NEMATODEN

IN VERBAND MET DE

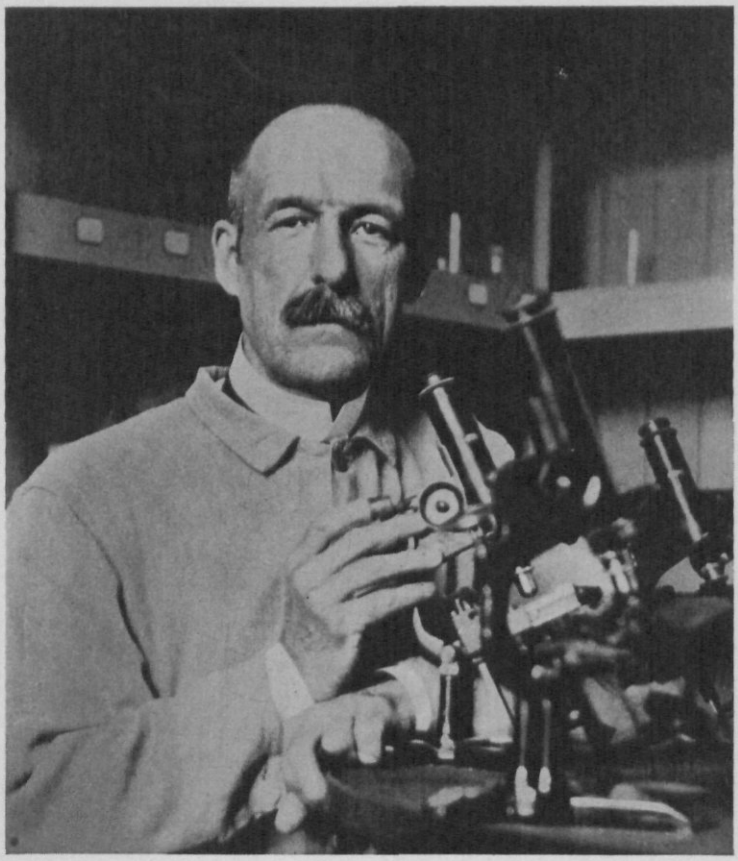
VRUCHTBAARHEID VAN DE GROND

OPENBARE LES UITGESPROKEN BIJ DE OPENLIJKE AANVAARDING
VAN HET LECTORAAT IN DE NEMATOLOGIE
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP 28 MAART 1957

DOOR

DR. IR. M. OOSTENBRINK

H. VEENMAN & ZONEN • WAGENINGEN



DR. NATHAN AUGUSTUS COBB, 1859-1932

Foto ± 1926, bereidwillig afgestaan door het United States Department of Agriculture.

Mijne Heren Curatoren van de Landbouwhogeschool,
Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren, Docenten,
wetenschappelijke en andere Medewerkers,
Dames en Heren Studenten en voorts Gij allen die door
Uw aanwezigheid van Uw belangstelling blijk geeft,

Zeer geachte Toehoorderessen en Toehoorders,

Het produktievermogen van de bouwgrond is de primaire basis van de samenleving en haar welvaart. Reeds de eerste landbouwers moeten hebben geweten van vruchtbaarheid, uitputting en herstel van de grond, begrippen die ervaring overkoepelen zonder het spel te verklaren. En waar de grond schaars werd, heeft men van oudsher getracht de vruchtbaarheid te beschermen en te vergroten. Het gebruik van „night soil" in China, de bevloeiing in Egypte, de teeltvoorschriften in het Capitulare de Villis van Karel de Grote zowel als de richtlijnen bij het gebruik van landbouwgrond in onze tijd mogen dit illustreren. Grondbewerking, vruchtwisseling, bemesting en waterbeheersing behoren thans tot het normale ingrijpen van de boer, vooral in ons land met zijn gebrek aan grond en zijn hoog opbrengstniveau.

De bouwvoor kan worden gezien als een verweringslaag met kleefstof, met een oplossing in water, met lucht en met leven; haar produktievermogen wordt beïnvloed door chemisch-fysische en biologische factoren. De schei- en natuurkundige factoren staan wetenschap en praktijk wel zó concreet voor ogen, dat zij tot uitdrukking komen in maatregelen van groot landbouwkundig belang. Men denke aan ons enorme verbruik van kunstmest, aan de indrukwekkende omvang van ons cultuurtechnische werk en ook aan de hoogconjunctuur in de bodemkartering.

Anders, minder gunstig, is het gesteld met het inzicht aangaande de biologische factoren, en wel betreffende het plantaardige, maar nog meer het dierlijke leven in de grond. Cultuurgrond leeft; hij wemelt van bacteriën, schimmels en wieren, van protozoën en hogere dierlijke organismen, die tezamen een ingewikkelde gemeenschap vormen, die men wel „edaphon" heeft genoemd, maar waarvan tot nu toe nog nauwelijks een geraamte kan worden getekend. „Es wimmelt im Boden von Unbekanntem" is de titel van een vrij recent Zwitsers overzicht [1]). Vrijwel niemand zal het wagen, de landbouwkundige betekenis van het leven in de grond in zijn algemeenheid in twijfel te trekken. Maar toch hult de bodemkunde zich in

[1]) Gisin, H. 1947. Prisma 2, 5/6: 8 p.

vaagheid en tegenstrijdigheid, waar het gaat om het preciseren en het hanteren van deze overtuiging in de praktijk.

Het plantkundig, bacteriologisch-mycologisch aspect betreft vooral de bacteriële binding van luchtstikstof en de nitrificatie, het optreden van plantenziekten en de afbraak van organische stof in de grond met, wellicht, de vorming van kruimelstructuur. Over dit laatste echter, en in het algemeen over de betekenis van de microbiologie van de grond, moet nog veel onderzoek worden verricht.

Nog veel groter is de armoede aan gegevens en aan inzicht op zoologisch gebied, hetgeen voor de toekomst wèl is vastgelegd in Kevan's Soil Zoology van het jaar 1955, een meer dan 500 pagina's dik symposiumverslag, waarvoor deskundigen van naam uit verschillende landen hun bijdragen leverden. Het leert ons inderdaad nog eens, dat bepaalde dieren optreden als beschadigers van planten, dat insekten althans in ongestoorde biotopen het plantenstrooisel fijn knippen en dat wormen en waarschijnlijk ook andere organismen nut kunnen hebben als structuurverbeteraars.

