichtingen, gegeven in 1898. Landb. tijdschr. 1899, p. 84-87.
- 1900. Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten; verslag over de inlichtingen, gegeven in 1899. Landb. tijdschr. 1900, p. 137.
- 1903. Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten. Verslag over de onderzoekingen, gedaan in en over inlichtingen gegeven vanwege bovengenoemd laboratorium in het jaar 1902. Tijdschr. over plantenziekt. 9: 14.
- 1908. Instituut voor Phytopathologie te Wageningen: Verslag over onderzoekingen, gedaan in- en over inlichtingen, gegeven vanwege bovengenoemd instituut in het jaar 1907. Meded. Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwsch. Wageningen, 1: 47.
- 1913. Instituut voor Phytopathologie te Wageningen. Verslag over onderzoekingen, gedaan in- en over inlichtingen, gegeven vanwege bovengenoemd instituut in het jaar 1911. Meded. Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwsch. Wageningen, 6: 126.

- RITZEMA BOS, J. 1914. Instituut voor Phytopathologie te Wageningen. Verslag over onderzoekingen, gedaan in- en over inlichtingen, gegeven vanwege bovengenoemd instituut in het jaar 1912. Mededeelingen Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwsch., Wageningen, 7.
- 1915. Ziekten en beschadigingen der landbouwgewassen. 3e Druk. Deel II, Stuk 2. Groningen, p. 148–150, fig. 48.
- ROBERT, E. 1923. Quelques mots encore sur le piétin du blé. Journ. d'agric. prat. N. S. 26: 715–716.
- ROBINSON, G. H. 1907. Take-all and its control. Journ. Dept. Agric. Victoria, 5: 253–256.
- RÖRIG. 1910. Die Beseitigung der Ernterückstände vom Felde vom Standpunkte des Pflanzenschutzes. Kais. Biol. Anst. für Land- und Forstwirtschaft. Flugbl. 2. 3. Aufl.
- ROSEN, H. R. & J. A. ELLIOTT. 1923. Pathogenicity of *Ophiobolus cariceti* in its relationship to weakened plants. Journ. agric. research, 25: 351–358, 5 pl.
- RUSSELL, R. C. 1928. The reaction of wheat varieties to inoculations with *Ophiobolus graminis* Sacc. Scientif. agric. 8: 459.
- 1929. Histological studies of wheat infected with *Ophiobolus graminis* Sacc. Phytopathology, 19: 414.
- SACCARDO, P. A. 1875. Fungi Veneti novi vel critici. Ser. II. Nuovo giorn. botan. ital. 7: 299–329.
- 1879. Michelia. I. Patavii, p. 463.
- 1883. Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol II. Pyrenomycologiae universae. Patavii.
- 1886. Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. IV. Patavii.
- 1891a. Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. IX. Patavii.
- 1891b. Rev. mycol. 13: 77.
- 1892. Rev. mycol. 14: 7.
- SACCARDO, P. A. & C. ROUMEGUÈRE. 1881. Reliquiae Mycologicae Libertianae. Ser. II. Rev. mycol. 3: 39–59.
- SACCARDO, P. A. & D. SACCARDO FIL. 1906. Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. XVIII. Supplementum universale, Pars VII. Patavii.
- SALMON, S. C. & R. I. THROCKMORTON. 1929. Wheat production in Kansas. Kansas Agric. Exper. Stat. Bul. 248.

- SAMUEL, G. 1923. Take-all investigations. Journ. Dept. Agric. South Australia, 27: 438, 440-442.
- 1924. Take-all investigations, II. Journ. Dept. Agric. South Australia, 27: 1134-1147, 7 fig.
- SANFORD, G. B. 1926. Report of the Dominion Field Laboratory of Plant Pathology, Saskatoon, in co-operation with the University of Saskatchewan. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1925, p. 95-97, fig. 10-11.
- 1927a. Report of the Dominion Field Laboratory of Plant Pathology in co-operation with the University of Saskatchewan, Saskatoon. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1926, p. 119-120.
- 1927b. Important soil-borne diseases of crops in Western Canada. Scientif. agric. 7: 292-294.
- 1928. Report of the Dominion Laboratory of Plant Pathology for Alberta. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1927, p. 112-117, fig. 18.
- SCHAFFNIT, E. 1930. Ertragseinbussen im Getreidebau durch Fusskrankheiten. Mitt. Deutschen Landw.-Gesellschaft, 45: 247-251, 5 fig.
- SCHAFFNIT, E. & K. MEYER-HERMANN. 1930. Ueber den Einfluss der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Zeitschr. 2: 99-166, 21 fig.
- SCHOENE, W. J. 1920. „Take-all“ disease of wheat in Virginia. Quart. Bul. Virginia State Crop Pest. Com. 1: 22-23.
- SCHRIBAUX, E. 1892. Le piétin ou maladie du pied des céréales. Journ. d'agric. prat. Année 56, Tome II: 317-320.
- 1914. Sur le piétin des céréales. Bul. des séances Soc. Nation. d'Agric. de France, 74: 413-423.
- SEGURA, J. C. 1903. El acame, encamado ó acamado. Bol. Com. de Parasitologia Agr. Mexico. 2: 62-66. Volgens F. L. Stevens. Foot-rot disease of wheat-historical and bibliographic. Illinois Dept. Registr. and Educ. Divis. Natur. Hist. Survey. Bul. 13. 1919.
- SÉVEGRAND, P. 1924. Le piétin des céréales. Vie agric. et rurale, 24: 341-342.
- SEWELL, M. C. & L. E. MELCHERS. 1924. The effect of rotation and tillage on foot-rot of wheat in Kansas, 1920-1924. Journ. Amer. Soc. Agron. 16: 768-771, 2 pl.
- SIMMONDS, P. M. 1924. Report of the Dominion Field Laboratory of

- Plant Pathology, Indian Head, Sask. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1923, p. 49–53.
- SIMMONDS, P. M. 1928. Report of the Dominion Laboratory of Plant Pathology, Saskatoon, Sask., in co-operation with the University of Saskatchewan. Canada Dept. Agric. Rept. Domin. Botanist for 1927, p. 98–112, fig. 14–17.
- SMITH, W. G. 1884. Diseases of field and garden crops. London, p. 69. Volgens F. L. Stevens. Foot-rot disease of wheat-historical and bibliographic. Illinois Dept. Registr. and Educat. Divis. Nat. Hist. Survey. Bul. 13, 1919, p. 266.
- SORAUER, P. 1896. Bericht über eine mit Unterstützung des kgl. preuss. landwirtschaftlichen Ministeriums unternommene Umfrage betreffs der im Jahre 1894 durch Krankheiten und Feinde in Preussen verursachte Erntebeschädigungen. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. 6: 210–218.
- 1901. Uebersichtliche Zusammenfassung der praktisch wichtigen Ergebnisse aus den von der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft gesammelten Berichten über die im Jahre 1900 aufgetretenen Schädigungen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 60: 293.
- SORAUER, P. & HOLLRUNG. 1901. Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1900. Arb. Deutschen Landw.-Gesellsch. 60: 26–29, 34–43.
- STEVENS, F. L. 1919. Foot-rot disease of wheat-historical and bibliographic. Illinois Dept. Registr. and Educat. Divis. Nat. Hist. Survey. Bul. 13: 259–286, 1 fig.
- 1920. Footrot of wheat. Science. N. S. 51: 517–518.
- 1922. The Helminthosporium foot-rot of wheat, with observations on the morphology of Helminthosporium and on the occurrence of saltation in the genus. Illinois Dept. Registr. and Educat. Divis. Nat. Hist. Survey. Bul. 14: 76–185, 23 fig., 34 pl.
- SUMMERS, W. L. 1901. Wheat-stem killing fungus. Journ. agric. and industr. South Australia, 4: 521.
- 1903. „Takeall” and „whiteheads” in wheat crops. Journ. agric. and industr. South Australia, 7: 297–299.
- SUTTON, G. L. 1911. „Take-all”. Practical methods for its eradication and control. Agric. gaz. New South Wales, 22: 161–163.
- 1927. „Whiteheads” and other „take-all” like diseases. Journ. Dept. Agric. Western Australia, 2: 500–502.

- SYDOW, P. 1898. Index universalis et locupletissimus nominum plantarum hospitem specierumque omnium fungorum has incolentium quae e Sylloge Fungorum Saccardiana et e litteratura mycologica usque ad finem anni 1897 in lucem edita. P. A. Saccardo. Sylloge fungorum. Vol. XIII. Berolini.
- TEDIN, O. 1927. Rotdödarens härjningar på Skånes vetefält. Landtmannen, 10: 705–707.
- TEPPER, J. G. O. 1892. „Take-all” and its remedies. Agric. gaz. New South Wales, 3: 69–72.
- THOMAS, R. G. 1927. Ultima crop competition. Journ. Dept. Agric. Victoria, 25: 231–234.
- TORSSELL, R. 1927. Om liggsäd vid den mellansvenska höstsädesodlingen. Landtmannen, 10: 874–875. Volgens Rev. appl. mycol. 7, 1928, p. 236.
- TULASNE, L. R. & C. TULASNE. 1863. Selecta fungorum carpologia. Tom. II. Parisiis, p. 255.
- VOGES, E. 1912. Zur Fusskrankheit des Getreides. Deutsche landw. Presse, 39: 815–816, 823–824, fig. 745–748, 754–756.
- 1913a. Die Schneeschimmel. Deutsche landw. Presse, 40: 229–231, 3 fig.
- 1913b. Die Witterung und die Fusskrankheit des Getreides. Deutsche landw. Presse, 40: 993–994, 3 fig.
- 1913c. Über *Ophiobolus herpotrichus* Fries und die Fusskrankheit des Getreides. Zeitschr. für Gärungsphysiol. 3: 43–83, 6 fig.
- 1914. Über *Ophiobolus herpotrichus* Fries, den „Weizenhalm-töter”, in seiner Nebenfruchtform. Centralbl. für Bakteriologie. Abt. II, 42: 49–64, 9 fig.
- WATERS, R. 1920a. Take-all disease in wheat. Incidence in New Zealand. New Zealand journ. agric. 20: 137–143, 3 fig.
- 1920b. Take-all disease in wheat. Etiology of *Ophiobolus graminis* Sacc. New Zealand journ. agric. 20: 287–288.
- WEBB, R. W. & H. FELLOWS. 1926. The growth of *Ophiobolus graminis* Sacc. in relation to hydrogen-ion concentration. Journ. agric. research, 33: 845–872, 8 fig.
- WEISS, J. E. 1901. Kurzgefasstes Lehrbuch der Krankheiten und Beschädigungen unserer Kulturgewächse. Stuttgart, p. 74.
- WINTER, G. 1887. Die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. L. Rabenhorst. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. 2. Aufl. Band I, Abt. II. Leipzig.

PLAAT I

- Fig. 1. *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc.
Ascus, afkomstig van tarwestoppel uit Zevenbergschen Hoek.
Foto 1 Maart 1928. 318 × vergroot.
Asque provenant de chaume de froment de Zevenbergschen Hoek.
Photo 1er mars 1928.
- Fig. 2. *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc.
Ascospoor, afkomstig van tarwestoppel uit Zevenbergschen Hoek.
Foto 28 Februari 1928. 350 × vergroot.
Ascospore provenant de chaume de froment de Zevenbergschen
Hoek. Photo 28 février 1928.
- Fig. 3. *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc.
Gekiemde ascosporen in door Chamberland bougie gefiltreerd
kleiextract. 73 × vergroot.
Ascospores germées dans de l'extract de terre argileuse filtrée par
bougie de Chamberland.
- Fig. 4. *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc.
Ascosporen, welke in de asci zijn gekiemd, in door Chamberland
bougie gefiltreerd kleiextract. 85 × vergroot.
Ascospores germées a l'intérieur des asques dans de l'extract de
terre argileuse filtrée par bougie de Chamberland.

