

DE INFECTIEPROEF IN DE PHYTOPATHOLOGIE

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING
VAN HET HOOGLEERAARSAMBT AAN
DE LANDBOUWHOOGESCHOOL TE
WAGENINGEN 1 JULI 1921

DOOR

DR. GEROLD STAHEL

WAGENINGEN - H. VEENMAN - 1921

*Mijne Heeren Curatoren, Hoogleraren en
Lectoren der Landbouwhoogeschool, Dames en
Heeren Studenten en allen, die door Uwe tegen-
woordigheid blijk van belangstelling geeft.*

Geachte Toehoorders!

De belangrijke materiele verliezen, die ziekten in onze cultures kunnen veroorzaken, werden vooral in vroeger tijden dikwijls beschouwd als tuchtigingsmiddelen van hooger hand voor misdrijven en ongelooft. Maar reeds filosofen der oudheid hebben de oorzaak van deze ziekten elders gezocht en wel in ongunstige weersgesteldheid en dergelijke natuurlijke omstandigheden. Tot ver in de middeleeuwen heeft zich de kennis van de plantenziekten niet noemenswaardig ontwikkeld.

In de eerste helft van de laatste eeuw kwam hierin echter verandering en wel door de onderzoekingen van UNGER, HARTIG en MEYEN. In de vijftiger en zestiger jaren heeft dan DE BARY met zijn exacte experimenteele onderzoekingen over de brandzwammen en over de aardappelziekte den grondslag gelegd voor de moderne phytopathologie. Van dit tijdstip af verschijnen in snel toenemende mate publicaties over schimmelziekten bij planten. Het maakte den indruk alsof alle parasitaire ziekten van planten door schimmels werden veroorzaakt in tegenstelling met de toen bekende infectieziekten van dier en mensch, die in de meeste gevallen aan de werking van bacteriën moesten worden toegeschreven. Zoozeer was men hiervan overtuigd, dat niet-tegenstaande reeds in de tachtiger jaren de eerste publicaties over bacterieziekten bij planten waren verschenen, verscheidene phytopathologen en plantkundigen tot omstreeks 1900 zeer sceptisch gestemd bleven, ten opzichte van de onderzoekingen omtrent bacteriële plantenziekten. Eerst door de klassieke onderzoekingen van ERWIN SMITH werd de laatste twijfel, aan het bestaan van bacterieziekten bij talrijke planten, weggenomen.

In 1892 werd door IWANOWSKI in de mozaiekziekte van de tabak het eerste geval van een verdere groep van plantenziekten ontdekt en wel van de ziekten, die door een tot nu toe onzichtbaren smetstof, die bacteriefilters passeert, worden overgebracht.

Eerst 6 jaren later werd door LÖFFLER en FROSCH het voorkomen van een dergelijke ziekte ook bij dieren vastgesteld; het virus van het mond- en klauwzeer bleek eveneens filtreerbaar te zijn. Heeft zich echter van dit oogenblik af de kennis van de infectieziekten, veroorzaakt door filtreerbare vira in de zoopathologie zeer belangrijk uitgebreid en hebben de onderzoekingen van jaar tot jaar nieuwe feiten en nieuwe ziekten van dit type aan het licht gebracht, voor de phytopathologie bleven de jaren tot omstreeks 1914 met het oog op deze groep van infectieziekten vrijwel onvruchtbaar. Eerst de jaren na 1914 hebben, dank zij vooral het werk van talrijke Amerikaansche onderzoekers op dit gebied, ook in de phytopathologie zeer belangrijke resultaten opgeleverd. Omtrent de natuur van het virus weten we echter tot heden nog vrijwel niets.

Ik zal thans niet verder ingaan op de geschiedenis van de infectieziekten bij planten, ik zal alleen in het kort wijzen op de eminente beteekenis van het experiment, meer in het bijzonder van de infectieproef in de phytopathologie.

Het is de groote verdienste van DE BARY, te hebben aange-toond, dat uitsluitend door nauwgezette kennis van de biologie van den ziekteveroorzaker, de ziekteverschijnselen en het verloop van een infectieziekte kunnen worden begrepen, en dat het vooral de infectieproef is, die op tal van de meest belangrijke vragen het antwoord kan geven. Slechts een zorgvuldig experimenteel onderzoek kan den weg wijzen om de bestrijdingsmiddelen zoo rationeel mogelijk toe te passen.

Bij het doorbladeren van de annalen der phytopathologische literatuur vinden we tot in den nieuwsten tijd tal van publicaties over ziekteveroorzakende schimmels en bacteriën, waarvan de pathogeniteit niet of ten minste niet door onberispelijke infectieproeven werd aangetoond. Talrijke van deze als pathogeen beschreven organismen bleken later onschuldige saprophyten te zijn. Voornamelijk bij schimmels, die tot een geslacht of een familie behooren, die behalve parasieten ook saprophyten omvat en bij alle bacteriën, kan het bewijs der pathogeniteit met behulp van exacte en uitgebreide infectieproeven in geen geval gemist worden. Veelal werden deze fouten begaan door onderzoekers, die geen phytopathologische, ja niet eens een algemeen biologische opleiding hadden genoten en die daarom niet poordrongen waren van de fundamenteele beteekenis van de infectieproef.

Als een gelukkig verschijnsel is het daarom te beschouwen, dat in de laatste jaren langzamerhand het besef blijkt door te dringen, dat voor den toekomstigen phytopatholoog niet slechts een algemeen biologische, maar veel meer een uitge-

breide bijzondere vakopleiding noodzakelijk is, zal hij aan de eischen kunnen voldoen, die aan hem moeten worden gesteld. Hierin zijn ons de Amerikanen voorgegaan, die zeer veel zorg besteden aan de opleiding van jonge phytopathologen. Deze ontvangen immers niet alleen uitgebreid theoretisch vakonderwijs, maar moeten tevens een grondige leerschool in het experimenteren doormaken. Voor dit doel staan hun laboratoria uitgerust met alle moderne hulpmiddelen voor biologisch-phytopathologisch onderzoek, groote proefterreinen en ruime kassen ter beschikking. Ook in Nederland heeft de Regeering in den laatsten tijd blijk gegeven het groote belang te beseffen, dat Moederland en Koloniën hebben bij een corps van volkomen voor hun taak berekende phytopathologen, door het oprichten van verscheidene leerstoelen voor de phytopathologie.