Toch is het niet te verwonderen dat er ook nu nog twee soorten grondbiologen zijn — de gelovige die het leven ziet als een barometer voor de produktiviteit van de grond en het een grote, positieve betekenis toekent, en daar tegenover de scepticus die meent dat er buiten stikstofbacteriën en bestrijding van een aantal plantenziekten voor de praktijk weinig meer te bereiken zal zijn. Het geloof in het nut van leven in de grond wordt ongetwijfeld zwaar ondermijnd door het succes van plantenteelt in watercultuur en in ontsmette grond, zoals deze in de moderne tuinbouw hun weg blijken te vinden. Welke essentiële betekenis kan de grond voor de plantengroei hebben, wanneer zelfs in grint goede opbrengsten mogelijk zijn? En wat betekent de factor „leven", wanneer normaliter de opbrengsten stijgen bij ontsmetting van de grond door verwarming, uitdroging of behandeling met biociden? De bacteriën en schimmels keren, door herinfectie en door herstel, spoedig terug en ook bij herhaalde ontsmetting blijken de afbraak van organische stof, de nitrificatie en de stikstofbinding niet blijvend verstoord te worden. De betekenis van deze processen komt hier dan ook niet in het geding, en het microbotanische leven in de grond blijft verder buiten beschouwing. Maar de zich trager herstellende grondfauna kan blijkbaar gemist worden en blijkt, ondanks alle anders luidende getuigenissen, althans tijdelijk, de plantengroei het meeste te bevorderen door af te sterven. Ook Russell bespeurt in zijn voortreffelijke handboek „Soil conditions and plant growth" deze tegenstrijdigheid, als hij schrijft over „an apparently paradoxical result in view of the importance of life to soil fertility". Hetgeen er op wijst dat hier zelfs de meest elementaire inzichten eigenlijk nog ontbreken. Het is voor de nematologie als jonge tak van wetenschap vererend, dat zij kan bijdragen tot beter

begrip en tot betere beheersing van deze biotische factor in de grond. Het verheugt mij, de gelegenheid te hebben om U mijn inzichten hierover mede te delen.

Nematologie is de kennis der nematoden, nematoïden of nema's [1]). Dit zijn slanke, doorzichtige diertjes, als regel ongeveer een mm lang, wier uiterlijk en wijze van bewegen door de naam aaltjes treffend wordt gekarakteriseerd. Zij zijn ondanks hun kleinheid rijk aan structuur, een geraffineerd bouwsel van organen. Hun plaats in het dierenrijk is discutabel door de geringe verwantschap met andere groepen, maar meestal worden zij als klasse der *Nematoda* in de hoofdafdeling der *Nemathelminthes* of *Aschelminthes* ondergebracht. Zij komen in een grote vormen- en individuenrijkdom voor in alle mogelijke vochtige milieu's, zij het grond, water, levend weefsel of bijzondere biotopen. Zij zijn economisch van betekenis als parasieten van planten, van mensen en dieren. De nematoden van de mens en het gewervelde dier vallen buiten ons bestek; zij worden met de naastverwante groepen meestal gevat in het vak helminthologie, of in nog ruimer verband in het vak parasitologie.

De nematologie omvat dus de studie van de nematoden, in dit geval met enige beperking, en dankt zijn ontstaan en betekenis aan het feit, dat deze organismen biologisch en landbouwkundig in de grond een bijzondere plaats innemen. De term nematologie is van Dr. Nathan Augustus Cobb, stichter en eerste leider van de Amerikaanse Afdeling voor Nematologie, voornaamste grondlegger voor de huidige ontwikkeling van het vak door zijn bijdragen op systematisch, biologisch en technisch gebied en door zijn opbouwende gedachten, vaak in enthousiaste bewoording en met pakkende beelden naar voren gebracht. Cobb achtte reeds in 1914 [2]) de studie van de nematoden een eigen plaats waard: „They offer an exceptional field of study; and probably constitute almost the last great organic group worthy of a separate branch of biological science comparable with entomology-nematology." Hij was zich toen reeds bewust van de alomtegenwoordigheid van nematoden, de gedifferentieerdheid van hun populaties en hun betekenis als parasieten. Dit moge blijken uit een citaat van zijn hand, dat jarenlang als grappig aforisme met een glimlach is versleten door hen die minder goed geïnformeerd of minder ruim van blik waren, maar dat thans treft door zijn visie en diepgang. Ondanks zijn lengte mag ik het U niet onthouden: „In short, if all the matter in the universe except the nematodes were swept away, our world would still be dimly recognizable, and if, as disembodied spirits, we could then investigate it, we should find its mountains, hills, vales, rivers, lakes, and oceans represented by a film of nematodes. The location of towns would be decipherable, since for

[1]) Cobb, N. A. 1932. J. Am. med. Ass. 98 I : 75.
[2]) Cobb, N. A. 1914. Yearb. U.S. Dep. Agric. 1914: 457-490.

every massing of human beings there would be a corresponding massing of certain nematodes. Trees would still stand in ghostly rows representing our streets and highways. The location of the various plants and animals would still be decipherable, and, had we sufficient knowledge, in many cases even their species could be determined by an examination of their erstwhile nematode parasites."

Cobb was zijn tijd ver vooruit. Hoe raak zijn citaat, óók in landbouwkundig opzicht is, hoop ik nog nader aan te geven. Door hard werken, nauwkeurig waarnemen, scherp interpreteren en constructief denken heeft hij bereikt, dat er op nematologisch gebied ook thans nog nauwelijks een werkelijk nieuwe gedachte is te poneren. Hij was niet alleen faunistisch goed op de hoogte, maar doorgrondde reeds de algemene betekenis van de nematoden als parasieten van planten. Van dit laatste hebben zijn leerlingen en opvolgers de praktijk tenslotte kunnen overtuigen, met als gevolg, dat de nematologie in de U.S.A. het laatste decennium een snelle ontwikkeling doormaakt, die dit land een voorsprong geeft op alle andere. Ik prijs mij gelukkig uit Cobb's school de aanmoediging te hebben gekregen om in Nederland te werken aan de concretisering en afronding van het beeld over voorkomen en betekenis van de nematoden in onze grond. Een beeld dat onderzoeker en prakticus verrast en dat ik daarom gaarne wil schetsen, al zal slechts het woord hierbij mijn medium zijn.