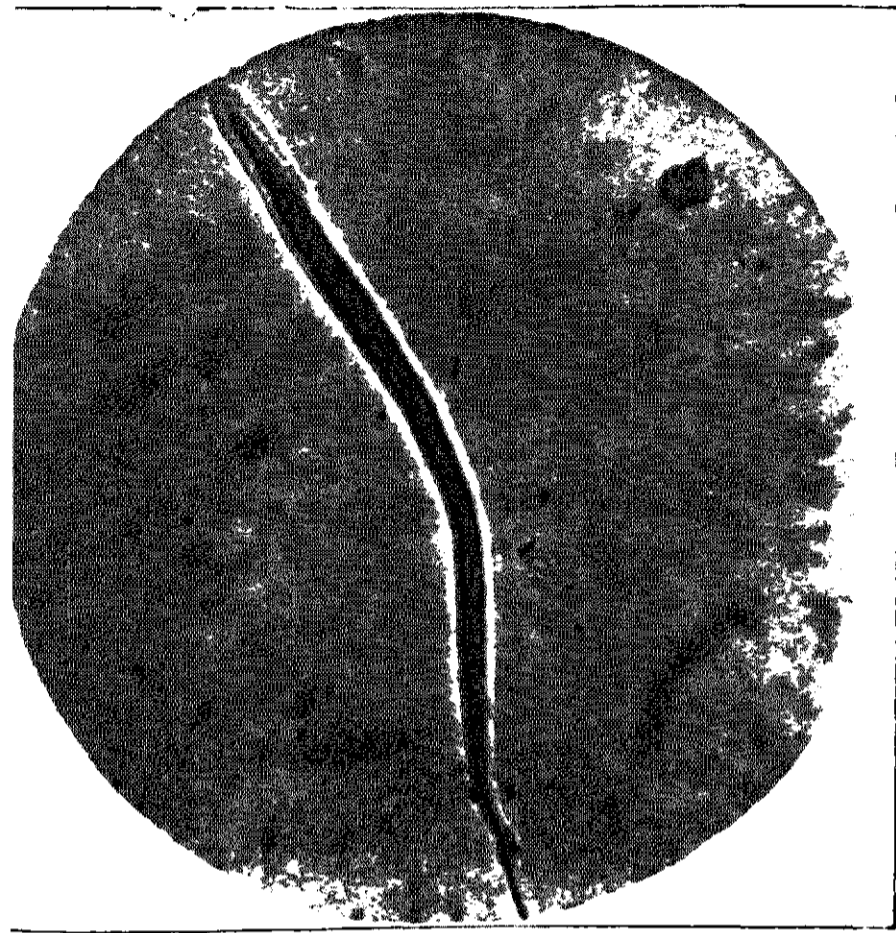


fig. 1

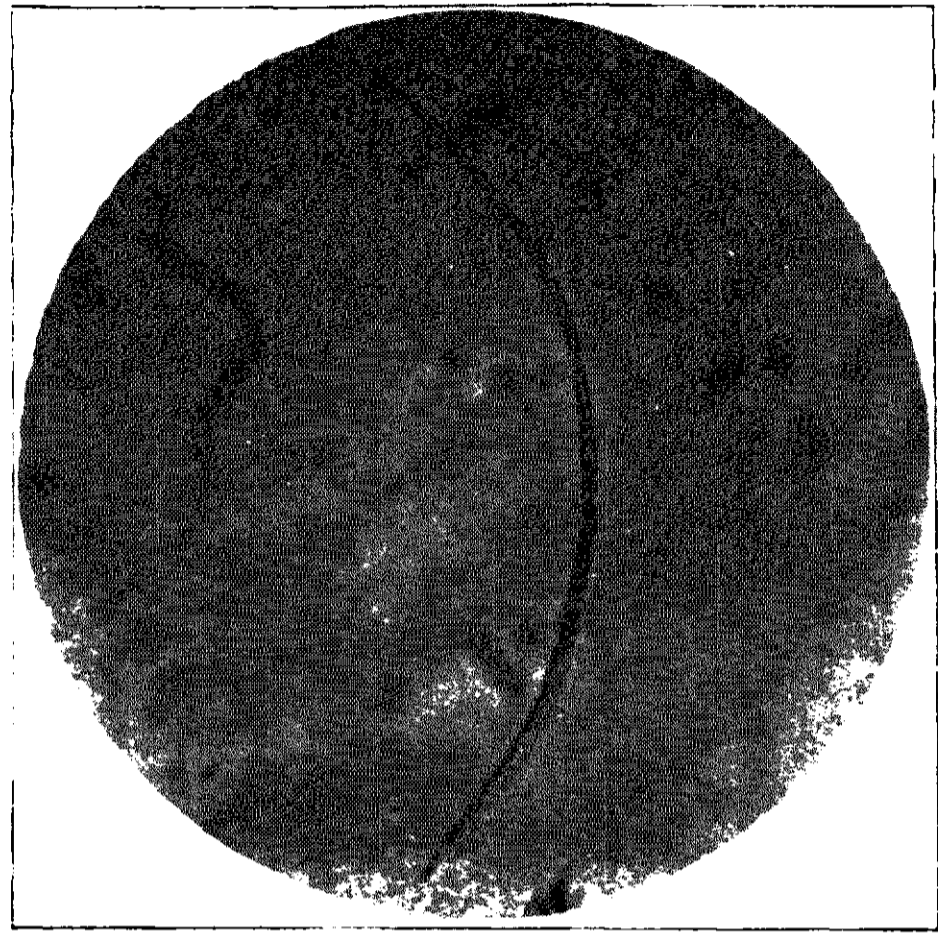


fig. 2

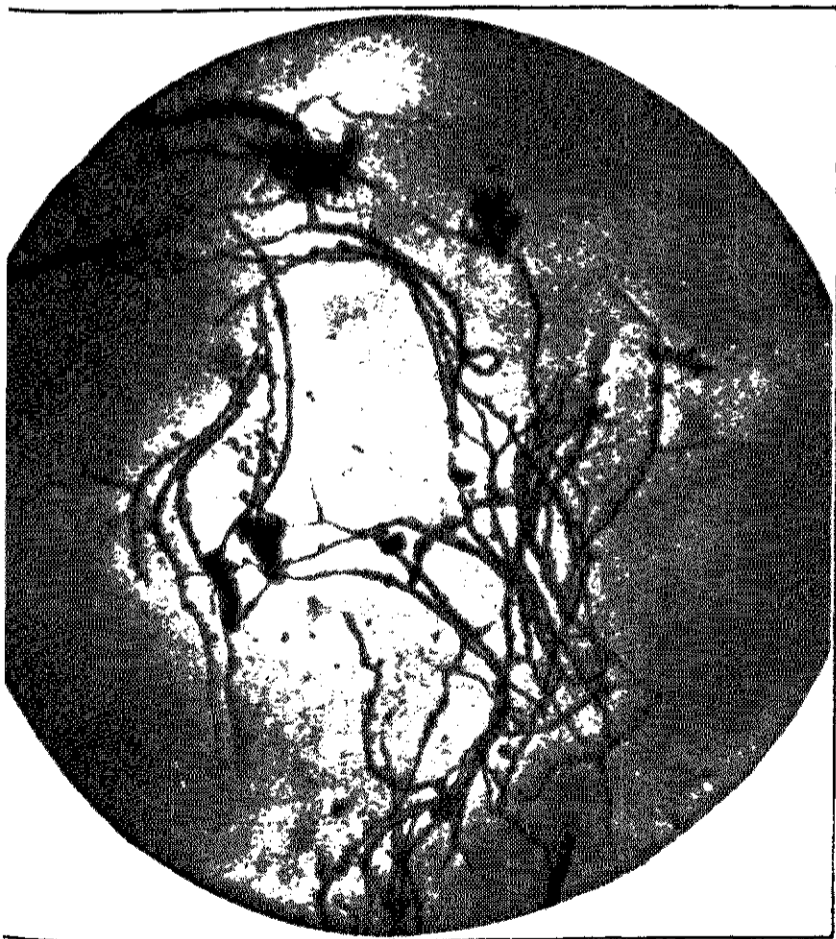


fig. 3



fig. 4

PLAAT II

Fig. 1. Ophiobolus Graminis Sacc.

Asci en ascosporen, afkomstig uit een perithecium, dat ontstaan is op een tarweplant, welke met een reïncultuur was geïnfecteerd. 75 × vergroot.

Asques et ascospores provenant d'un périthèce qui s'est formé sur une tige de froment infectée d'une culture pure.

Fig. 2. Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc.

Asci afkomstig van tarweplant uit Zevenbergschen Hoek. Foto 18 Juni 1928. 78 × vergroot.

Asques provenant de tige de froment de Zevenbergschen Hoek. Photo 18 juin 1928.

Fig. 3. Ophiobolus Graminis Sacc.

Hetzelfde praeparaat als Fig. 1, doch sterker vergroot. 170 × vergroot.

La même préparation que Fig. 1, mais plus grossie.