Welke nadeelige gevolgen een phytopathologisch onderzoek van een weinig deskundig onderzoeker kan hebben, moge ik u aan de hand van een voorbeeld duidelijk maken.

Toen omstreeks 1910 de rubberprijzen zeer sterk in de hoogte gingen, werd ook in het tropische Zuid-Amerika, het moederland van den rubberboom, de Heveacultuur ter hand genomen. Maar reeds in 1915 begon daar een ernstige ziekte, die in Brazilië en Guyana zeer algemeen bij de in het wild groeiende Hevea's wordt aangetroffen, de jonge rubberaanplantingen zoo ernstig te teisteren, dat binnen 2 tot 3 jaren deze cultuur weer bijna geheel was verdwenen. Ik bedoel hier de Zuid-Amerikaansche Heveabladz ziekte, die ook de jonge rubbercultuur in Suriname heeft ten gronde gericht. Zoo buitengewoon hevig kon deze ziekte plotseling optreden, dat b.v. een diep in het binnenland geïsoleerd gelegen Heveaplantage, die nog in het begin van 1918 gezond en krachtig stond, zes maanden later reeds zoo ernstig gehavend was — een derde van alle boomen was dood of stervende — dat de geheele plantage moest worden afgeschreven.

Dat de Landbouw-Departementen van de betrokken landen in alle haast de studie van een dergelijke buitengewoon acute ziekte ter hand namen, zal wel geen verwondering baren. Slechts weinige maanden na het uitbreken der ziekte verscheen in een van deze landen een uitvoerig rapport over de rubberziekte, haar oorzaak en hare bestrijding. Volgens dit rapport werd de ziekte aan de werking van twee verschillende parasitaire schimmels toegeschreven en wel ten eerste aan een bladschimmel, die tevens de jonge takken en spruiten aantast en meer indirect schadelijk is, doordat zij door het verwekken van kankerachtige gezwellen op de jonge takken voor den tweeden parasiet — de *Diplodia*-schimmel — den weg opent, om in de jonge

takken te kunnen binnen dringen, waardoor de kruinen en de geheele boomen tot afsterven worden gebracht.

Met bekwamen spoed werd daarop door het betrokken Gouvernement een wet afgekondigd, die de planters onder bedreiging met zware geldboeten dwingt, de bestrijdingsmethoden toe te passen, die volgens het genoemde rapport geschikt zijn ter beteugeling der ziekte. Deze wet schrijft voor, dat alle afstervende takken en takjes tot op het gezonde hout moeten worden weggekapt en verbrand, dat alle wonden zorgvuldig moeten worden geteerd en dat verder alle jonge bladeren en takken met bouillie bordelaise moeten worden bespoten. In het rapport werd bovendien aanbevolen, de afgevallen zieke bladeren, met de zwarte vruchtlichaampjes van de bladschimmel, te verzamelen en te verbranden. Het bovengenoemde rapport werd samengesteld op grond van waarnemingen, die bij gelegenheid van een aantal inspectiereizen door zieke Hevea-plantages waren gedaan en verder op grond van enkele weinige, zeer gebrekkige onderzoekingen in het laboratorium. Infectieproeven werden in het geheel niet verricht.

Een onderzoek omtrent deze ziekte, door het Departement van den Landbouw in Suriname ingesteld, kon echter aantoonen, dat ook niet één van de geëischte zeer bewerkelijke en daarom dure bestrijdingsmethoden eenig nut kon hebben.

In Suriname werd n.l. door infectieproeven aangetoond, dat de Diplodia-schimmel niet de oorzaak van het afsterven der takken en stammen is. De infectieproeven op gezonde Hevea-takken met Diplodia-sporen hadden nooit enig succes. Daarentegen is gebleken, dat tengevolge van het herhaalde verlies van alle na het winteren uitlopende jonge bladeren, veroorzaakt door de bladziekte, de boomen hun zetmeelvoorraden in het hout-parenchym van stam en takken bijna geheel opteeren en dat dan de boomen den hongerdood sterven. De Hevea-bladziekte is dus de eenige oorzaak van het afsterven der boomen. Het verwijderen en verbranden der doode takken en stammen en het teeren der wonden kon daarom met het oog op de bestrijding der ziekte niet het geringste nut hebben, wat later ook in de praktijk is gebleken.

Het bespuiten der jonge bladeren moet volgens het rapport aan het eind van de eerste week gebeuren, wanneer de bladeren ongeveer 6 c.M. lang zijn. Een enkele infectieproef zoude echter hebben aangetoond, dat op dit tijdstip de bladeren reeds niet meer voor infectie vatbaar zijn. De bladeren reeds vroeger te bespuiten is om verschillende redenen niet wel uitvoerbaar.

Wat eindelijk het samenrapen en verbranden der afgevallen zieke bladeren met de zwarte vruchtenlichaampjes aangaat,

ook hier zou de infectieproef hebben aangetoond, dat deze dure bewerking volmaakt nutteloos is. Want ten eerste zou een poging, om met de sporen uit de vruchtlichaampjes, afkomstig van afgevallen bladeren, infecties op jonge Heveabladeren te veroorzaken, hebben aangetoond, dat de vruchtlichaampjes op doode bladeren nooit meer een levende inhoud bevatten; ten tweede zouden infectieproeven zelfs met levende sporen uit vruchtlichaampjes op levende groene bladeren hebben moeten doen blijken, dat deze sporen niet voor de verspreiding der ziekte in aanmerking komen. Uitsluitend de conidiën, die op de jonge nog niet volwassen bladeren worden gevormd, dienen voor de verspreiding der ziekte.

De hier medegedeelde feiten demonstreeren met een duidelijkheid, die niets te wenschen overlaat, de beteekenis van de infectieproef, en toonen tevens aan hoeveel nadeel niet behoorlijk geschoolde onderzoekers met hunne betoogen, die dikwijls met wonderlijk veel geleerdheid zijn opgesmukt, kunnen veroorzaken. Zoude het betrokken Gouvernement in het geheel geen voorlichting op phytopathologisch gebied hebben gehad, aan de betrokken planters was het verlies van veel geld bespaard gebleven, dat ze wettelijk gedwongen aan een volmaakt nutteloze bestrijding moesten ten koste leggen.