In elke grond, waarin plantengroei mogelijk is, zijn nematoden aanwezig. Dit geldt voor alle klimaten en voor elk jaargetijde. Nematoden behoren tot de vaste inventaris van de grond. Het is normaal dat er per cm^3 vochtige grond tussen de 5 en de 100, als regel enkele tientallen, nematoden voorkomen. Dat wil zeggen tien maal meer dan alle andere meercellige dieren, zoals mijten, collembolen, rotatoriën, tardigraden, myriapoden, wormen, insekten en andere bij elkaar. Een algemeen gemiddelde van 40 miljard nematoden per ha mag als een verantwoorde schatting gelden. En om deze hoeveelheid tastbaar voor te stellen: zij wegen ongeveer 50 kg; ineengevlochten zouden zij de grond bedekken met een weefsel ter dikte van fijn nylon; aan elkaar geregen zouden hun lichamen per ha een juist zichtbare draad rondom de aardbol leveren. Elke grond herbergt een mengsel van vele soorten met een zeer verschillende voedselkeuze, hetzij dode stof of bacteriën, kleine dierlijke organismen of wel, en dit is van belang, levende plantencellen. Alle plantenaaltjes verraden hun voedingswijze doordat de mond is gewapend met een stevige, holle stekel die het mogelijk maakt om de met cellulose beklede plantencel te doorboren en uit te zuigen. Hun gebonden zijn aan hogere planten en hun praktische betekenis blijkt uit experimenteel onderzoek. In cultuurland bestaat vrijwel zonder uitzondering de helft van de populatie uit obligate parasieten van planten.

Deze populatie is als regel uit verschillende componenten samengesteld, hetgeen voor een juist begrip nader moet worden geanalyseerd.

In de fytopatologie zijn van oudsher een aantal voor de planten schadelijke aaltjes bekend, zoals enkele soorten bladaaltjes *(Aphelenchoides)* en stengelaaltjes *(Ditylenchus)* die bovengrondse plantendelen misvormen, en ook wortelknobbelaaltjes *(Meloidogyne)* en cystenaaltjes *(Heterodera)* die op de wortels gallen resp. cysten vormen. Deze groepen hebben gemeen, dat zij met het blote oog herkenbare ziektebeelden veroorzaken en lang bleef, wat men kan noemen de fytonematologie, praktisch hiertoe beperkt. Zij veroorzaken ondanks vele jaren van onderzoek nog steeds lastige plagen.

Naast deze groepen zijn er echter nog de vele soorten vrijlevende of vrijbeweeglijke wortelaaltjes, welke zowel door het niet-karakteristiek zijn van hun symptomen als door ontoereikendheid van de techniek tot voor kort vrijwel aan de aandacht zijn ontsnapt. Zij zijn, als alle plantenaaltjes, gewapend met een scherpe mondstekel; zij leven stekend en zuigend als ectoparasieten op of als endoparasieten in de fijne wortels en beschadigen deze. Zij zijn als regel wijd verspreid aanwezig. In onze streken betreft het vooral de geslachten *Pratylenchus, Paratylenchus, Hoplolaimus, Tylenchorhynchus,* en meer locaal nog enkele andere, namen waarvoor nog geen Nederlands aequivalent beschikbaar is. Door inoculaties, populatieonderzoek en proeven met nematiciden is voor belangrijke soorten uit elk dezer geslachten de zekerheid verkregen, dat zij leven als primaire parasieten en dat zij schadelijk zijn.

Het is voor een perceel cultuurgrond regel, dat er minstens 5 min of meer gespecialiseerde soorten wortelaaltjes, elk met een eigen plant — parasietverhouding,. naast en door elkaar voorkomen, en dit zijn op kleigrond meestal andere dan op zand. Het zijn in elk gebied meestal 1 of 2 soorten, die sterk naar voren komen en zùlke aantallen bereiken dat zij schadelijk worden; dit wordt in hoofdzaak bepaald door de geteelde gewassen. Zij zijn goede indicatoren van grondsoort, teeltschema en het laatstverbouwde gewas. Bemonstering van een bedrijf openbaart als regel, waar het laatste jaar hakvruchten, granen of gras en klavers zijn geteeld. Bij wijziging van de teelt verandert het aaltjesmengsel onmiddellijk. Eén jaar verbouw van verschillende gewassen drijft op de streep af de populatie in zijn componenten uiteen. En binnen drie jaar kan men, door in de rotatie de granen te mijden, van veel landbouwland tuinbouwgrond maken wat de specifieke aaltjesplagen betreft, hetgeen kwantitatief is te volgen. Na voldoende inleidend onderzoek kan men deze aaltjescijfers lezen, begrijpen en er uit voorspellen. Men heeft de populatie in de hand, hetgeen ook in de groei van de gewassen tot uitdrukking is te brengen.

Deze wortelaaltjes vormen dus een met de mens concurrerende,

zelfstandige kringloop die het gewas als het ware aftapt en ook op andere wijze ongunstig beïnvloedt, veel algemener dan men tot nu toe heeft beseft. Er groeit bijna geen gram plantenwortel, die met zijn levende substantie niet tevens enkele honderden tot enkele duizenden van deze aaltjes voedt. Hetgeen bij 1/4, of met het buitenland meegerekend 1 1/4, ha cultuurgrond per persoon tot de slotsom voert, dat iedere mens zijn landbouwprodukten slechts verkrijgt in directe concurrentie met meer dan 5 miljard parasitaire nematoden. Zij veroorzaken verscheidene vormen van wortelbeschadiging, die zich bovengronds uiten als moeheidsverschijnselen of vruchtwisselingseffecten. Een overzicht met betrekking tot onze eigen gewassen is hier wellicht op zijn plaats, en ik kan, gelijk indertijd Marcus Antonius in Rome, slechts hopen dat de luisteraar mij ondertussen zijn aandacht zal blijven schenken.

Zo wordt in de praktijk nog door slechts weinigen beseft, dat onze intensief beteelde grond eerder als regel dan bij uitzondering besmet is met het gespecialiseerde, bij het hoofdgewas behorende cystenaaltje, en dat slechte groei hiermee samen gaat. Vrijlevende wortelaaltjes zijn zeer algemeen de oorzaak gebleken van moeheid in de boomkwekerij, van moeheidsverschijnselen bij de teelt van vaste planten, asperge en bladgroenten en van het van de wortel gaan van bloembollen, aardbeien en nog andere gewassen. De slechte groei en aanslag van rode klaver blijkt in bepaalde landbouwgebieden op rekening te komen van deze, en ook van cystenvormende, wortelaaltjes. Ditzelfde geldt voor peenmoeheid en voor verschillende vergelingsverschijnselen bij erwten. De betekenis van hakvruchten als voorvrucht van granen lijkt grotendeels zijn verklaring te moeten vinden in het periodiek onderdrukken van bepaalde *Pratylenchus*- en *Tylenchorhynchus*soorten. Dit geldt voor zandgrond en, mutatis mutandis, ook voor klei, al is het effect van de nematoden daar vaak minder expressief. In onze nieuwe polders blijken de eerste moeheidsverschijnselen met invasie en vermeerdering van dit soort wortelaaltjes gepaard te gaan. Het oud worden van cultuurgrond, en daarmee de noodzaak om vruchtwisseling toe te passen, blijkt in elk geval ten dele met deze factor samen te hangen. Ook degeneratie van houtige bestanden en de moeilijke herbeplanting heeft een belangrijk nematologisch aspect, naast andere die nog onvolledig bekend zijn. Weiland, tenslotte, vertoont algemeen een sterke accumulatie van parasitaire nematoden, die door wisselbouw wordt beïnvloed. Bij herinzaai van gescheurd weiland op zandgrond bleek door het wegnemen van de wortelaaltjes, bij overigens goede bemesting, dat gedurende het eerste jaar zeer algemeen een verdubbeling van de opbrengst kon worden verkregen. Ondanks het wonder van de voortdurende vruchtbaarheid van ons blijvende grasland, een wonder dat zelfs Liebig in verwarring heeft gebracht, zijn er aanwijzingen dat ook hier aan de aaltjes een zware tol wordt betaald.