fig. 1

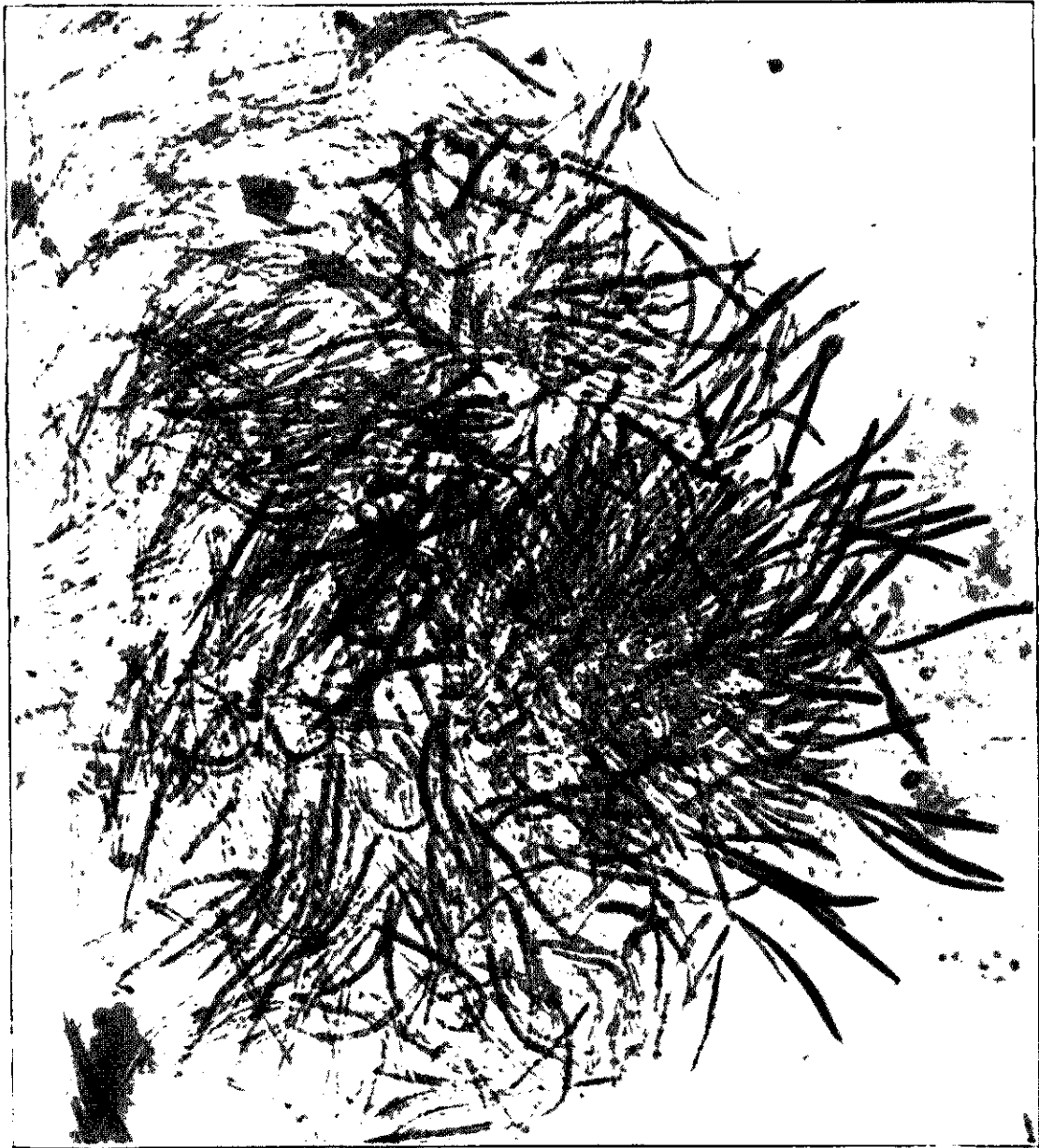


fig. 2

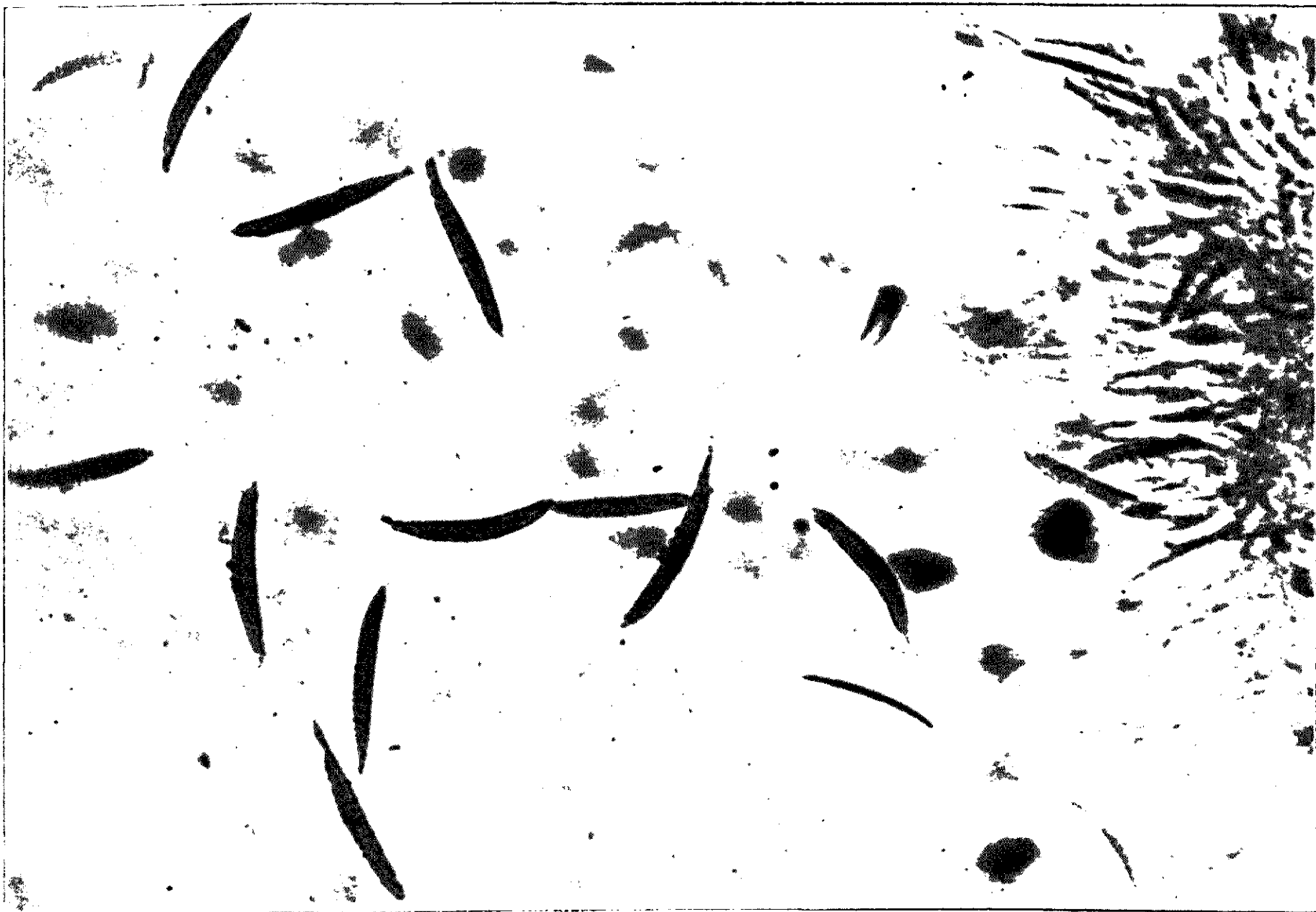


fig. 3

PLAAT III

Fig. 1. *Ophiobolus Graminis* Sacc.

Ascus, waarvan de wand is opgelost. 406 × vergroot.

Asque dont la parois s'est dissoute.

Fig. 2. *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc.

Ascus, waarin de sporen gekiemd zijn. 180 × vergroot.

Asque dans lequel les spores ont germé.

Fig. 3. *Ophiobolus Graminis* Sacc.

Tarwestengel met peritheciën, welke ontstaan zijn na infectie van de grond met een reïncultuur. 11 × vergroot.

Tige de froment avec des périthèces formés après contamination du sol d'une culture pure.

Fig. 4. *Ophiobolus Graminis* Sacc.

Stengel van *Bromus arvensis* Linn. met peritheciën, welke ontstaan zijn na infectie van de grond met een reïncultuur. 15 × vergroot.

Tige de *Bromus arvensis* Linn. avec des périthèces formés après contamination du sol d'une culture pure.

PLAAT III



fig. 1

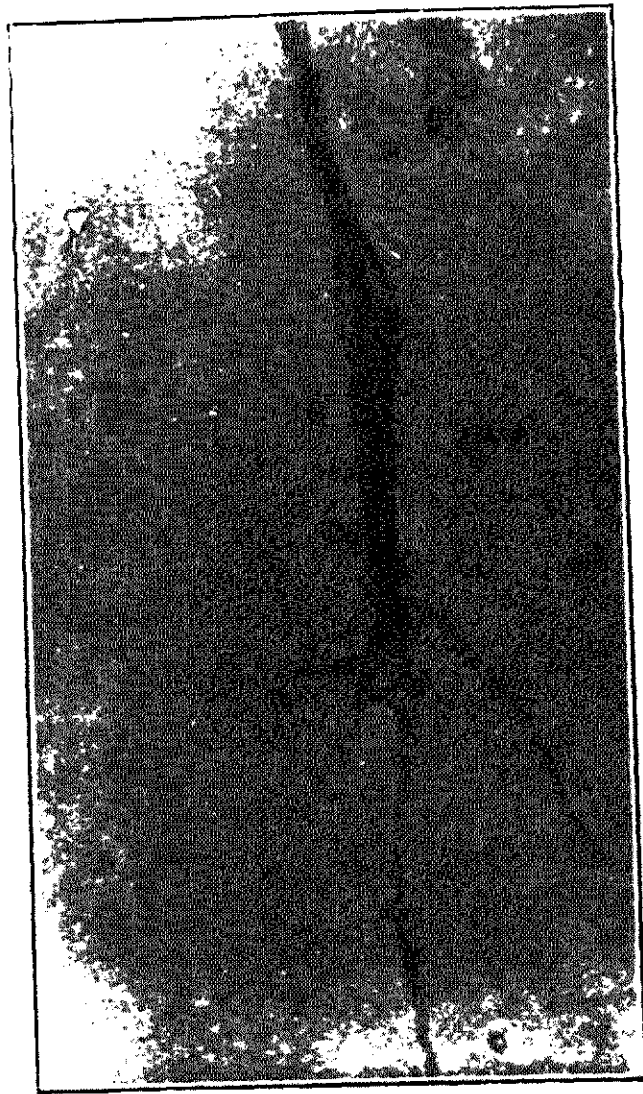


fig. 2

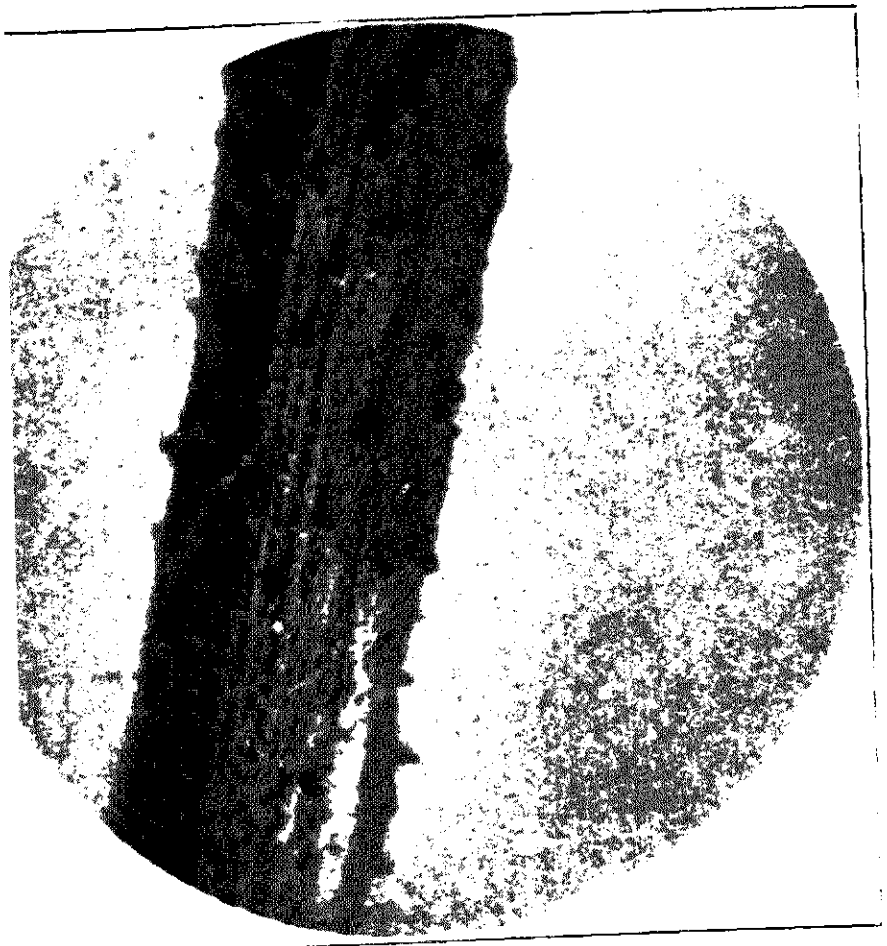


fig. 3

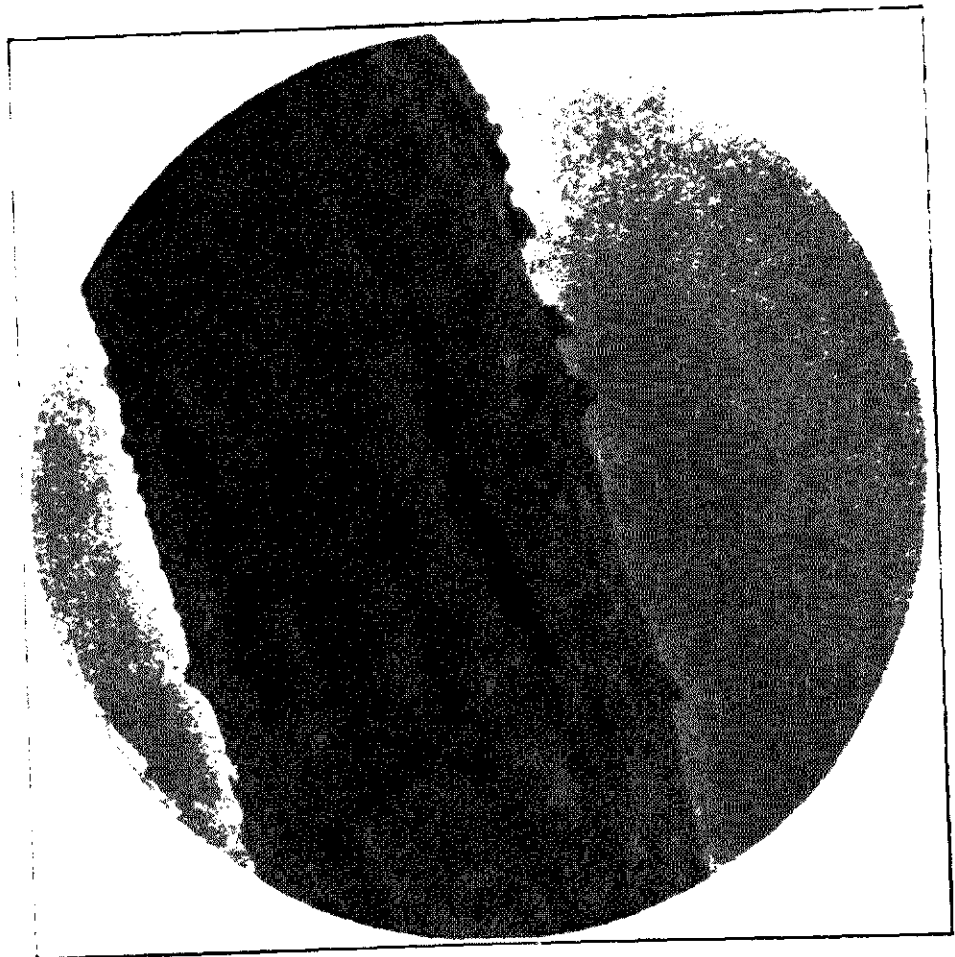


fig. 4

PLAAT IV

- Fig. 1. Wilhelminatarwe, die op 26 April 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met steriele haver- en gerstkorrels. Foto 22 Mei 1929.
Froment Wilhelmina semé 26 avril 1929 dans un sol mélangé de grains d'avoine et d'orge steriles. Photo 22 mai 1929.
- Fig. 2. Wilhelminatarwe, die op 29 April 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met een reïncultuur van *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. op haver- en gerstkorrels. Foto 22 Mei 1929.
Froment Wilhelmina semé 29 avril 1929 dans un sol mélangé d'une culture pure d'*Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. sur des grains d'avoine et d'orge. Photo 22 mai 1929.