In Suriname heeft het Departement van den Landbouw aan de planters na afloop van het onderzoek over deze ziekte de noodige inlichtingen verstrekt en hun medegedeeld, dat, op grond van de biologie van den ziekteveroorzaker geen kans bestond, om de ziekte op een eenigszins economische wijze te kunnen bestrijden. De Surinaamsche planters hebben onverwijld de consequenties uit deze mededeeling getrokken en niet langer geld en tijd besteed aan een cultuur, die toch niet meer te redden was.

Dergelijke bijzonder drastische gevallen behooren gelukkig ook in de tropen tot de uitzonderingen.

Niet zelden heeft de praktijk reeds voordat de biologie van den ziekteveroorzaker geheel bekend was, zuiver empirisch bestrijdingsmethoden gevonden, die afdoende bleken te zijn. Dergelijke gevallen worden dikwerf van practische zijde als argument gebruikt, om te betoogen, dat een uitgebreid biologisch-mycologisch onderzoek niet altijd noodig is voor een succesvolle bestrijding van infectieuze plantenziekten.

Ik moge nog aan de hand van een ander voorbeeld, gemakshalve aan mijn vroegere praktijk ontleend, aantonen hoe zelfs in dergelijke gevallen een experimenteel onderzoek een empirisch gevonden bestrijdingswijze rationeeler en economischer kan doen worden.

Het is u wellicht bekend, dat omstreeks 1900 tengevolge

van het uitbreken van de krullotenziekte de cacao-productie van Suriname plotseling op de helft, ja op een vierde van de voorafgaande jaren werd gereduceerd. Dit feit gaf aanleiding tot de oprichting van het Departement van den Landbouw in deze Kolonie; en dit Departement heeft, in samenwerking met de planters langzamerhand een bestrijdingsmethode uitgewerkt, die afdoende en goedkoop bleek te zijn. Deze methode bestaat daarin, dat alle zieke deelen van de cacao-plant, die de parasitische schimmeldraden bevatten, dus vooral de krulloten en versteende vruchten, zorgvuldig om de 3 à 4 weken worden verwijderd. De krulloten op zich zelve doen betrekkelijk weinig kwaad aan de plant; maar wel indirect zijn zij gevaarlijk omdat zij, na het afsterven, zich bij regenweer met groote hoeveelheden paddestoeltjes bedekken waarvan de sporen de cacaovruchten infecteeren. In sterk besmette velden wordt zoodoende dikwijls de geheele cacao-oogst door dezen fungus vernietigd. In dergelijke gevallen rijpt evenwel een groot aantal vruchten aan, zonder dat uitwendig ééinig ziekteverschijnsel is waar te nemen. Eerst wanneer de vruchten vrijwel volwassen zijn, ontstaan plotseling op de oppervlakte één of enkele zwarte plekken, die een aanwijzing zijn, dat de inhoud bedorven is. Dit feit scheen er op te wijzen, dat deze vruchten eerst in een vrij laat ontwikkelingsstadium geïnfecteerd worden temeer ook geen spoor van een hypertrophie te ontdekken is, die eventueel voor een infectie op een jong ontwikkelingsstadium zou kunnen pleiten.

Eerst toen de vruchtlichamen van de Krullotenschimmel bekend waren en daardoor infectieproeven mogelijk werden, kon worden vastgesteld dat deze voor de hand liggende veronderstelling niet juist was, maar dat slechts jonge, nog niet half volwassen vruchten kunnen geïnfecteerd worden. Op lateren leeftijd kan de schimmel niet meer tot de zaden doordringen. Men weet nu, dat de gevaarlijke periode der vruchten slechts ongeveer $2\frac{1}{2}$ maand duurt en dat latere infecties geen schade meer kunnen doen. Inplaats van 5 maanden behoeven de vruchten nu slechts nog gedurende $2\frac{1}{2}$ maand zorgvuldig tegen infectie worden beschermd.

Naar ik meen heb ik hiermede reeds voldoende aangetoond, hoeveel belang de landbouw bij een op experimenteelen grondslag gebaseerde wetenschappelijke voorlichting, ook op phytopathologisch gebied, heeft.

Het zoude mij te ver voeren, hier nog in te gaan op de bijzondere rol, die de infectieproef ook op andere gebieden van de phytopathologie heeft gespeeld. Herinnerd zij slechts aan de heteroëie van de Uredineeën en aan de dikwijls verregaande specialiseering ten opzichte van bepaalde voedsterplanten, die

biologische variëteiten van morphologisch schijnbaar uniforme geslachten van parasietische schimmels vertoonen.

Mijn verdere beschouwingen wensch ik heden te beperken tot een groep van plantenziekten, bij welke op bijna iedere vraag, die zich voordoet, de infectieproef ten slotte het antwoord moet geven. Ik heb hier de mozaïek- en aanverwante ziekten op het oog en wel de mozaïekziekten van de tabak, van aardappelen, komkommer, spinazie, boonen, suikerriet, de krulziekte van de suikerbieten en de bladrolziekte van de aardappelplant. Wellicht behooren ook nog andere ziekten tot deze groep, b.v. de infectieuze chlorose der Malvaceeën, de spikeziekte van den sandelboom, de zeefvatenziekte van de Liberiakoffie en andere.

De genoemde ziekten zijn typische infectieziekten, bij welke we tot nu toe nog geen zichtbaren veroorzaker hebben kunnen vaststellen. De smetstof, die door de grovere bacteriefilters filtreerbaar is, kan niet, zooals bij bacterie- en schimmelziekten, met het microscoop worden aangetoond, evenmin kan de veroorzaker met behulp van reïncultures worden zichtbaar gemaakt, ten minste tot heden toe is die niet gelukt. Uitsluitend de infectieproef kan de tegenwoordigheid van de smetstof aanwijzen. In verband hiermede zijn voor ieder experimenteel onderzoek omtrent deze ziekten honderden infectieproeven noodig. Zoo heeft b.v. DOOLITTLE voor zijn onderzoek over de mozaïekziekte van de komkommer nagenoeg 2500 infectieproeven verricht.

Vóórdat de infectieuze natuur van deze ziekten door proeven was aangetoond, was men algemeen van meening, dat deze ziekteverschijnselen aan ongunstige grondgesteldheid en andere omstandigheden buiten de plant, misschien ook aan „degeneratie” van het gewas, moesten worden toegeschreven. Eerst het experiment heeft aan al deze theorieën een einde gemaakt en de kennis omtrent deze ziekten op een vaste basis gesteld. Dank zij het experiment, zijn nu de voornaamste richtlijnen, waarlangs deze ziekten moeten worden bestreden, bekend.