Demonstratievelden toonden aan, dat deze aaltjesfactor niet zelden akkerbouwland ongeschikt maakt voor nieuwe teelten, voor kunstwei of bos. De groei en opbrengst van o.a. de eerste groentegewassen, rozen, populieren, dennen en vruchtbomen, van gras en klaver kon op verschillende akkerbouwpercelen in uiteengelegen gebieden verdubbeld of soms zelfs verdrievoudigd worden door de aaltjes uit te schakelen.

Het sterkste echter treft wellicht de ervaring dat er zo'n aaltjesfactor op vrijwel elk willekeurig perceel oude cultuurgrond en in vrijwel elke tuin aanwezig is, die in grondmonsters en aan de groei van bepaalde, gevoelige gewassen kan worden gedemonstreerd. Dit „over-all" aspect moge verklaren, waarom zo menige nematoloog van zijn eigen tuin een aaltjesproefveld weet te maken.

En thans kom ik terug op de bekende ervaring, dat het doden van de fauna in de grond, o.a. met nematiciden, zeer algemeen aanleiding geeft tot een groeiverbetering van de hoofdgewassen, tenzij het wèrkelijk nieuwe of reeds ontsmette grond betreft.

Tot nu toe werd dit voor oude grond dus vrijwel universele effect verklaard door het vrijkomen van stikstof. Uiteraard komt bij grondontsmetting stikstof vrij, waarschijnlijk enkele tientallen kilogrammen per ha, waartoe de lijken van wellicht een ton wormen in hoofdzaak verantwoordelijk kunnen zijn. Maar dit dekt en verklaart het verschijnsel niet. Bij ontsmetting van cultuurgrond treedt een gunstig groeieffect óók op bij een zware, volledige overbemesting, óók wanneer een jaar of meer met planten wordt gewacht en de vrije stikstof reeds lang is verdwenen, en zij werkt niet zelden tot in het vierde gewas na. Hier wordt niet in de eerste plaats een positieve groeifactor toegevoegd, maar een negatieve weggenomen, een factor die correleert met de populatiedichtheid van de nematoden en die daarin goeddeels zijn verklaring vindt. Hetgeen de stelling motiveert, dat de fauna in onze cultuurgrond als geheel voor de plantengroei meer schadelijk dan nuttig is door de overheersende invloed van de parasiterende, door de teelt zelve naar voren gebrachte nematoden. Met als logische gevolgtrekking, dat de toegepaste zoölogie van de grond méér op regulering en bestrijding dan op stimulering van de fauna moet zijn gericht, welke conclusie lijnrecht staat tegenover de gangbare opvatting [1] [2].

Aaltjesaantastingen uiten zich betrekkelijk eenvormig; zij komen, door de langzame reproduktie en de geringe beweeglijkheid van de veroorzakers, geleidelijk op in de loop van de jaren en doen daarna hardnekkig als groeiremmende factor hun invloed gelden. Door de weinig kenmerkende symptomen, die ook aan andere oorzaken kun-

[1] Kühnelt, W. 1955. Soil Zoology, Proc. Univ. Nottingham 1955: 3-19.
[2] Franz, H. 1956. VIe Congr. int. Sci. Sol, Paris. Extr. III, 14: 81-86.

nen doen denken, verwekken zij niet zelden discussie. Dit geldt voor bietenmoeheid die oorspronkelijk kaligebrek en aardappelmoeheid die schimmelaantasting, blikseminslag of slechte structuur werd genoemd en voor vele andere. Vrijwel elke belangrijke wortelaaltjesaantasting is, in elk land opnieuw, oorspronkelijk benaderd via grond en bemesting, worteltoxinen en schimmels, voordat de nematoden voor het voetlicht verschenen.

De grond- en bemestingsdeskundige heeft van het „grondmoeheidscomplex" het zijne afgeschaafd en correcties aangebracht waar het macro- en micro-elementen, structuur of wateroverlast betrof, maar hij heeft het probleem in grote lijnen gelaten wat het was.

De plantenfysioloog spreekt wel van in de grond overblijvende, specifieke worteltoxinen. Dat toxinen bij meerjarige gewassen een rol spelen is mogelijk. Maar men raakt verstrikt als men het grillige optreden van moeheid, de gedifferentieerdheid van de verschijnselen en de vaak onbegrijpelijke persistentie van hun oorzaak met toxinen moet verklaren. Er is tot nu toe geen bewijs voor hun betekenis in de praktijk geleverd.

Veel onderzoek over slechte groeiverschijnselen is verricht van mycologische zijde. Schimmelziekten van de bovengrondse delen van de plant zijn nog steeds belangrijke plagen van onze land- en tuinbouw en het succes van hun bestrijding vormt een indrukwekkend hoofdstuk in het boek der fytopatologie. Wanneer het aantasting van de ondergrondse plantendelen, vaat-, voet- en wortelziekten betrof, heeft de mycologie in voorgaande decenniën echter ook minder gelukkige bladzijden op haar naam staan. Vele van de geponeerde en ook bij de voorlichting wel gebruikte correlaties tussen slechte groei en naar thans blijkt vaak secundaire of halfparasitaire schimmels, zoals Cylindrocarpon radicicola en Fusariumsoorten, blijken geen reëel causatief verband te vormen. Er zijn in Nederland in zeker drie, en waarschijnlijk in meer dissertaties thans welbekende wortel-, zelfs cystenaaltjesaantastingen behandeld, zonder dat de aaltjes als mogelijke oorzaak zijn genoemd. Dit hoeft niemand persoonlijk te treffen; tientallen paren deskundige ogen zijn, vóór en na, over deze problemen gegaan met hetzelfde resultaat. Het demonstreert slechts dat wij zien naar de mate van ons weten, óók in de wetenschap.