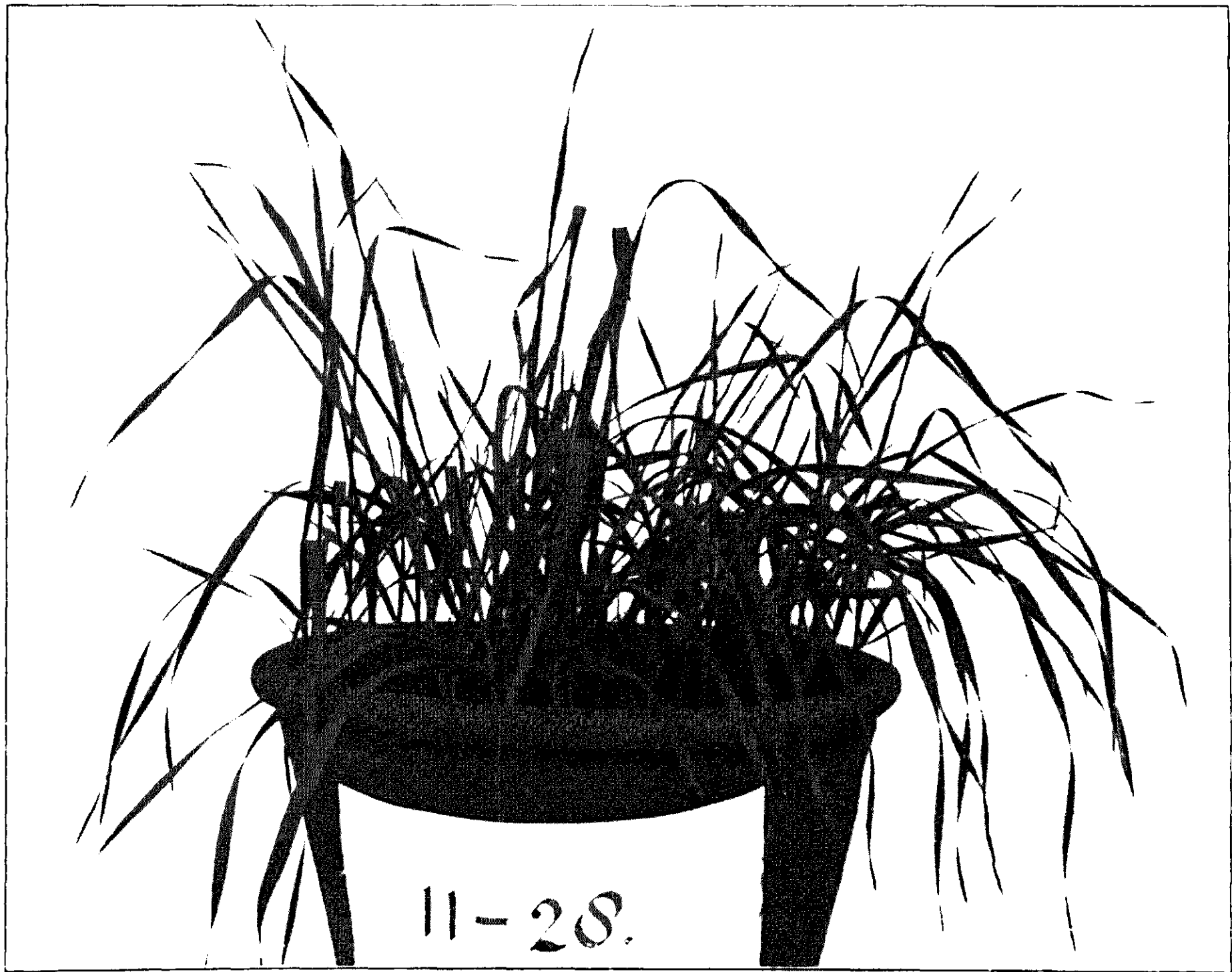


fig. 1



fig. 2

PLAAT V

Fig. 1. Wilhelminatarwe, die op 24 April 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* Sacc. op haver- en gerstkorrels. Foto 22 Mei 1929.

Blé Wilhelmina semé 24 avril 1929 dans un sol mélangé d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* Sacc. sur des grains d'avoine et d'orge. Photo 22 mai 1929.

Fig. 2. Wilhelmina-tarwe, die op 24 April 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met een reïncultuur van *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. op haver- en gerstkorrels. Foto 22 Mei 1929.

Blé Wilhelmina semé 24 avril 1929 dans un sol mélangé d'une culture pure d'*Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. sur des grains d'avoine et d'orge. Photo 22 mai 1929.