Reeds IWANOWSKI heeft zich in 1892 bij het onderzoek van de mozaïekziekten van de tabak afgevraagd: Van welken aard is deze geheel onzichtbare smetstof, die bacteriefilters passeert? Maar noch hij, noch een van de latere onderzoekers kon op deze vraag een bevredigend antwoord geven.

IWANOWSKI zelf meende een zeer kleine, filtreerbare bacterie als veroorzaker der ziekte te moeten beschouwen. BEIJERINK ontzegde aan de smetstof op grond van haar diffusievermogen door een dikke agarlaag de corpusculaire natuur en gaf haar den naam „contagium fluidum vivum”. WOODS, FREIBERG en andere, wijten de mozaïekziekte aan de werking van een enzym, dat zich

snel en sterk kan vermeederen, dus niet aan een zelfstandig organisme. De jongere Amerikaansche onderzoekers daarentegen, die zich ten aanzien van den vooruitgang van onze kennis omtrent deze ziekten bijzonder verdienstelijk hebben gemaakt, zijn vrijwel allen de meening toegedaan, dat de smetstof der mozaïekziekte een gevormd organisme is, te klein om met optische hulpmiddelen te worden waargenomen of te moeilijk contrastrijk te kleuren om te kunnen worden zichtbaar gemaakt.

De smetstoffen, waarvan de filtreerbaarheid tot nu toe kon worden aangetoond, bleken wel de grovere bacteriefilters te passeeren, maar werden door de fijnere tegengehouden. Dit kan echter in geen geval als bewijs voor de micro-organismen-natuur van de smetstof gelden, want ook kolloïdale, niet gevormde, lichamen kunnen door de fijnste bacteriefilters worden tegengehouden.

Het gedrag van de smetstof tegenover chemische- en fysieke agentien, geeft evenmin een bevredigend antwoord op de vraag omtrent de natuur dezer smetstoffen.

De Amerikaansche onderzoekers wijzen er echter op dat de zoöpathologen de gewoonte hebben, om ziekten met filtreerbare vira aan ultramicroscopische organismen toe te schrijven. Deze veronderstelling der zoöpathologen is zonder twijfel gemotiveerd, te meer nu reeds bij verscheidene ziekten, die door filtreerbare vira heeten veroorzaakt te zijn, micro-organismen als veroorzaker konden worden aangetoond. Aan een enzymnatuur van de filtreerbare vira, werd in de zoöpathologie nooit ernstig gedacht. Terecht wijzen er m. i. BRANDES en ALLARD op, dat zich de smetstof der mozaïekziekte geheel als een zelfstandig parasitair organisme gedraagt en dat het in strijd zoude zijn met onze tegenwoordige biologische begrippen, om dergelijke eigenschappen ook aan een onzelfstandig enzym toe te schrijven. Maar concrete bewijzen voor de micro-organismen-natuur van de smetstof konden ook BRANDES en ALLARD niet bijbrengen.

Eén eigenschap van het virus kan echter wellicht toch het middel aan de hand doen, om de vraag, of we met een gevormd organisme, dan wel met een niet gevormde smetstof te doen hebben, te beantwoorden. Van twee mozaïekziekten, n.l. van die van de tabak en die van den komkommer, is het toe nu toe bekend, dat het uit zieke plantendeelen geperste sap, dat de smetstof bevat, zelfs nog in verdunningen van 1 : 10.000 besmettelijk is, en dat de incubatietijd ook bij deze groote verdunning niet merkbaar verschilt van dengenen na infectie met onverdund sap. Het virus moet zich dus blijkbaar zeer snel kunnen vermenigvuldigen, een eigenschap die echter niet bepaald tegen de enzymnatuur van de smetstof spreekt.

Bij onverdund sap en verdunningen tot 1 : 1000, slagen geregeld alle of bijna alle infecties, maar bij verdunningen van 1 : 10.000 daalt bij tabak- en komkommermozaïek het aantal geslaagde infecties tot de helft en nog verder. Maar ook dit feit sluit de enzymnatuur niet met zekerheid uit. Het zou toch misschien mogelijk kunnen zijn, dat bij deze grensconcentratie, de eene keer juist de noodige hoeveelheid van het enzym in de wond wordt gebracht, de andere keer juist iets te weinig om infectie te veroorzaken. Het feit echter, dat de incubatietijd ook bij deze grensverdunning dezelfde blijft als bij onverdund sap, spreekt m. i. toch meer voor de aanwezigheid van een gevormd organisme, dat bij de grensconcentratie de ééne keer wél aanwezig is, de andere niet, dan voor een smetstof, die niet gevormd is, die dus geleidelijk bij verdunning in concentratie afneemt.

Maar verdunnen wij nu op 1 : 20.000, op 1 : 50.000 en nog verder, dan gaat de bovengemaakte redeneering voor niet corpusculaire smetstoffen niet meer op, dan is de verdunning in ieder geval te groot, om bij -- natuurlijk altijd gelijk gedoseerde infecties -- nog de ziekteverschijnselen te kunnen veroorzaken. Is de smetstof echter een gevormd organisme, dan mag verwacht worden, dat ook bij deze zeer groote verdunning, een met de verdunning overeenkomstig klein percentage der infecties slaagt en wel met een incubatietijd, die niet verschilt met die van infecties met onverdund sap. Een zeer groot aantal nauwkeurig gedoseerde infectie- en contrôleproeven onder zorgvuldige uitsluiting van insecten, zou bij een positief resultaat, m.i. ten eerste voor de organismen-natuur van de smetstof spreken. Weliswaar werden reeds proeven genomen met verdunningen van 1 : 50.000 en 1 : 100.000 en wel met een negatief resultaat, doch deze proeven werden op een veel te kleine schaal uitgevoerd, dan dat ze op de opgeworpen vraag een antwoord zouden kunnen geven. Ze zeggen alleen, dat infecties met verdunningen groter dan 1 : 10.000 in de meeste gevallen niet slagen. De proeven zijn hier helaas juist op dat punt blijven staan, waar ze ons eventueel inlichtingen omtrent de natuur van de smetstof zouden hebben kunnen geven.