Bij wijze van overgang wordt thans wel het begrip complexziekte ingevoerd, waarbij de aaltjes als primaire factor de wortels perforeren en daardoor schimmels entree bezorgen. Er zijn ongetwijfeld dergelijke ziekten met twee of meer potentiële componenten. Een voorbeeld is de in Nederland geconstateerde rozenmoeheid, waarbij blijkbaar nematoden en schimmels tezamen of ook onafhankelijk van elkaar ogenschijnlijk gelijksoortige symptomen van slechte groei kunnen veroorzaken. Ook waar de microflora van de grond géén zelfstandige rol speelt kan zij door secundair rot de schade vergroten

in vergelijking met steriele milieu's. Maar dit raakt als regel meer de academische vraag van het mechanisme der schade dan de primaire oorzaak en de bestrijding van de aantasting.

Het beeld dat ik U trachtte te schetsen is uitgangspunt en tevens werkhypothese voor de huidige nematologie. Het wijst dus op de aanwezigheid van een dynamische, veelal polyvalente, met de grondsoort variërende wortelaaltjesfactor in vrijwel alle, ook natuurlijke, begroeide grond. Hoewel niet à priori aanwezig, zijn de plantenaaltjes praktisch inherent aan de cultuur, cultuurvolgers die zich gemakkelijk verspreiden en uit het net van voedselrelaties in de grond bijna wiskundig zeker naar voren worden getrokken door de teelt zelve. Zij vormen een negatieve vruchtbaarheidsfactor die andere groeifactoren doorkruist. Het inzicht in hun voorkomen en betekenis draagt dus bij tot het begrip van problemen, die zich meestal reeds lang in het bestel van de landbouw aftekenden en daarin zijn verdisconteerd, maar die desondanks van economisch belang zijn gebleven.

De hier geschetste toestand is hoofdzakelijk op grond van Nederlandse gegevens en door de Nederlandse bril bekeken, maar het onderzoek in het buitenland wijst op het universele karakter. Om dit met enkele uitheemse voorbeelden te illustreren, wijs ik op de wortelknobbelaaltjesschade bij vele cultures in warme streken; cystenaaltjesaantasting in sojabonen; „ear cockle" in tarwe; ufra en „white tip" in rijst; wortelrot in banaan, suikerriet, koffie en katoen; geelziekte in peper; „spreading and slow decline" in citrus; herinplantingsproblemen bij appel, kers, walnoot, perzik, vijg e.a. in verschillende delen van de wereld; „brown root" in tabak en „red ring" in klapper. Deze bloemlezing vormt slechts een fractie van de bekende aantastingen, terwijl ongetwijfeld een groot deel nog niet is onderzocht. Elk gewas in elk gebied heeft blijkbaar zijn speciale en veelal specifieke aaltjesplagen. De mens oogst ook in dit opzicht slechts wat zijn concurrenten hem laten.

Wèlk een tol de mens hier betaalt is moeilijk te bepalen. De vakliteratuur geeft hier niet voldoende houvast. De beste schatting is mijns inziens te vinden in een zondagsblad zonder wetenschappelijke pretentie, The Saturday Evening Post van 15 oktober 1955. Dank zij veel „inside information", die kennelijk steeds uit de eerste hand is verkregen, kon hier een niet-vakman als eerste tot een concrete slotsom komen: „The nematode ... once ignored as harmless ... yet he is costing the American farmer a tenth of all he grows."

Ondanks onze hoge opbrengsten komen wij voor Nederland op een gemiddelde schade van dezelfde grootte. Het kan méér zijn, dit hangt er slechts van af of onze voorlopige inzichten over de aaltjesschade in blijvende bestanden van gras en bomen zich handhaven.

Dames en Heren, iedere onderzoeker verlangt naar een eenvoudig en logisch verband tussen zijn gegevens, een kristallisatie van gedachten die een vruchtbare basis voor het verdere onderzoek kan zijn, en hij is blij als zijn vlijt dit verband openbaart. Denken op natuurwetenschappelijk gebied is voorwaarts gericht, zoals de praktijk, in dit verband de landbouw, voorwaarts gericht en resoluut is in zijn doen en laten. Nieuwe inzichten zullen dus voor verder onderzoek en, althans in Nederland, ook in de praktijk als regel prompt worden gebruikt en dat is ook hier het geval. Maar men weet nooit van te voren, wanneer de juiste tijd gekomen is om een nieuw inzicht betreffende een werkgebied van velen, zoals de grond, te uiten, dat wil zeggen te formuleren in eenvoudige, klare taal zodat iedereen begrijpt wat wordt bedoeld. Een onderzoek is hiervoor nooit klaar, is nooit voldoende rijp om iedere betrokkene op stel en sprong te bevredigen. Velen, die tot nu toe dachten in termen van plant, stikstof en structuur, zullen wellicht nog moeten wennen aan de idee van levend, schadelijk agens op de wortels. Dat echter de nematologie met haar inzichten niet als een „deus ex machina" neerstrijkt, moge blijken uit het feit, dat de wetenschappelijke literatuur betreffende de op planten parasiterende en vrij in grond en zoetwater levende aaltjes najaar 1956, de 10.000 titels, dat zijn ongeveer 130.000 pagina's waarvan enkele procenten in handboeken, is gepasseerd. Wèl is de laatste jaren, in het spoor van Amerika en ook Engeland, alom een snelle ontwikkeling merkbaar, getuige het snel stijgende aantal „full time" werkers en de vele publikaties, de toenemende belangstelling voor de specialistisch-nematologische symposia en verenigingen, en ook de groei van het toegepaste werk op dit gebied.

Ik heb gezocht naar een verklaring voor deze ontwikkeling. Afgezien van het feit, dat de wetenschap zich als regel schoksgewijze ontwikkelt en dat elke tak toch eenmaal zijn tijd moet krijgen, acht ik als directe aanleiding de volgende punten van belang:

1. Het feit dat de nematiciden dichloorpropeen en ethyleendibromide werden gevonden en in staat bleken alle mogelijke uitgeboerde gronden weer tot volle produktiviteit te wekken. Materieel voordeel wekt altijd belangstelling en stimuleert.
2. Het ontdekken, of herontdekken, van de betekenis van de vrijlevende, vooral ook de ectoparasitaire wortelaaltjes, door Steiner [1]) en Christie [2]) in de U.S.A. Hierdoor kwamen belangrijke, vergeten groepen van plantenaaltjes op het tapijt.
3. Het ontwikkelen en vooral vereenvoudigen van de methoden voor populatie-onderzoek in grondmonsters en in plantendelen. Tot voor kort waren de methoden bewerkelijk en subjectief, hoe-

[1]) Steiner, G. 1949. Fourth Proc. Soil Sci. Soc. Florida, Bull. 131: 47 p.
[2]) Christie, J. R. 1951. Florida State hort. Soc. 64: 120-122. 1953. Phytopathology 43: 295-297.

wel de principes reeds lang bekend waren. Thans verschaffen onze assistentes objectieve resultaten aan de lopende band, ook van de aaltjesgroepen die tot nu toe ontsnapten. Het zijn deze kwantitatieve gegevens, die de nematologie een meer mathematisch karakter geven dan vele verwante vakken, die haar een achterstand kunnen doen inhalen en die ook de achtergrond vormen van haar ondubbelzinnige verklaringen.