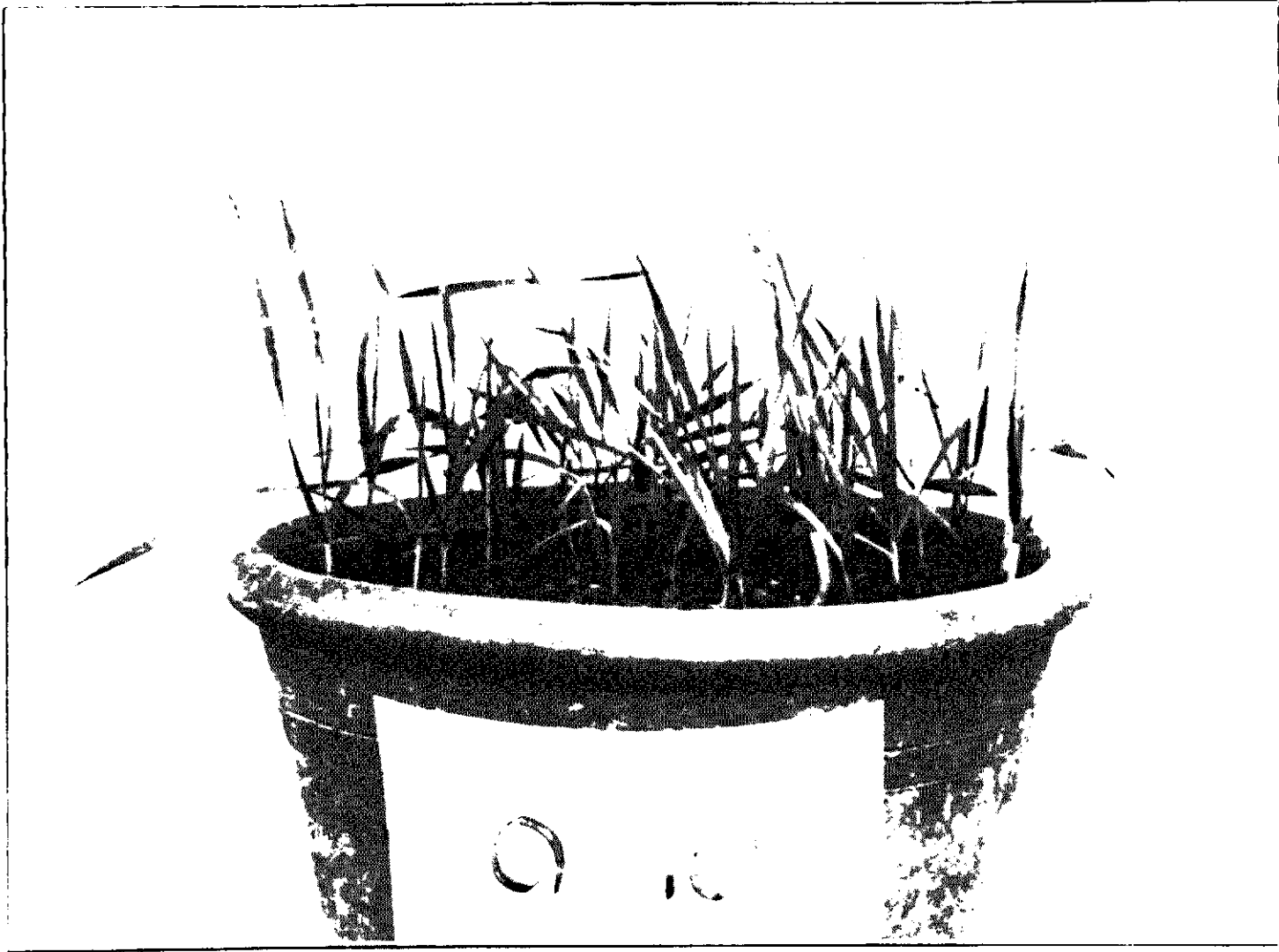


fig. 1

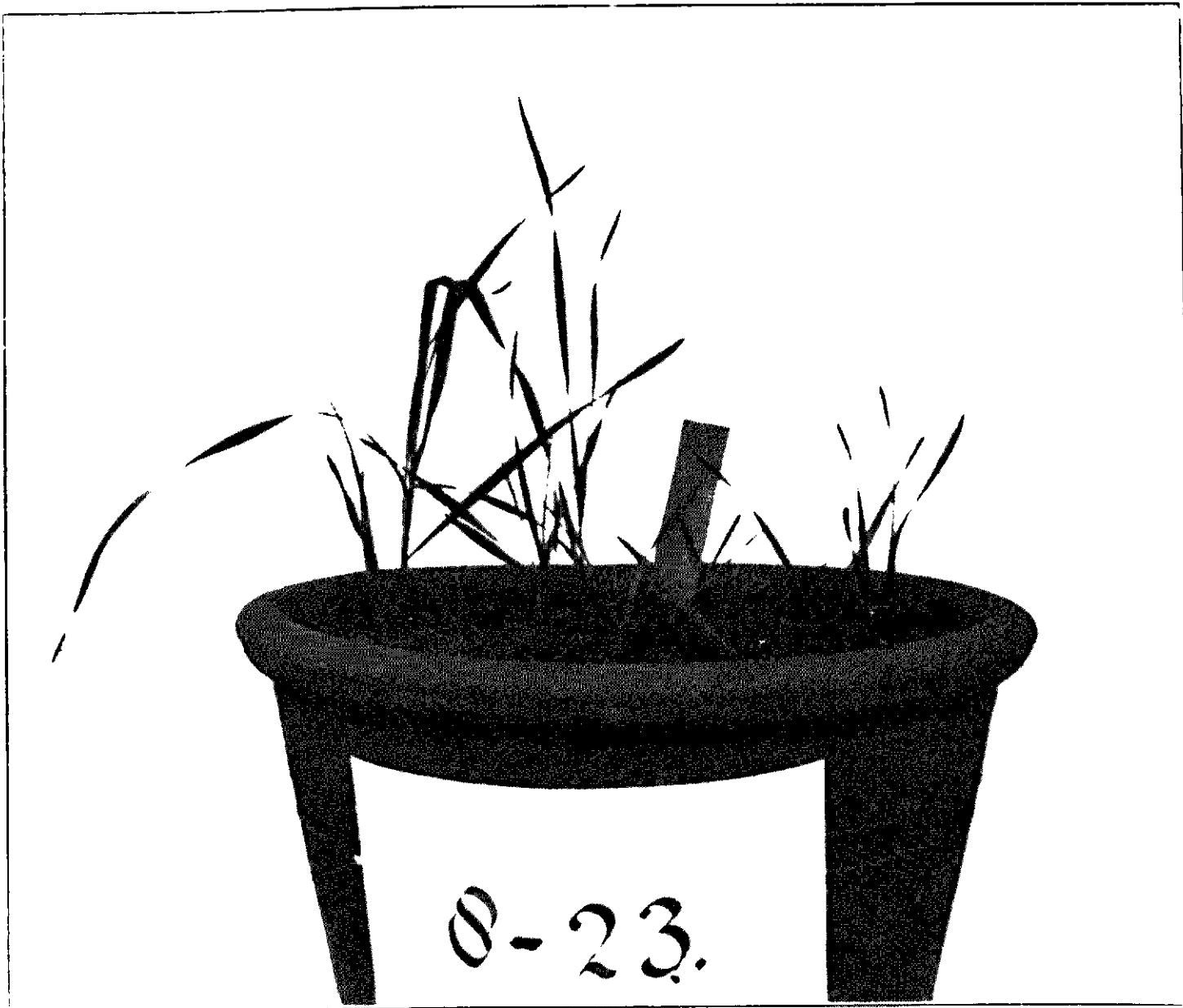


fig. 2

PLAAT VI

Fig. 1. Bocumer-wintergerst, die op 1 Mei 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met steriele haver- en gerstkorrels. Foto 22 Mei 1929.

Escourgeon Bocumer semé 1 mai 1929 dans un sol mélangé de grains d'avoine et d'orge stériles. Photo 22 mai 1929.

Fig. 2. Bocumer-wintergerst, die op 29 April 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met een reïncultuur van *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. op haver- en gerstkorrels Foto 22 Mei 1929. Escourgeon Bocumer semé 29 avril 1929 dans un sol mélangé d'une culture pure d'*Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. sur des grains d'avoine et d'orge. Photo 22 mai 1929.

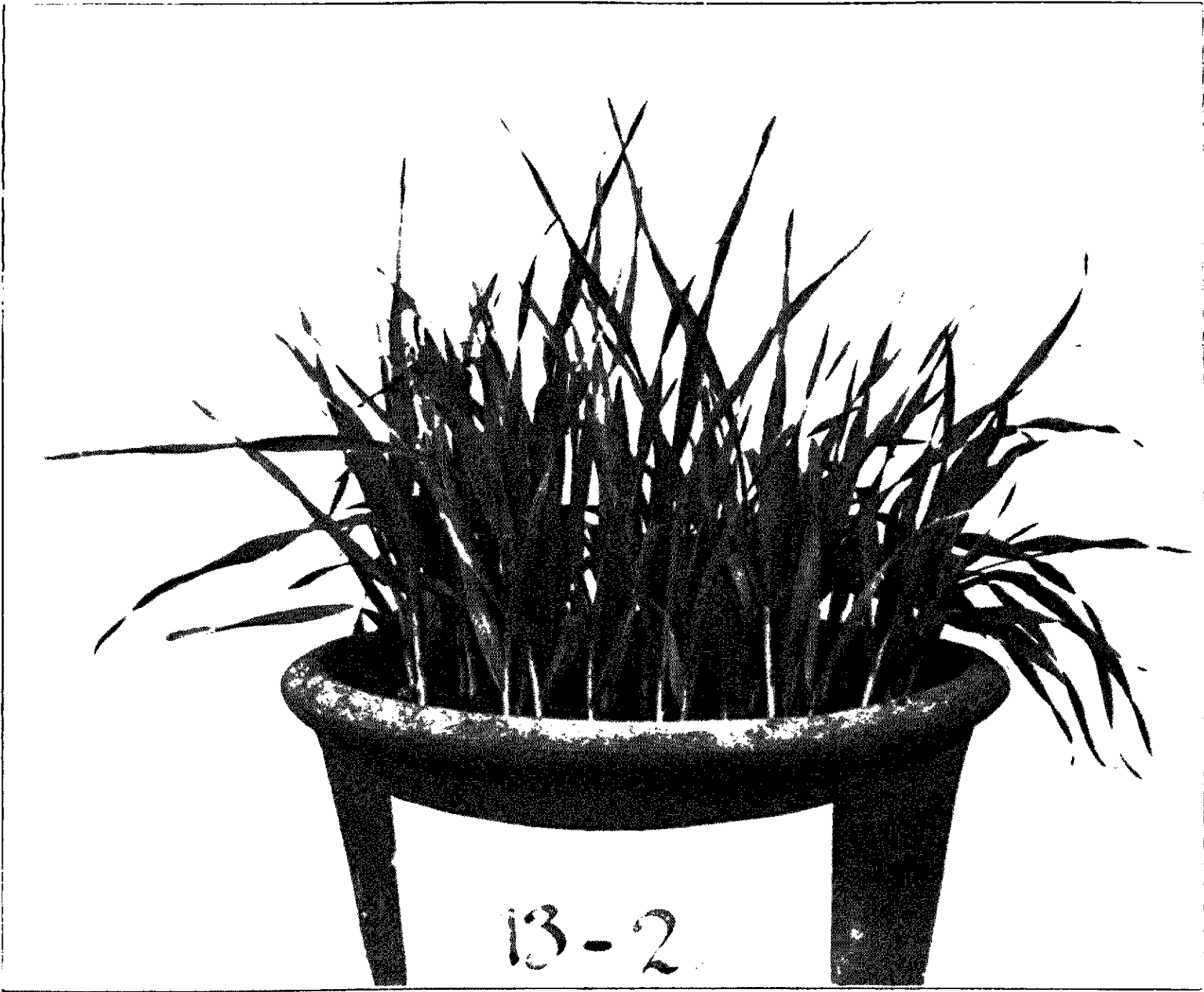


fig. 1

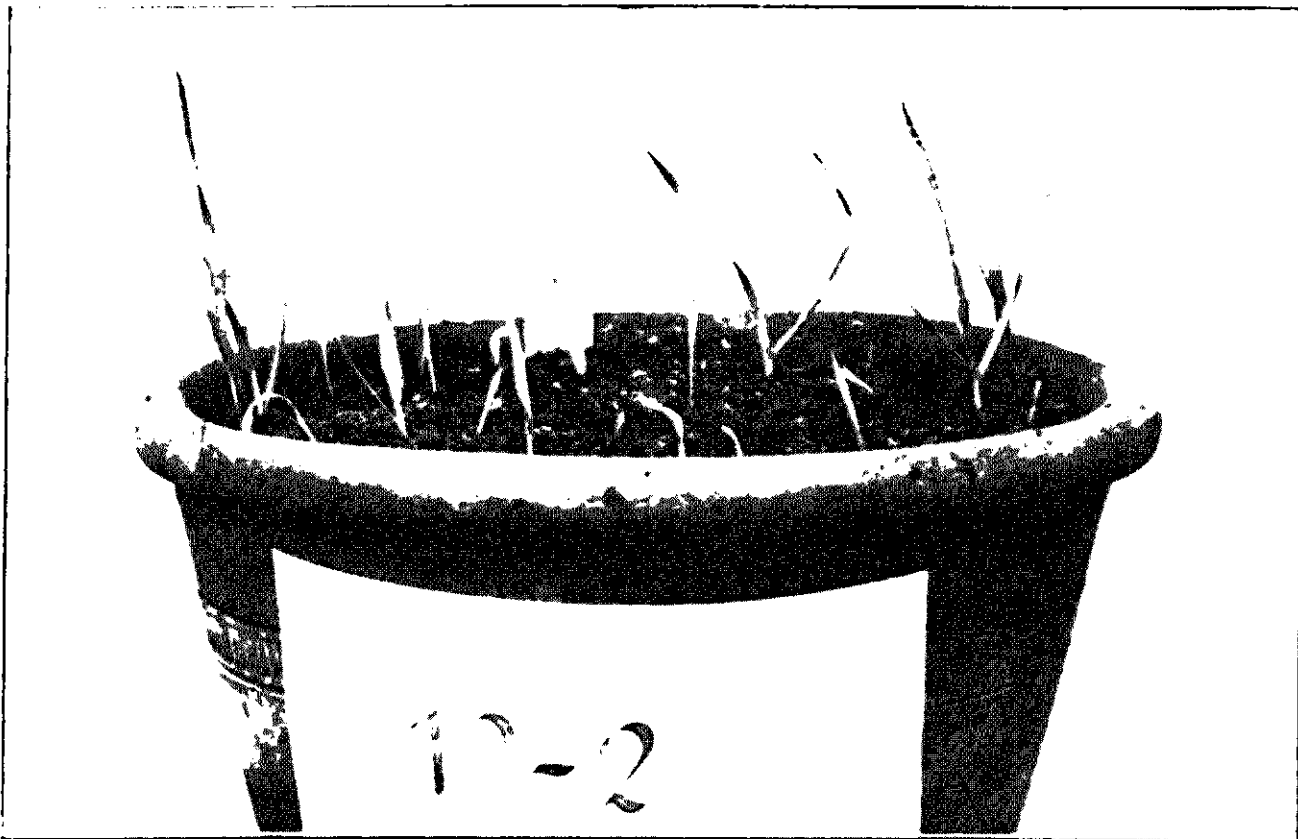


fig. 2

PLAAT VII

Fig. 1. Bocumer-wintergerst, die op 2 Mei 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* Sacc. op haver- en gerstkorrels. Foto 22 Mei 1929.

Escourgeon (Bocumer) semé 2 mai 1929 dans un sol mélangé d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* Sacc. sur des grains d'avoine et d'orge. Photo 22 mai 1929.

Fig. 2. Bocumer-wintergerst, die op 6 Mei 1929 is gezaaid in grond, welke vermengd is met een reïncultuur van *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. op haver- en gerstkorrels. Foto 22 Mei 1929.

Deze pot is even dik gezaaid als die in Fig. 1.

Escourgeon (Bocumer) semé 6 mai 1929 dans un sol mélangé d'une culture d'*Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. sur des grains d'avoine et d'orge. Photo 22 mai 1929.

Ce pot a été semé aussi dru que celui de la 1ère figure.