Nog in andere richting heeft men gezocht, de organismen-natuur van deze onzichtbare smetstoffen aan te toonen. Men heeft getracht den hypothetischen veroorzaker in vitro te cultiveren. En mocht inderdaad de smetstof ook op voedingsbodems buiten de plant kunnen groeien, wat met behulp van verdunningsproeven zou kunnen worden aangetoond, ook wanneer macroscopisch en microscopisch geen verandering in de cultures waar te nemen is, dan zoude dat toch zeer voor de micro-

organismen-natuur spreken. Herhaaldelijk is daarom reeds geprobeerd de smetstof op vaste en vloeibare voedingsbodems te cultiveeren, doch zonder eenig succes. Men heeft in deze gevallen echter de cultuurmethoden toegepast, zooals die bij het cultiveeren van schimmels en bacteriën gebruikelijk zijn. Niet onmogelijk is het, dat meer bijzondere cultuurmethoden tot een ander resultaat leiden. De wijze waarop deze ziekten in de natuur worden overgebracht, geeft wellicht een aanwijzing, in welke richting deze bijzondere cultuurmethoden moeten worden gezocht. ¹⁾

Uit de onderzoekingen, voornamelijk van Amerikaanse phytopathologen, is gebleken, dat de mozaïekziekten in de natuur vrijwel uitsluitend door insecten worden overgebracht, vooral door bepaalde soorten bladluizen. Op grond van een groot aantal infectieproeven met insecten kon dit reeds voor een 8-tal van deze ziekten worden vastgesteld. Het verschijnsel, dat infectieziekten door bepaalde stekende insecten worden overgebracht, is in de zoöpathologie reeds lang bekend. In de phytopathologie is echter de kennis van dergelijke ziekten nog van vrij jongen datum.

Vragen we ons nu af, welke protistenziekten bij dier en mensch door bepaalde insecten worden overgebracht, dan kunnen we vaststellen, dat het althans voor zoover we den veroorzaker tot nu toe kennen, bijna uitsluitend door protozoën veroorzaakte ziekten zijn. Ik zal hier slechts herinneren aan de Malaria en de slaapziekte bij den mensch en aan de Babesiosen en Trypanosomen bij de huisdieren. Onder de Babesiën vinden we zeer kleine vormen van 1μ en minder, b.v. bij Babesia (Theileria) parva, den veroorzaker van de Oost-Afrikaansche kustkoorts der runderen. Ook laten de plasmodia van Babesia parva zich slechts moeilijk contrastrijk kleuren.

In verband hiermede zal ik ook op de aetiologie van de gele koorts wijzen. Zooals u bekend zal zijn, wordt deze zeer gevreesde ziekte door een bepaalde muskiet, Aëdes (Stegomyia) calopus, overgebracht. De smetstof van de gele koorts passeert bacteriefilters, zooals reeds lang bekend. Eerst kort geleden heeft NOGUCHI vastgesteld, dat deze smetstof tot de protozoën behoort. Hij kon ondubbelzinnig aantonen, dat de veroorzaker een slechts $\frac{1}{4} \mu$ dik, doch $4-9 \mu$ lang Spirochaete-achtig organisme is, dat hij Leptospira icteroïdes noemt. Ook dit organisme is

1) Onafhankelijk van de beschouwingen in deze rede zijn door PROF. SÖHNGEN reeds proeven genomen met de cultuur van het z.g. virus in vloeistoffen en met reïnculturen van bacteriën, op overeenkomstige wijze als in deze voordracht aangegeven. Deze zullen t. z. t. gepubliceerd worden.

slechts moeilijk voldoende contrastrijk te kleuren. Om *Leptospira* vlug en gemakkelijk te kunnen aantonen, heeft NOGUCHI daarom van een andere methode gebruik gemaakt en wel van de donkerveldbelichting met behulp van de paraboloïdcondensor. Voor het herkennen van uiterst kleine en moeilijk kleurbare organismen is de paraboloïdcondensor een zeer waardevol hulpmiddel, dat ons ook bij het onderzoek der mozaïekziekten bijzondere diensten zal bewijzen.

Zeer talrijk zijn de proeven, om deze pathogene protozoën te cultiveeren, en men is er ten slotte ook werkelijk in geslaagd, om van verscheiden *Trypanosomen* en *Leishmanien*, alsmede van *Leptospira icteroïdes* normale agarcultures te verkrijgen en deze, door ze telkens over te enten op verse voedingsbodems, onbepaalden tijd in het leven te houden. Bij *Malaria* en *Babesia* is de cultuur slechts ten deele gelukt; het bleek tot nog toe niet mogelijk te zijn van de deelingsvormen der primaire cultures subcultures aan te leggen.

De cultuur van protozoën verschilt belangrijk van die van de meeste bacteriën en schimmels. De groei op voedingsbodems is zeer veel zwakker, dan in het algemeen die van bacteriën. Dikwijls groeien de protozoën alleen in het condenswater van de agarcultures en ook daar is niet zelden de ontwikkeling zoo zwak, dat deze slechts met het microscoop kan worden gevolgd; macroscopisch is geen duidelijke verandering waar te nemen.

Het principieele van de samenstelling van de voedingsbodems voor protozoën is de aanwezigheid van versch, niet verwarmd eiwit, b.v. steriel uit levende dieren gewonnen bloed. Aan de voedingszouten, wat betreft samenstelling en concentratie, stellen de protozoën eveneens veel hoogere eischen dan de meeste bacteriën.

Het verdient m.i. aanbeveling, bij verdere cultuurproeven met de smetstof der mozaïekziekten inplaats van de gewone bacteriën- en schimmelvoedingsbodems, protozoën-voedingsbodems te gebruiken, en nauwkeurig rekening te houden met de bekende eigenaardigheden die protozoën-cultures bieden.

Gaarne geef ik toe, dat de directe overbrenging van de smetstof door insecten van een zieke op een gezonde plant niet noodzakelijk op de protozoën-natuur moet wijzen en de mogelijkheid van de enzym-natuur geenszins buitensluit. Wegens de zeer groote besmettelijkheid van de mozaïek-smetstoffen, is een zuiver mechanische overbrenging door bladluizen wel denkbaar.

Maar reeds het feit, dat insecten, die op mozaïekzieke planten het virus in zich hebben opgenomen, op immune voedsterplanten overgebracht, nog na verscheidene maanden virusdragers

bleken te zijn, spreekt m. i. zeer weinig voor de enzym-natuur van de smetstof.