4. De vrees voor de aardappelmoeheid, als ziekte en als export- en importbelager en de daartegen genomen maatregelen, die allerwegen de woorden aaltjes en moeheid introduceerden tot bij de hoogste instanties en die de koorden van de beurs voor toegepast werk en onderzoek hebben geslaakt, hetgeen de nematologie als geheel ten goede is gekomen.

De hiervóór genoemde inzichten openen nieuwe mogelijkheden voor de bestrijding van vele verschijnselen van slechte groei, en dit overzicht zou onvolledig zijn als ze hier niet werden genoemd. Perspectieven waarvan enkele reeds in de praktijk tot gelding komen, sommige binnen het bereik liggen en andere zich naar wij hopen bij verder onderzoek nader zullen aftekenen.

Begrijpelijk is het streven om de parasieten te keren en te weren. „An ounce of prevention is better than a pound of cure." Echter, maatregelen om infectie van nematoden geheel te voorkomen zijn meestal vele decenniën te laat. De wereldhandel distribueert per jaar zeker een honderd miljoen kilogram grond en een miljard bewortelde planten met de bijbehorende en hen omgevende nematodengarnituur over onnoemelijk veel percelen op aarde, en dit is zeker al een halve eeuw zo gegaan. Niet alle soorten gaan met planten en gedroogde grond over, maar dat nematoden ook zònder aanwijsbare hulp snel worden verspreid, blijkt uit de invasie en vermeerdering binnen 10 à 20 jaar van specifieke plantenaaltjes in onze nieuwe IJsselmeerpolders, ook op percelen waar geen invoer door menselijke activiteit kan worden gespeurd. Wanneer in een gebied bepaalde aaltjesplagen niet optreden, dan komt dit meestal doordat niet of nog niet voldoende lang is voldaan aan de voorwaarden betreffende klimaat, grondsoort en aaltjesopbouwende teelt, en zelden door het ontbreken van een initiële besmetting. Weinig plantenaaltjessoorten zijn cosmopoliet, en die het wèl zijn, zijn als regel reeds sterk verspreid. Dit inzicht onderstreept de noodzaak van redelijke overweging bij het instellen van quarantainemaatregelen en bij het stellen van eisen ten aanzien van de handel in plantgoed, maatregelen welke hun betekenis hebben als rem op de verspreiding en soms met het oog op de kwaliteit van het plantenmateriaal, maar welke zelden of nooit absolute garanties verschaffen. Zelden ook is meegebrachte besmetting een direct gevaar voor het betrokken ge-

was. Wie begint met in het eigen land de aanwezige nematodenproblemen te inventariseren en zich de regulerende invloed van milieu en vruchtwisseling bewust wordt, zal sanitaire bemoeienis met bereikbare doelen niet willen verwaarlozen, maar toch het zwaartepunt van de „prevention" uit het spreekwoord voor de meeste gevallen op de teeltwijze in het binnenland willen leggen. Er zijn echter gevallen waar georganiseerde actie op zijn plaats lijkt, ook al is een gevestigde aaltjesplaag door mensenhand tot nu toe nooit weer uitgeroeid geworden.

Hèt voorbeeld van een actie is de bestrijding van het aardappelcystenaaltje. Het is een binnendringer, die ons voornaamste landbouwgewas bedreigde en in onze eenzijdig beteelde aardappelgebieden en tuinen zijn bed gespreid vond. Een exportbedreiger met cachet, die zelfs de aandacht krijgt van F.A.O. en andere hoge internationale organisaties. De aantasting, aardappelmoeheid, wordt in Nederland bestreden met forse maatregelen: verplichte preventieve vruchtwisseling op alle gezonde grond, teeltverboden voor besmet terrein en bijkomende sanitaire voorschriften. Maatregelen zó ingrijpend als de landbouw op technische grondslag verder nauwelijks kent. Weinigen zullen beseffen, hoeveel onderzoek, tactisch, juridisch, organisatorisch en technisch werk er moet worden verricht, voordat een vruchtwisselingsvoorschrift onze meer dan 2.500.000 percelen en perceeltjes bouwland de facto bestrijkt. En hoe moeilijk het is een gewas te doen verwijderen, dat met liefde en zorg, maar in strijd met de wet, is verbouwd. Wanneer de export niet achter de deur, de landbouworganisaties niet op de bres en de autoriteiten niet boven betoog en zelfs interpellatie hadden gestaan, dan had deze onderneming niet kunnen slagen.

Nu, bijna 20 jaar na het eerste optreden van de ziekte en 14 jaar na het begin van de bestrijding, komt aantoonbare besmetting nog slechts voor op ½ % van het bouwland, en is het gevaar voor export en teelt in het algemeen bedwongen, terwijl binnenkort de resistente aardappelrassen op besmette grond wellicht verlichting kunnen brengen. Dit heeft tot nu toe aan onderzoek ongeveer 1 en aan bestrijding 8 miljoen gulden gekost, d.i. ¼ % van de waarde der in die tijd geteelde aardappelen, dus voor elke landgenoot 5 à 10 cent per jaar. Het, plaatselijk wellicht grote, maar niet te becijferen indirecte nadeel van de gedwongen omschakeling der teelt is hierin niet begrepen. Alles bijeengenomen blijft echter het gevoel overheersen, dat men hier nog juist op tijd is geweest.

Er zijn, naast het aardappelcystenaaltje, nog enkele nematoden waartegen grote acties worden ondernomen, zoals tegen het bietecystenaaltje in Engeland, en tegen het sojacystenaaltje, het destructoraaltje in aardappelen en bloembollen en „the burrowing nematode" in citrus in de U.S.A. Bij reeds gevestigde plagen is de wijze van benadering echter meer gericht op het toepassen van grondont-

smetting en vruchtwisseling dan op acties, sanitaire maatregelen en voorschriften.