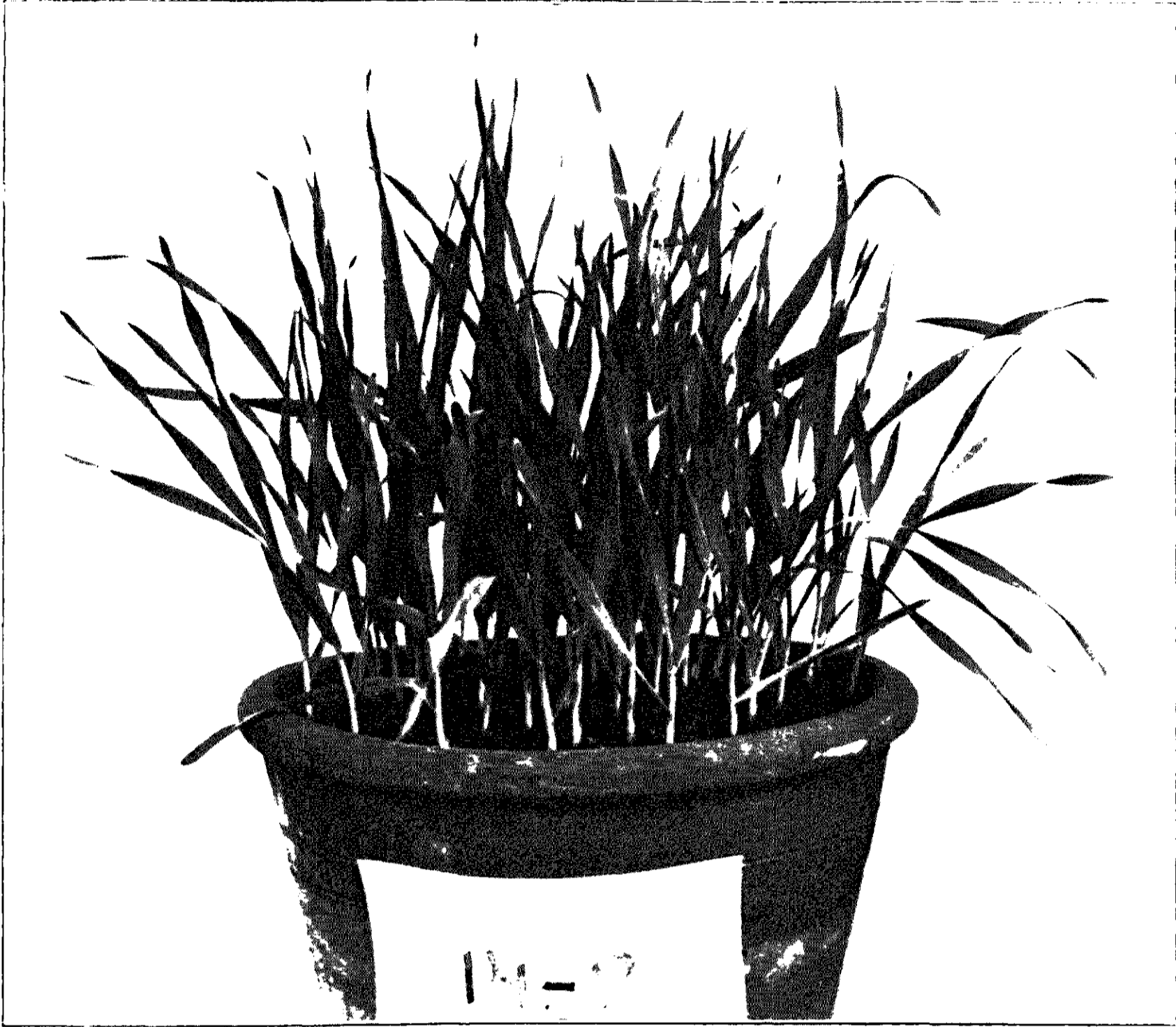


fig. 1

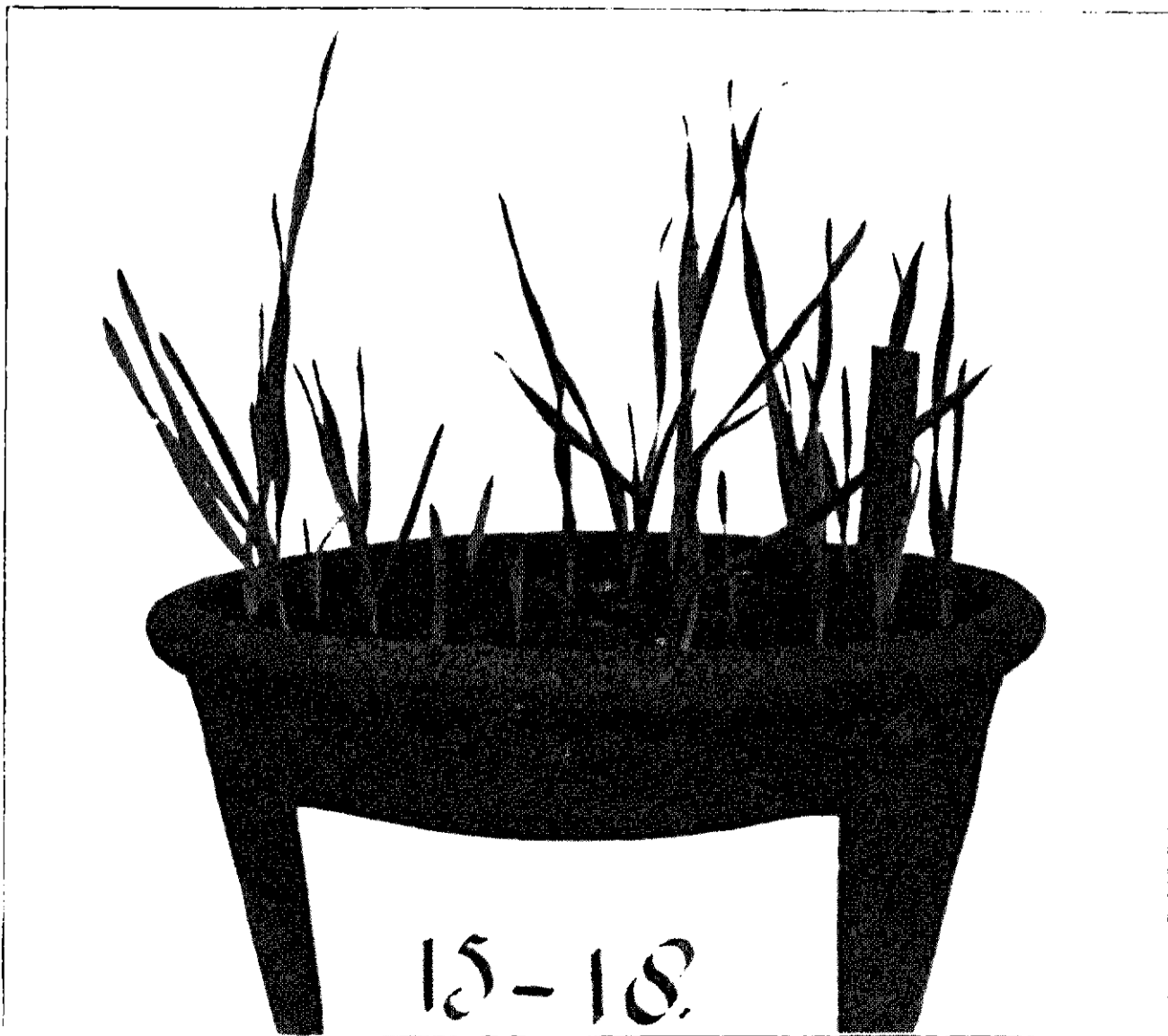


fig. 2

PLAAT VIII

Fig. 1 en 2. Door de Ophiobolus-voetziekte aangetaste Wilhelminatarwe te Wageningen op 1 Juli 1930.

Over het veldje was in September 1928 grond van een besmet perceel gespreid.

Blé Wilhelmina attaqué par le piétin-échaudage. Wageningen, 1er juillet 1930.

Sur le terrain avait été étendu au mois de septembre 1928 du sol provenant d'un terrain infecté.



fig. 1



fig. 2

PLAAT IX

Fig. 1. Linksche bak bevat Wilhelminatarwe, welke op 22 November 1929 gezaaid is in zand, dat geïnfecteerd is met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* Sacc.

Rechtsche bak bevat Wilhelmina W G, welke op 7 Januari 1930 gezaaid is in zand, dat geïnfecteerd is met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* Sacc. Foto 20 Juni 1930.

Le châssis à gauche contient du Blé Wilhelmina qui a été semé 22 novembre 1929 dans du sable contaminé d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* Sacc.

Le châssis à droite contient du Blé Wilhelmina W G, semé 7 janvier 1930 dans du sable contaminé d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* Sacc. Photo 20 juin 1930.

Fig. 2. Wilhelminatarwe, afkomstig van mijn proefveld te Beesel (L.).

De linksche plant is gezond, de middelste is in geringe graad door *Ophiobolose* aangetast, de rechtsche plant is sterk aangetast en door de ziekte afgestorven. Foto 31 Juli 1928.

Blé Wilhelmina. La plante à gauche est saine, celle du milieu est atteinte à un certain degré d'*Ophiobolose*, la plante à droite est attaquée à un haut degré et est morte de cette infection. Photo 31 juillet 1928.

Fig. 3. Door de *Ophiobolus*-voetziekte aangetaste Svalöf's Staaltarwe, afkomstig van mijn proefveld te Beesel (L.). Foto 10 Augustus 1928.

Blé (Svalöf's Staaltarwe) attaqué par l'*Ophiobolose* et provenant de mon champ d'expérimentation. Photo 10 août 1928.

Fig. 4. Wilhelminatarwe, welke geïnfecteerd is met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* Sacc.

Blé Wilhelmina infecté d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* Sacc.