Daartegenover is het bekend, dat juist de darmen van insecten geregeld een rijke protozoënfauna bevatten. Van deze protozoën zijn enkele soorten er toe overgegaan, om een gedeelte van hunne ontwikkeling in het bloed van hogere dieren door te maken. De bovengenoemde feiten pleiten m. i. niet weinig voor een eventueele protozoën-natuur van de smetstof der mozaïekziekten.

Nog meer spreekt m. i. een waarneming tegen de enzym-natuur van het virus, die McCLINTOCK en L. B. SMITH bij spinazie-mozaïek hebben kunnen doen. Als virusoverbrenger functioneert bij spinaziemozaïek de perzikluis (*Myzus persicae*). Luizen, die met spinaziemozaïek waren volgezogen, werden op wilde mosterdplanten overgebracht, die geheel immuun bleken te zijn tegenover de mozaïekziekte; want het sap uit bladeren, waarop deze besmette luizen geleefd hadden, bleek op gezonde spinazieplanten geënt geen ziekteverschijnselen te kunnen veroorzaken. De nakomelingen van deze virusdragende luizen op mosterdplanten, bleken op gezonde spinazieplanten overgebracht, eveneens virusdragers te zijn. De mozaïek-smetstof wordt dus blijkbaar door de nakomelingen overgeërfd. Dat een plantaardig enzym gedurende maanden in een insectendarm onveranderd kan blijven bestaan en zelfs nog op de nakomelingen overgaat, lijkt mij zeer weinig waarschijnlijk. Daartegenover is het b.v. van *Babesia bigemina*, den veroorzaker van de Texaskoorts der runderen, wel bekend, dat dit protozoön door een teek (*Boophilus annulatus*) wordt overgebracht, die den ziekteveroorzaker op haar nakomelingen overerft. Het is zeer te hopen, dat deze ontdekking van McCLINTOCK en L. B. SMITH spoedig zal worden bevestigd en dat ook bij de andere mozaïek- en aanverwante ziekten, de onderzoekingen in deze richting zullen worden doorgevoerd.

Ik zou het echter niet gewaagd hebben, u hier op de mogelijkheid te wijzen, dat de mozaïek- en aanverwante ziekten eventueel protozoënziekten zouden zijn, wanneer niet reeds een dergelijke ziekte bij planten bekend was. Verscheidene *Euphorbia*-soorten (*E. pilulifera*, *thymifolia*, *hypericifolia*, *peplus* en *segetalis*) in tropisch Azië, Afrika en Amerika, ook in Zuid-Europa, worden door een protozoënziekte aangetast, veroorzaakt door *Leptomonas davidi*. Dit flagellaat leeft in reusachtige hoeveelheden in het melksap van de zieke planten. Het geslacht *Leptomonas* is nauw verwant aan het geslacht *Trypanosoma*, waartoe de veroorzakers van de slaapziekte en verscheidene runderkoortsen in Afrika behooren. Zooals *Trypanosoma* in de bloed-

vaten van het dier, zoo leeft *Leptomonas davidi* in de melksapvaten van *Euphorbia*, die eveneens een samenhangend vaatstelsel vormen. De *Leptomonas*ziekte wordt door wantsen van plant tot plant overgebracht, en het is vooral aan de grondige onderzoekingen van C. FRANCA in Lissabon te danken, dat we nu omtrent de biologie van deze insectenoverbrenging zoo uitstekend zijn ingelicht.

Het was FRANCA bij vroegere proeven gebleken, dat directe infectieproeven met door *Leptomonas* besmet melksap, niet, of slechts bij uitzondering, eenig succes hadden. Hij zocht daarom naar insecten, die eventueel als overbrengers in aanmerking konden komen en vond, na eerst verscheidene insecten tevergeefs te hebben onderzocht, tenslotte een wants, *Stenocephalus agilis*, die de ziekte gemakkelijk van zieke op gezonde planten bleek te kunnen overbrengen. Gedurende de eerste dagen na het opzuigen van geïnfecteerde melk bleken de flagellaten zich in de darm van *Stenocephalus* zeer krachtig te vermenigvuldigen en zeer groote individuen te vormen. Omstreeks den vierden dag zijn stadiën van isogame conjugatie aan te toonen. Tusschen den vierden en den achtsten dag ontstaan groote massa's van zeer kleine vormen, die omstreeks 1μ breed en $4,5-7 \mu$ lang zijn. Deze kleine vormen, die geen geesel dragen, dringen de speekselklieren van het insect binnen, die met deze staafjes geheel volgepropt worden. De ontwikkelings-cyclus van *Leptomonas davidi* in *Stenocephalus agilis* komt dus geheel overeen met die van de verwante *Trypanosoma* in de Tse-tse vlieg.

Doch niet alleen in het melksap van *Euphorbiaceën*, maar ook in dat van een *Asclepiadea*, nl. *Araujia angustifolia*, een klimmende heester, kon MIGNON in Argentinië een *Leptomonas* (*L. Elmassiani*), die de planten sterk beschadigt, aantoonen. Er is nauwelijks aan te twifelen, of dergelijke flagellatenziekten zullen, bij zorgvuldig zoeken, ook nog bij andere, melksapvoerende planten worden ontdekt.

Nu we dus weten, dat typische protozoën-ziekten ook bij planten voorkomen en de overbrenging op dezelfde wijze door middel van insecten geschiedt, als bij de overeenkomstige ziekten van dier en mensch, is het dan nog zoo vreemd, wanneer we bij de mozaïek- en verwante ziekten, die eveneens aan insectenoverbrenging zijn aangepast, ook maar protozoënachtige veroorzakers zouden zoeken? Dat deze organismen, die geschikt zouden moeten zijn, om de zeefplaten en stippelkanalen te passeeren, in de plant tenminste, zeer klein en plastisch moeten zijn, spreekt zeer zeker niet tegen de eventuele protozoë-natuur van de smetstof.

Met het oog op de weelderige ontwikkeling van *Leptomonas*

in de darm van *Stenocephalus*, waar tot 4 keer grootere vormen voorkomen als in het melksap van *Euphorbia*, is het mogelijk, dat, wanneer de mozaïekziekten werkelijk protozoënziekten zijn, de hypothetischen protozoën der mozaïekziekten in de darm van de bladluizen grooter en daarom microscopisch eerder zichtbaar zullen zijn.