Directe bestrijding door grondontsmetting met nematiciden, begeerd van praktische en gewraakt van biologische zijde, is tegen alle aaltjesaantasting effectief, en zal bij kostbare teelten zeker ingang vinden ondanks de zeer hoge prijs, de technische moeilijkheden bij de toepassing en nog andere bezwaren. Een doding van 95-99 % is vaak goed te verkrijgen. Dit is technisch reeds knap, maar is praktisch nauwelijks bevredigend in gevallen waar meer jaren achtereen van één behandeling moet worden geprofiteerd om de kosten rendabel te maken. Een goedkoop, goedwerkend middel, dat gemakkelijk toe te passen is, een goede ontwikkeling van de plant garandeert en geen bijkomstige bezwaren heeft, moet nog worden gevonden. Of gerichte chemische synthese naast het toetsen van willekeurige verbindingen hier resultaten kan geven, is nog steeds de vraag. De twee meest succesvolle grondfumigantia, die in de praktijk reeds vaste voet hebben gekregen, in één staat van de U.S.A. met een jaarlijkse afzet voor meer dan 100.000 hectare, zijn beide door toeval gevonden. Het is echter zeker, dat thans achter de schermen grootscheeps onderzoek wordt verricht. Het zakenleven peilt toestanden en mogelijkheden vaak eerder en scherper dan de toekomstige afnemer van zijn produkten. De grote internationale producenten van bestrijdingsmiddelen hebben allen reeds hun goed uitgeruste laboratoria voor de ontwikkeling van nematiciden en minstens 5 Nederlandse industrieën zijn met dit onderzoek bezig. Wanneer het zou lukken een efficiënte behandeling tegen f 200.— per ha uit te voeren, dan zou de mogelijkheid van toepassing wel eens die van de stikstofbemesting kunnen evenaren, wellicht rendabel op het grootste deel van onze akkers en weiden, met een omzet van enkele honderden miljoenen guldens per jaar.

Het is ook afgezien van nieuwe vondsten zeker, dat de praktijk op grote schaal met nematiciden krijgt te maken. Het grote probleem van de chemische bestrijding van insekten, namelijk de vorming van resistente rassen van de parasiet, zal ook hier wel bestaan, maar is mogelijk minder klemmend daar plantenaaltjes zich als regel slechts langzaam vermeerderen en elke nieuwe stam tientallen jaren nodig zal hebben om een grote verbreiding te krijgen. Of stelselmatige grondontsmetting op lange termijn bezwaren kan geven voor de mens en de grond, is niet te overzien. Het lijkt mij onder de heersende omstandigheden voor de hand liggend, dat de overheid het onderzoek juist naar deze negatieve kanten stimuleert, en het ontwikkelingswerk aan het bedrijfsleven overlaat. Of ook kernstraling als grondontsmetter een rol zal kunnen spelen, is een open vraag die zorgvuldige overweging waard is.

Behalve directe doding in de grond is ontsmetting van plantgoed

en zaden, door wassen met water, door warmwaterbehandeling, gassen met methylbromide of dompeling in organische kwikmiddelen e.a., incidenteel van belang, vooral zolang de betreffende aaltjes nog lokaal optreden. Dit laatste is echter meestal niet het geval. Vele soorten worden niet met plantgoed overgebracht of niet in die mate dat zij het betrokken gewas schaden. Aan plantgoed- en zaaizaadontsmetting tegen nematoden zal dan ook in het algemeen niet een zo grote betekenis toekomen als dit bij de bestrijding van schimmels het geval is.

Vruchtwisseling is van zeer groot belang; zij is bij minder kostbare teelten veelal de enige rendabele bestrijding van de aaltjes. Geregulеerd door de voorteelt, bepalen de aaltjes door de dichtheid van hun populaties de maat van de schade. Vanouds bestaande en nieuw-aangelegde proefvelden met verschillende vruchtomlopen vormen voor het aaltjesonderzoek thans een waardevolle basis. Vaak kan men bij de praktijk in de leer gaan, die door ervaring, de beste en zekerste van alle wetenschappen, ook op zwaar besmette grond de soms smalle weg naar een preventieve bestrijding heeft gevonden. Waar dit niet lukte heeft men moeheid en daar blijkt de meest geschikte vruchtwisseling soms aanmerkelijk af te wijken van de thans gevolgde. Dit kan bepaalde percelen op een bedrijf, maar ook hele streken betreffen. Er zijn gebieden waar rode klaver, vlinderbloemigen in het algemeen, in verband met de nematoden ongeschikt zijn als voorvrucht voor aardappelen en andere belangrijke gewassen. Het kan nodig zijn om aardappelen na bieten te verbouwen, kunstweide na bepaalde hakvruchten te zaaien, maïs in volkstuinen en kwekerijen te introduceren, de teelt van landbouwgewassen in boomkwekerijbedrijven te mijden, en soms zelfs om monocultuur te bedrijven, dit alles op straffe van opbrengstverliezen, die afhankelijk van het gewas wel 30 tot 95 % van het normale kunnen bedragen. In de Noordoostpolder zijn het erwten en vlas die bij verbouw om de drie jaren een *Pratylenchus* onderdrukken die zich o.a. op tarwe vermeerdert. Zo zijn er verschillende gewassen die, elk op hun plaats, de grond van bepaalde nematoden schonen en daardoor een goede voorvrucht vormen. Een opmerkelijke plant is nog het bloemgewas Afrikaan, dat vele malen sterker dan enig ander land- of tuinbouwgewas de grond schoont van alle mogelijke *Pratylenchus*soorten, en wel in een mate dat het effect van braak overtroffen en dat van een grondontsmetting met nematiciden wordt benaderd, ook wat de groeiverbetering bij de volgende gewassen betreft. Dit doet verlangen naar inzicht in het mechanisme van deze „antibiotische" werking.

Het vruchtwisselingsmechanisme, voor zover het aaltjes betreft, blijkt zeer gedifferentieerd te zijn en hangt af van de grond en de plaatselijke toestand. De genoemde voorbeelden vormen nog slechts enkele tegels van het mozaïek. Minstens 70 verschillende aaltjes zijn

daarbij betrokken, zeker 30 daarvan zijn van praktisch belang. Aanscherping van bestaande teeltschema's is slechts mogelijk bij voldoende kennis van de aaltjes en de waardplanten en vraagt, uiteraard, een open oog voor alle andere factoren van de bedrijfsvoering. Men vaart hier licht van Scylla op Charybdis. Gedetailleerde aaltjesanalyses van grondmonsters als leidraad voor individuele adviezen, naar analogie van het bemestingsonderzoek, zijn hier onontbeerlijk. Van dit soort biologisch grondonderzoek, vooral ook het stelselmatig onderzoek van hele bedrijven naar de volledige nematodenbevolking, heb ik grote verwachting. Op bescheiden schaal is hieraan begonnen; aan cystenaaltjes was, in binnen- en buitenland, ook reeds vroeger gewerkt.