fig. 1

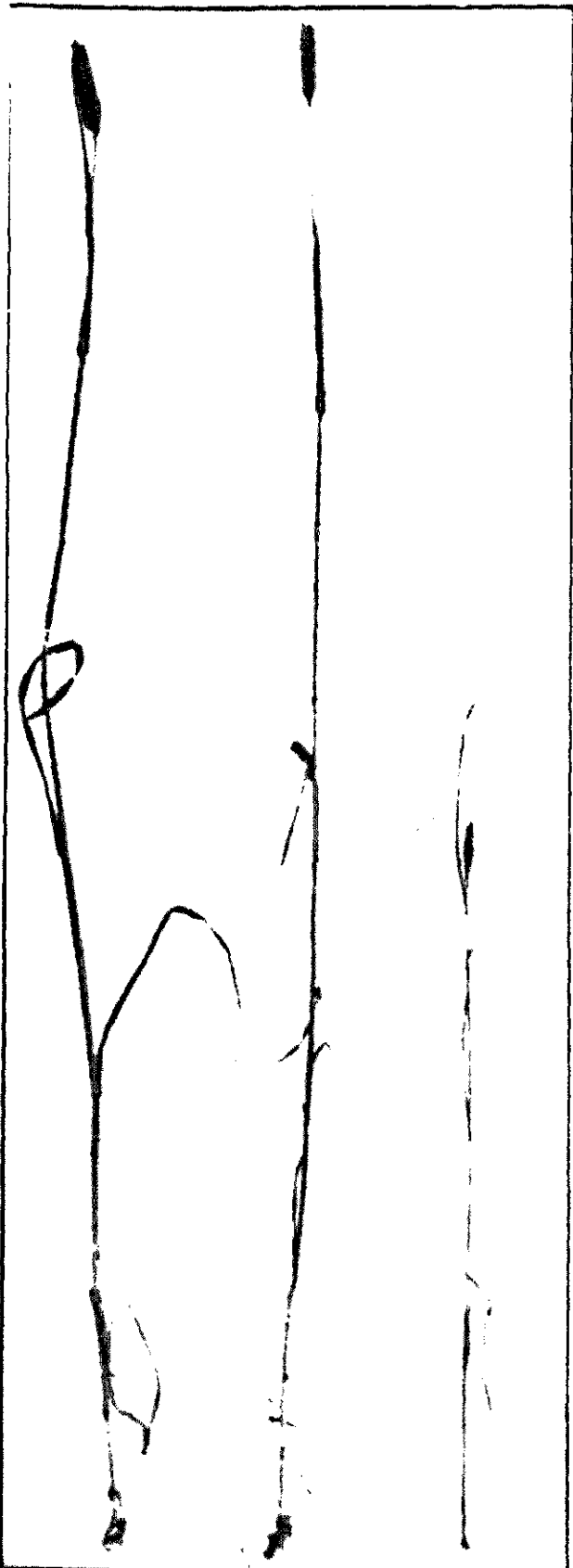


fig. 2

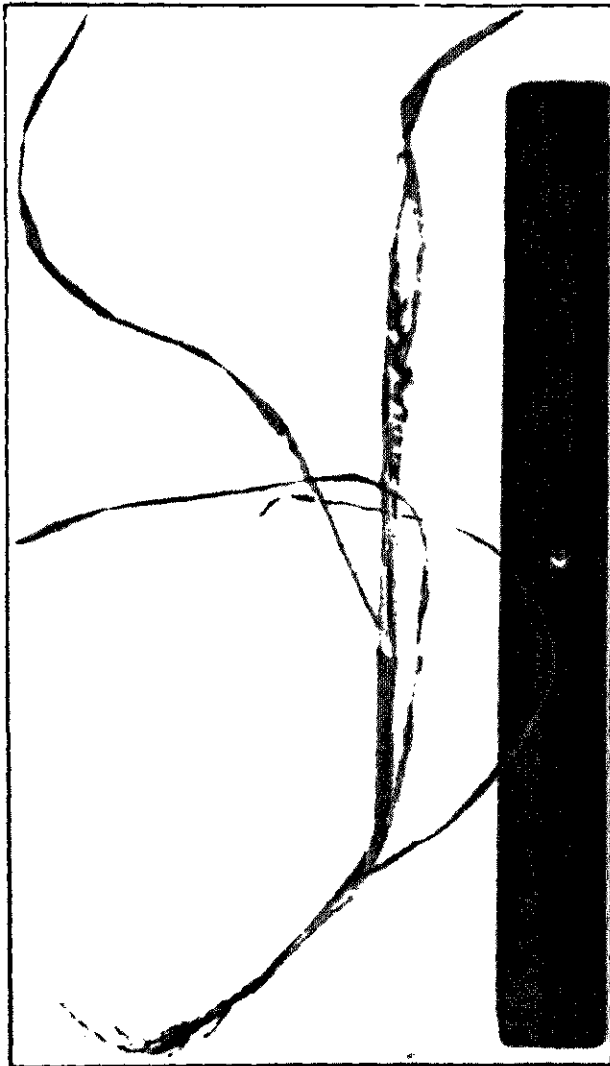


fig. 3

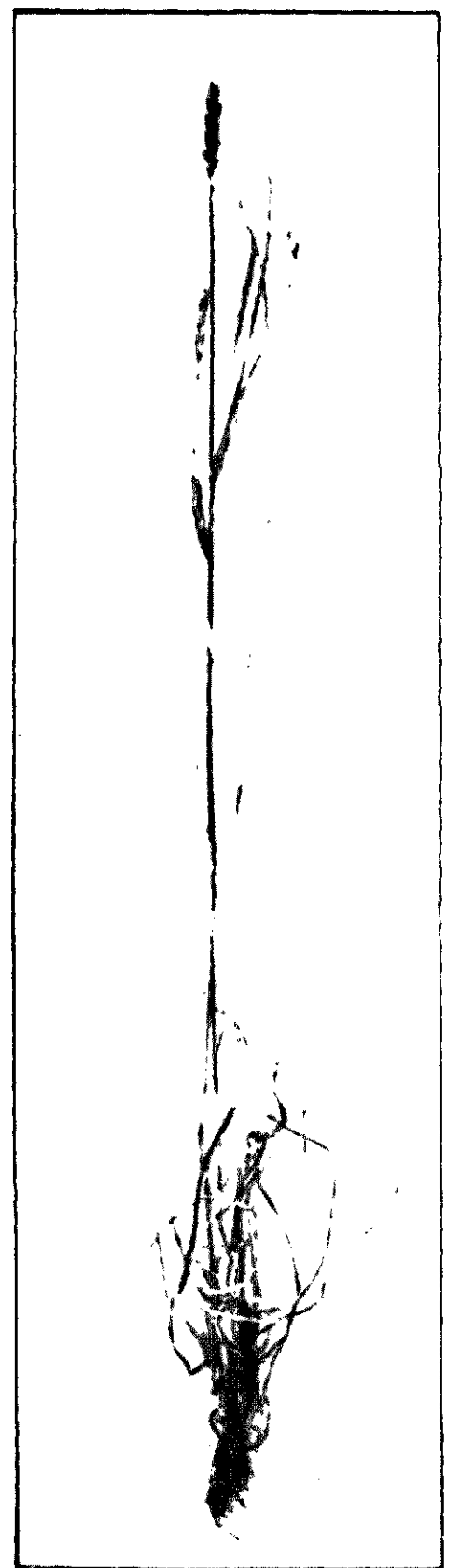


fig. 4

PLAAT X

Fig. 1. *Ophiobolus Graminis* Sacc. in reïncultuur op een mengsel van haver- en gerstkorrels, die op 12 October 1929 met de zwam zijn geënt. Foto 12 November 1929.

Une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* Sacc. sur un mélange de grains d'avoine et d'orge.

Fig. 2. Met een reïncultuur van *Ophiobolus Graminis* Sacc. geïnfecteerde Wilhelminatarweplant, twee maanden na de zaai. Aan de basis der plant in het zwartgekleurde gedeelte bevinden zich vele peritheciën. De plant is afkomstig uit de pot, welke op Plaat V, fig. 1 gereproduceerd is. Foto 24 Juni 1929.

Blé Wilhelmina infecté d'une culture pure d'*Ophiobolus Graminis* Sacc.; deux mois après le temps des semailles. A la base de la plante à l'endroit noirci se trouvent beaucoup de périthèces. La plante vient du pot reproduit à la cinquième planche fig. 1.

Photo 24 juin 1929.

Fig. 3. De korrelopbrengst der drie tarweplanten, welke op Plaat IX, fig. 2 zijn afgebeeld.

La récolte des trois plantes de froment reproduites Planche IX, fig. 2.

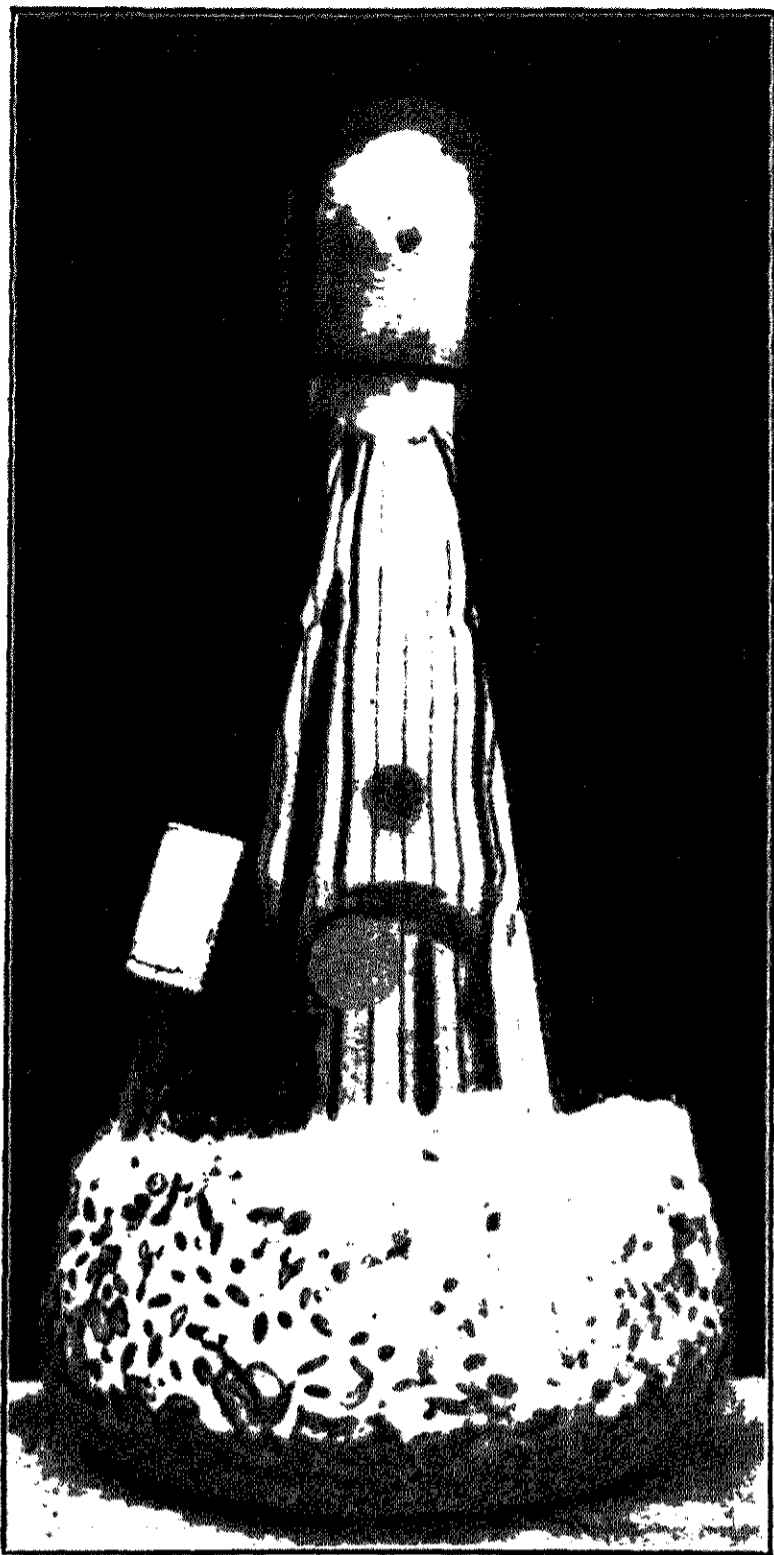


fig. 1



fig. 2



fig. 3

PLAAT XI

Fig. 1. Basis van tarweplant met peritheciën van *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. Foto 26 Augustus 1929.

La base d'une tige de froment avec des périthèces de *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. Photo 26 août 1929.

Fig. 2. *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not.

Ascus uit perithecium op *Apera spica venti* Linn.

Foto 7 Augustus 1928. 517 × vergroot.

Asque de périthèce sur *Apera spica venti* Linn.

Photo 7 août 1928.

Fig. 3. *Dictysporium opacum* Cooke & Hark. 600 × vergroot.