Aanbeveling verdient het, bij tabak en komkommer, die gemakkelijk met sap uit zieke planten kunnen worden geïnfecteerd, na te gaan, of de hoeveelheid virus, die de luizen gedurende enkele uren uit zieke planten hebben opgenomen, verandert, wanneer de luizen later op immune voedsterplanten worden overgebracht. Een verandering zou met behulp van fijn gevreezen luizen en daarmede uitgevoerde verdunningsproeven vermoedelijk aan te toonen zijn. Een toename van het virus zoude goed overeenkomen met de protozoën-natuur van de smetstof.

Van veel belang zou het ook zijn, om vast te stellen, of het virus in sterk besmette luizen zich slechts in het darmtractus bevindt, dan wel ook in andere organen b.v. in de speekselklieren. Dit laatste zoude toch geheel overeenkomen met de overbrenging van de bekende protozoënziekten bij dier en plant. Misschien is het aan bepaalde ontwikkelingsvormen in het insect toe te schrijven, dat b.v. bij de mozaïekziekte van het suikerriet en de bladrolziekte der aardappelen, infectie door bemiddeling van bladluizen zonder moeite lukt, terwijl dit door overenten van het sap uit zieke planten niet of slechts onder bepaalde omstandigheden mogelijk is.

Tot heden waren bijna alle phytopathologen tevens mycologen. Ze zijn vertrouwd met het onderzoek van door schimmels veroorzaakte ziekten. Maar reeds ERWIN SMITH heeft er met nadruk op gewezen, hoe noodzakelijk het voor de phytopathologen is, om bij de bestudeering van bacteriële plantenziekten van de veel grootere ondervinding, die de zoöpathologen op dit gebied reeds hebben opgedaan, gebruik te maken. SMITH is m.i. terecht van meening, dat een bacteriologisch geschoolde zoöpatholoog geschikter is voor het onderzoek van bacteriële plantenziekten, dan een mycologisch opgeleide phytopatholoog.

Het wil mij voorkomen, dat dit voor het onderzoek van de plantenziekten, door protozoën en filtreerbare vira veroorzaakt, in nog veel sterkere mate geldt, is toch het verschil in leefwijze tusschen protozoën en schimmels nog belangrijk grooter, dan tusschen bacteriën en schimmels. Het is geen toeval, dat de 10 tot heden verschenen publicaties over de *Leptomonas*ziekten bij planten, uitsluitend door artsen, die aan medisch-bacteriologische instituten waren verbonden, zijn geschreven. Niet één

phytopatholoog heeft zich tot heden met deze in ieder geval theoretisch zeer belangrijke ziekten bemoeid.

Wij phytopathologen moeten ons bij het onderzoek van de van jaar tot jaar economisch belangrijker wordende mozaïek- en aanverwante ziekten zorgvuldig op de hoogte stellen van de zoöpathologische literatuur over de ziekten, die aan insecten- overbrenging zijn aangepast en over de ziekten door filtreerbare vira veroorzaakt. Vooral moeten we trachten ons de op dit gebied in de zoöpathologie veel verder gevorderde techniek van onderzoek eigen te maken. Zonder twijfel zal de studie der zoöpathologische litteratuur over dit onderwerp ons aanleiding geven, om nieuwe vragen ten opzichte van de mozaïekziekten te stellen en nieuwe methoden van onderzoek in toepassing te brengen. Op de werktafel van iedere phytopatholoog, die zich niet uitsluitend met schimmelziekten wenscht bezig te houden, behooren ook de belangrijkste handboeken over dierlijke en menselijke infectieziekten aanwezig te zijn.

Jaren zullen wellicht nog heen gaan en duizenden en duizenden van infectieproeven zullen nog noodig zijn, om dieper te kunnen binnendringen in de geheimen van de mozaïekziekten. Misschien zal het bij deze ziekten de infectieproef en niet het microscoop zijn, die ons in staat zal stellen de natuur van het virus te herkennen, of die ons tenminste den weg zal wijzen, waar en in welke richting we den veroorzaker moeten zoeken.

Niet in filosofische speculaties op grond van enkele toevallig bekende feiten, maar in voortdurende en systematische proefnemingen zullen we de oplossing van dit probleem moeten zoeken, dat zowel van een economisch, als van een zuiver wetenschappelijk standpunt hoogst belangrijk is.

Hoog Edel Achtbare Heeren Curatoren dezer Hoogeschool,

Een woord van dank aan u voor het vertrouwen dat u in mij hebt gesteld, toen u aan den Minister mijne benoeming tot hoogleeraar voor plantenziektenkunde en mycologie hebt voorgesteld.

Deze werkkkring leek mij vooral daarom zoo aanlokkelijk, omdat ik mij had voorgesteld, mij weer geheel aan wetenschappelijk onderzoek te kunnen wijden, nu juist belangrijke phytopathologische problemen op een oplossing wachten. Veel genoeg deed het mij daarom te mogen hooren, dat met uwe toestemming de Plantenziektenkundige Dienst met zijn meer practische werkzaamheden niet meer onder leiding staat van den hoogleeraar voor phytopathologie. Slechts wanneer wij hoogleeraren over ruimen tijd en tevens over de middelen be-

schikken, om ons ongestoord aan wetenschappelijk onderzoek te kunnen wijden, kan Wageningen ten volle Hoogeschool worden.

Zeer geachte Heer Ritzema Bos,

Ik stel het op hoogen prijs U bij deze gelegenheid te mogen huldigen als baanbreker voor de Phytopathologie in Nederland. Het welslagen van den door U gestichten Phytopathologischen Dienst is zeker te danken aan Uw groote kennis onzer plantenziekten en aan Uw organiseerend vermogen.

Mijne Heeren Hoogleraren, Hooggeachte Collega's,

Het is voor mij een groote eer, dat ik waardig werd geacht in uwen hooggeleerden kring te worden opgenomen. Toen ik in Suriname aan mijn werktafel, op de plantages en in het oerbosch heb getracht al mijn kracht in den dienst van deze zoo mooie kolonie te stellen, heb ik nooit gedacht, dat mijn werk aanleiding zoude geven tot een dergelijke eervolle aanzoeking. Eervol toch is deze aanzoeking, omdat op ons hoogleraren de plicht rust, onze wetenschap verder te ontwikkelen. Wij hebben daarom het voorrecht, om bij de keuze van de onderwerpen voor onze onderzoekingen, in tegenstelling met de onderzoekers aan proefstations en dergelijke inrichtingen, niet direct afhankelijk te zijn van de praktijk. Slechts wanneer we geheel vrij zijn op het gebied, dat aan ieder van ons is toegewezen, kunnen we onze bijzondere plichten als hoogleeraar waardig vervullen.