fig. 1

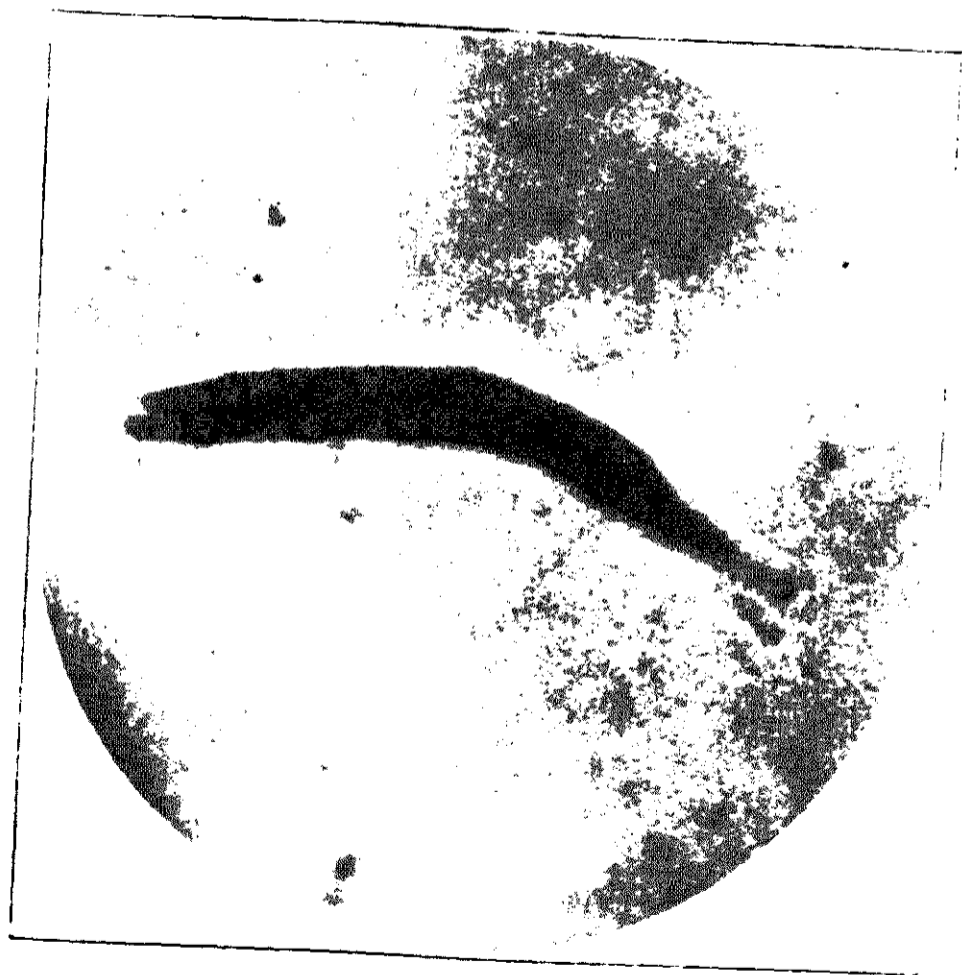


fig. 2

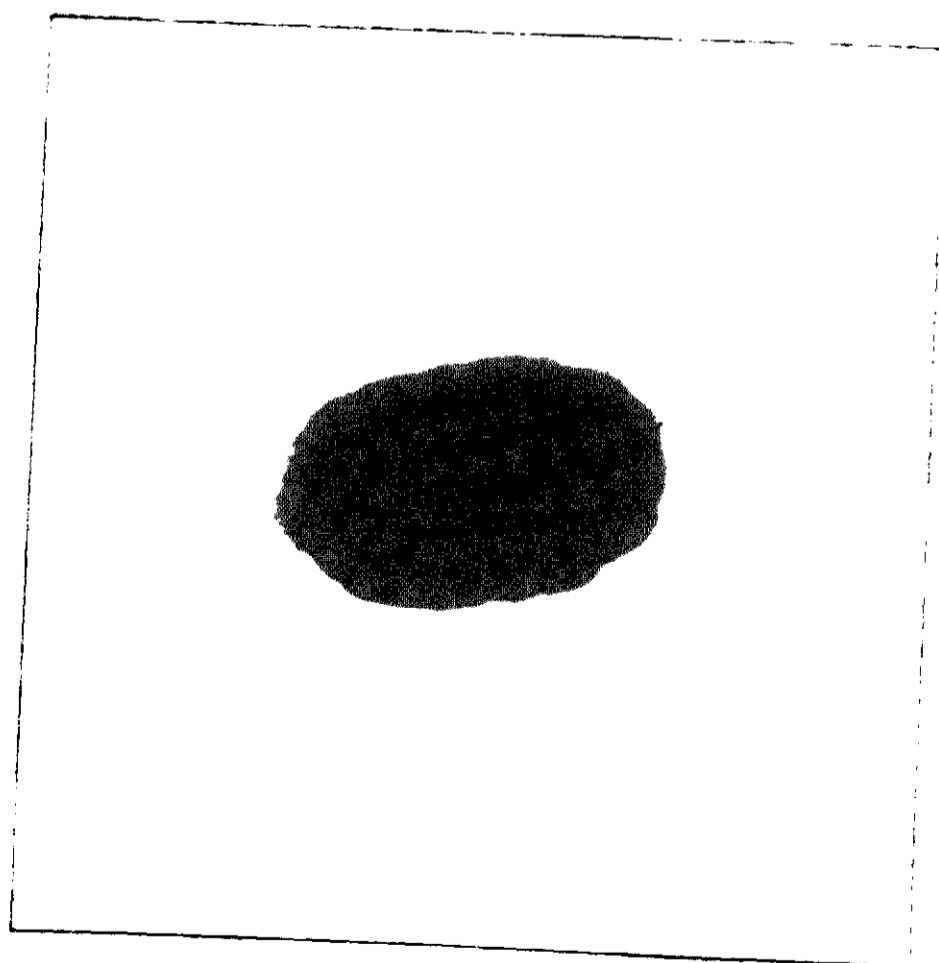


fig. 3

PLAAT XII

- Fig. 1. Door *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. aangetast roggeveld in de nabijheid van Wageningen. Foto 15 Juli 1929.
Champ de seigle attaqué par *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. Environs de Wageningen. Photo 15 juillet 1929.
- Fig. 2. *Wojnowicia graminis* (McAlp.) Sacc. et D. Sacc.
Reincultuur met vele pycniden op aardappel-glucose-agar.
Culture pure avec beaucoup de pycnides sur pomme de terre gelosée.
- Fig. 3. *Wojnowicia graminis* (McAlp.) Sacc. et D. Sacc. Stylosporen.
598 × vergroot.



fig. 1



fig. 2

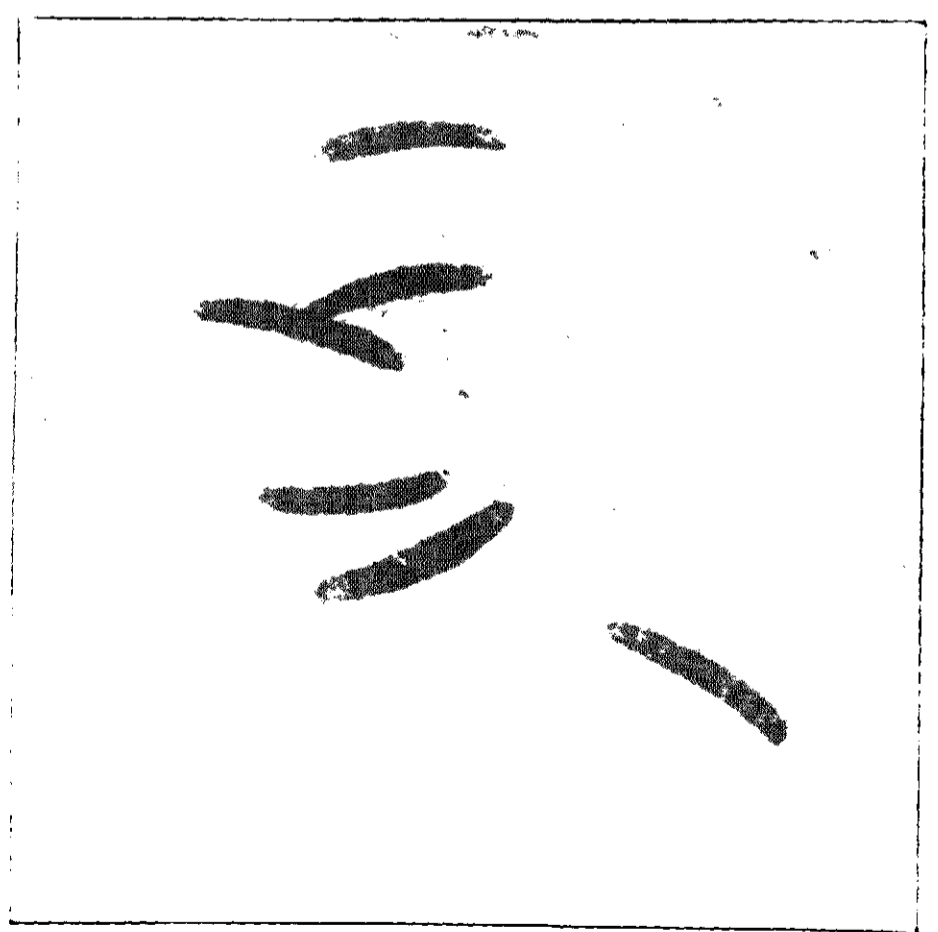


fig. 3

INHOUD

	Blz.
Inleiding	1
Hoofdstuk I: Geographische verspreiding.	
§ 1. Het voorkomen der Ophiobolus-voetziekte in het buitenland	3
§ 2. Het voorkomen der Ophiobolus-voetziekte in Nederland . .	7
Hoofdstuk II: Symptomatologie.	
§ 1. De symptomen der Ophiobolus-voetziekte in het buitenland	10
§ 2. De symptomen der Ophiobolus-voetziekte in Nederland	18
§ 3. Is de in Nederland optredende Ophiobolus-voetziekte identiek met in het buitenland beschreven voetziekten?	22
Hoofdstuk III: Aetiologie.	
§ 1. Overzicht der buitenlandsche literatuur	27
§ 2. Overzicht der Nederlandsche literatuur	51
§ 3. De in Nederland op Ophiobolus-voetzieke tarweplanten aangetroffen schimmels	52
§ 4. Het in reïncultuur brengen van Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc.	64
§ 5. Het in reïncultuur brengen van Ophiobolus Graminis Sacc.	68
§ 6. Infectieproeven met Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc. en met Ophiobolus Graminis Sacc.	70
Hoofdstuk IV: Factoren, die van invloed zijn op de ontwikkeling van de Ophiobolus-voetziekte.	
§ 1. De invloed van het klimaat	89
§ 2. De invloed van de bodem	90
§ 3. De invloed van de bemesting	95
§ 4. De invloed van de voorvrucht	98
§ 5. De invloed van de zaaitijd	102
§ 6. De invloed van het tarweras	104

	Blz.
Hoofdstuk V : De economische beteekenis der Ophiobolus-voetziekte	111
Hoofdstuk VI : Bestrijding der Ophiobolus-voetziekte.....	114
Résumé en français	119
Bibliographie	126
Platen	147

STELLINGEN

I.

De „carriers” bieden een mogelijkheid om te onderzoeken of *Vacuolarium Iwanowski* LIKHITÉ en andere intracellulaire vacuolenlichaampjes, de oorzaken der virusziekten zijn.

II.

Het virus verspreidt zich niet steeds door de geheele plant. (ELZE, Diss. Wageningen, 1927, p. 2.)

III.

De conclusie van BERLESE, dat *Ophiobolus Graminis* SACC. synoniem is met *Ophiobolus cariceti* (BERK. et BROOME) SACC. en met *Ophiobolus eucryptus* (BERK. et BROOME) SACC. berust op een onjuiste interpretatie der door BERKELEY en BROOME verrichte metingen van de lengte der ascosporen.

(BERLESE, Icones fungorum, II, 1900, p. 122.)

IV.

Verticillium albo-atrum REINKE et BERTH. heeft geen microsclerotiën en is daardoor te onderscheiden van *Verticillium Dahliae* KLEB.

(WOLLENWEBER, Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forst-wirtsch., 17, 1929, p. 273.)

V.

Onderzoekingen, welke het vinden van biotypen bij *Puccinia glumarum* ERIKSS. et HENN. ten doel hebben en welke niet geschieden bij constante temperaturen, zijn waardeloos.

VI.

Het kan niet van economisch belang worden geacht, dat de kweeker zich in groote mate laat leiden door de wensch resistente rassen te kweken, indien het plantenziekten betreft, waarvan bekend is, dat zij door een weinig kostbare zaadbehandeling kunnen worden voorkomen.

VII.

Het onderzoek betreffende de kalktoestand in de zin van HUDIG, behoort zoo spoedig mogelijk uitgebreid te worden met een onderzoek over de invloed van deze toestand op de in de bodem levende phytopathogene microorganismen.

VIII.

Het is wenschelijk, dat naast bestudeering van ziekten, die in bepaalde jaren ernstige schade aanrichten, ook onderzoek plaats heeft van die ziekten, welke zelden of nooit buitengewoon hevig worden, doch die ieder jaar opnieuw aan de gewassen zooveel schade aanrichten, dat doelmatige bestrijding een economisch belang kan worden geacht.

IX.

Met het oog op de wenschelijkheid van een bestrijding der op grassen en andere voedergewassen voorkomende *Uredineae*, is het noodzakelijk experimenteel te onderzoeken of de vermeende giftigheid voor dieren der aangetaste plantendeelen in werkelijkheid bestaat.

X.

Het is van belang, dat bij archaeologische en andere opgravingen uitvoerig onderzoek wordt ingesteld naar de resten van cultuurplanten en huisdieren.

Vooraf de Limburgsche burchtruïnes bevatten vermoedelijk in dit opzicht rijk materiaal.

XI.

Het is gewenscht, dat de Landbouwhoogeschool actief deelneemt aan het onderzoek naar de diversiteit van cultuurgewassen in verschillende centra.

XII.

De vatbaarheidscijfers in de Rassenlijst van het Instituut voor Plantenveredeling moeten berusten op experimenteel onderzoek.

XIII.

Voor de toekomstige veredeling der Nederlandsche tarwerassen zijn de in Perzië, Georgië en Afghanistan voorkomende tarwes van meer beteekenis dan de in West-Europa voorkomende.

Het is daarom gewenscht een zoo volledig mogelijke collectie van bedoelde tarwes te vormen.

XIV.

Heteroploïde soortbastarden zijn van belang voor de plantenveredeling.

XV.

Proeven van *Piròvano* over jonolyse behooren op uitgebreide schaal genomen te worden met landbouwgewassen.

XVI.

Een onderzoek over de erfelijkheid van pathogene eigenschappen van fungi is uit wetenschappelijk en practisch oogpunt van groote beteekenis.

Ophiobolus herpotrichus (FR.) SACC. kan een geschikt object voor een zoodanig onderzoek bij *Pyrenomyceten* blijken.