Hooggeachte Heer Went,

Gevoelens van diepe dankbaarheid jegens u komen in mij op, wanneer ik terug denk aan de zeven jaren, die heengegaan zijn, sinds ik met u heb mogen kennis maken. Slechts wie zooals ik, lange jaren in een afgelegen hoekje der wereld heeft doorgebracht, kan naar waarde schatten, het voorrecht dat ik had, om met iemand als u, hooggeachte heer Went, voortdurend over mijn werk van gedachten te mogen wisselen. Op al mijne vragen en wenschen bent u altijd met een vriendelijke bereidwilligheid en groote zorg ingegaan alsof ik een van uw eigen leerlingen was. Voor uwe hooggewaardeerde vriendschap zal ik u altijd van harte dankbaar zijn. Oprecht wensch ik, dat onze betrekkingen ook verder even aangenaam zullen blijven, zooals ze het tot nu toe waren.

Zou ik zelf eens het genoegen hebben mijne leerlingen naar Indië te zien vertrekken — ik stel mij voor het schoone voor-

beeld van u na te volgen en met hen in voortdurend schriftelijk contact te blijven, niet alleen om voor hen ook verder een vriendschappelijke raadgever te blijven, maar tevens om altijd met hen jong en veerkrachtig te blijven, ook wanneer wij zelf in jaren ouder worden.

Zeer Geachte Heer Huizinga,

Gedurende 5 jaren heb ik onder u, een oudleerling van de Wageningische Landbouwschool, mogen werken. U heeft al dien tijd getoond, het belang, dat de landbouw aan ernstig wetenschappelijk onderzoek heeft, ten volle te beseffen en ik ben u zeer erkentelijk, dat ik bij mijn onderzoekingen altijd op uw vollen steun heb mogen rekenen. Ook voor het floristisch onderzoek van de Surinaamsche bosschen was uwe belangstelling altijd groot en aan u dank ik het voor een groot deel, dat ik zoo dikwijls gelegenheid had, om samen met den houtvester Gonggrijp de oerbosschen te doorkruisen en door verzamelen van herbarium-materiaal mede te helpen, de flora van de onmetelijke bosschen van Guyana beter te leeren kennen.

Waarde Surinaamsche Planters,

Een bijzonder groot genoeg is het voor mij, vandaag ook twee Surinaamsche planters onder mijn toehoorders te mogen zien. Hoe dikwijls zijn we met elkander door de plantages gewandeld en hoeveel heb ik van u omtrent de tropische cultures en het plantagebedrijf mogen leeren!

Het was mij altijd een groote voldoening te zien hoevelen uwer de ziekten in de cultures met zooveel voortvarendheid en nauwgezetheid bestrijden. U heeft door het zorgvuldig toepassen van de aangeraden bestrijdingsmethoden getoond, dat de krullotenziekte, die de cacao-cultuur in Suriname scheen onmogelijk te maken, in de praktijk afdoende en goedkoop te bestrijden was.

Bij het selectiewerk heb ik het vooral aan uwen steun te danken, dat het mij is mogen gelukken, dezen arbeid zoover te brengen, dat u over niet te langen tijd de nieuw aan te leggen velden met geselecteerd plantmateriaal kunt aanleggen. Met klem raad ik u aan, met dezelfde belangstelling als tot dusverre dit werk te vervolgen, opdat u daarvan zoo spoedig mogelijk geheel en al partij zult trekken.

Oprecht leed doet het mij, dat uwe plantages nu weer zoo een ernstigen crisistijd moeten doormaken, om welke reden nu reeds verscheidene plantages hun bedrijf hebben moeten staken. Dit doet mij niet alleen leed voor u planters, maar ook voor geheel Suriname. Met zijn tegenwoordige bevolking van slechts

100.000 zielen, zal Suriname de armlastige kolonie blijven, die het nu reeds sinds langen tijd voor Nederland is. Slechts door een zeer belangrijke vermeerdering van de bevolking, door middel van immigratie kan deze kolonie tot meerdere welvaart worden gebracht.

Alleen een bloeiende groote landbouw kan door het aanvoeren van groote hoeveelheden werkvolk het bevolkingsvraagstuk op een eenigszins economische wijze oplossen. De kleine landbouw komt hiervoor niet in aanmerking, deze is daarom op het oogenblik van weinig beteekenis voor de toekomst van het land.

Het Suriname-vraagstuk is een vraagstuk van den grooten landbouw.

Dames en Heeren Studenten,

De meerderheid van u zal wel de phytopathologische colleges bezoeken, om een algemeenen indruk van het wezen der planten ziekten te verkrijgen, waardoor u in staat gesteld wordt, om later als landbouwleeraar of in overeenkomstige betrekkingen, voorlichting omtrent de bestrijding van reeds bekende ziekten in onze cultures te geven.

Voornamelijk hoop ik echter, dat ruime, met alle moderne hulpmiddelen ingerichte laboratoria ons in staat zullen stellen, hier in Wageningen in de toekomst ook de phytopathologen voor de proefstations te kunnen opleiden. Het succes hangt in onze en in alle biologische wetenschappen dikwijls zoo zeer af van de geoefendheid van den experimentator. Nooit te veel kan er bij uw opleiding op worden gelet, dat u met de geheele techniek, waarover een modern phytoloog moet kunnen beschikken, grondig wordt bekend gemaakt. Dit is een punt, dat zeer veel belangrijker is, dan het opstellen van een lang proefschrift. Voor een proefschrift toch specialiseert u zich reeds in een bepaalde richting, de phytoloog moet er echter op berekend zijn, om alle mogelijke problemen, die zich in de praktijk voordoen, in onderzoek te kunnen nemen. Vooral zou ik u daarom willen waarschuwen u niet te vroeg op een bepaald gebied te concentreeren doch liever zoo lang en zoo grondig mogelijk op verschillende gebieden van de natuurwetenschappen kennis op te doen.

Hopen we, dat Wageningen in de toekomst niet alleen phytopathologen voor Nederland zal opleiden, maar dat ook velen van u naar de mooie, zonnige kolonies zullen trekken, waar u een ruim en dankbaar arbeidsveld wacht.

Ik heb gezegd