Er zijn nog enkele drastische vormen van vruchtwisseling te noemen, die ter bestrijding van nematoden effectief zijn. Ik denk hierbij aan het diepdelven van bloembollengrond, het verpotten van planten, en het verplaatsen van teelten naar andere bedrijven of streken. De vormende invloed van nematoden op het patroon van de landbouw is groot, juist door hun schade aan de hoofdgewassen en hun persistentie in de grond. Het is hier niet zelden de mens die moet buigen of wijken. Zij dwingen enge teeltschema's op, zij dringen hoofdgewassen terug en drijven teelten voor zich uit, zoals in ons land stengelaaltjes de uienteelt, *Pratylenchus*soorten de vruchtboomkwekerij en cystenaaltjes de bieten- en erwtenteelt drijven. Waar het niet lukt om een passende rotatie te vinden, kunnen zij teeltcentra doen verdwijnen. Met voorbijgaan van de recente tijd wil ik grijpen naar een pikant voorbeeld uit de Oudheid. In Ceram's „Goden, Graven en Geleerden" kan men lezen hoe de hoogontwikkelde Maya's in Midden-Amerika in de 7e eeuw na Christus, weloverwogen en georganiseerd hun prachtige steden verlieten om ze 400 km noordelijker weer net zo op te bouwen. Wie verder leest, dat de eenzijdige teelt van maïs de basis van hun bestaan en cultuur was en dat het voortdurend dalen van de opbrengst rondom de steden, en niet oorlog of ziekte, de verklaring voor deze vreemde migratie moet zijn, die denkt aan nematoden als een voor de hand liggende oorzaak, een conclusie die, ondanks het vrijwel ontbreken van nematodenfossielen in het algemeen, de archaeologie niet misstaat. In elk geval zou een eenzijdige teelt van maïs daar door aaltjesaantasting thans weinig kans van slagen hebben. Ik ben reeds tevreden als deze hypothese de bemestingsdeskundige, die hier uitputting van de grond veronderstelt, tot nadenken kan stemmen.

Naast vruchtwisseling zijn andere cultuurmaatregelen van belang die, als tegenhanger van aaltjesschade, het wortelstelsel en zijn functies bevorderen. Het uitschakelen van nematoden kan kunstmest doen sparen; omgekeerd zijn voorbeelden bekend dat goede bemesting, structuur en kalktoestand gewassen kunnen redden die

onder minder gunstige omstandigheden ernstig zouden lijden. Deze via de plant lopende interactie ligt voor de hand. Een waarschijnlijk meer direct verband tussen bemesting en nematoden blijkt uit de waarneming, dat stalmesttoediening de aantasting dóór en de vermeerdering vàn wortelaaltjes kan drukken; dit raakt het oude probleem van de bestrijding van plantenziekten met organische stof. Hierbij aansluitend kan de mogelijkheid van biologische bestrijding worden genoemd. Vijanden van nematoden zijn in grote vormenrijkdom aanwezig, zoals wormen, roofaaltjes, schimmels, amoeben en andere. Het tot nu toe verrichte onderzoek geeft inzicht in het mechanisme waardoor de grond van aaltjes wordt geschoond. Waarschijnlijk vindt dit saneringsproces onder normale omstandigheden reeds algemeen plaats. Of het door praktische ingreep merkbaar kan worden versneld, blijft voorlopig de vraag.

Veelbelovend is de mogelijkheid om althans de belangrijkste aaltjesproblemen, ook de juist herkende, door middel van de plantenveredeling te benaderen. Het snelle resultaat tegen het aardappelcystenaaltje is niet de enige aanmoediging. Er zijn tegen zeker 20 aaltjesproblemen, ten dele betrekking hebbende op polyfage wortelknobbelaaltjes en *Pratylenchus*soorten, resultaten gemeld. Er is hier behoefte aan meer fundamenteel onderzoek, maar ook thans zijn voor Nederland reeds een aantal omlijnde problemen te noemen, waar veredeling als mogelijkheid voor de hand ligt, met als inzet het behoud van de teelt vàn of een belangrijk opbrengstverschil bíj gewassen als aardappelen, granen, en wellicht ook gras en klaver. Bij de selectie van rassen moeten bepaalde, wijd verspreid aanwezige nematoden reeds lang invloed hebben uitgeoefend, vaak zonder dat de praktijk zich hiervan bewust is geweest.

Opvallend is bij de nematologie de sterke ontwikkeling in toegepaste richting, terwijl veel van het grondleggende werk nog moet worden gedaan. Dit betreft zowel de systematiek, de fysiologie als de verhouding van de aaltjes tot de plant en het overige milieu.

Het systematisch onderzoek heeft nog geen verzadigingspunt bereikt, zoals wellicht bij enige andere takken van de zoölogie. Het heeft zijn eigen problematiek door de dichte, gemengde populaties van kleine, vaak agame soorten en met als grootste probleem het feit, dat het merendeel, ook van de algemeen voorkomende soorten onbeschreven is. Uit grond en zoet water waren eind 1956 ongeveer 1800 soorten beschreven. In Nederland is hiervan bij een voorlopige inventarisatie ongeveer $^1/_5$ gedeelte, afkomstig uit een 85 geslachten, gecatalogiseerd. De beschreven soorten vormen slechts een zó klein deel van het werkelijke aantal, dat als regel genus-revisies noodzakelijk zijn en dan meer nieuwe dan bekende soorten opleveren; er zijn zelfs speculaties dat 99 % der soorten nog onbeschreven zijn. Wat

de plantenaaltjes betreft, kan hier voortgebouwd worden op het werk van o.a. De Man, Ritzema Bos, Cobb, Filipjev, Goodey, Steiner, Thorne, Chitwood, Taylor en Allen. Ook enkele handboeken zijn hiervoor beschikbaar [1] [2]).

Nematoden zijn veelcellige dieren met spieren en zenuwen, met gespecialiseerde organen voor voeding, uitscheiding en vermeerdering. Zij groeien en vervellen, zij bewegen en streven naar voedsel, partner en een gunstig milieu. Hun biologie biedt in principe verschillende aangrijpingspunten voor een bestrijding. Bij het desbetreffende fysiologisch onderzoek zal de nematologie wellicht kunnen steunen op de ervaringen van de hier verder gevorderde entomologie. Belangrijke fundamentele vragen betreffen ook o.a. de geleiding van aaltjes door wortelsecreten, verschillende mechanismen van de schade bij en de resistentie van aangetaste planten, de rol van nematoden als overbrengers van andere ziekten, en de wijze waarop de grondsoort, de grondbewerking en de bemesting invloed op de aaltjes uitoefenen.

Tenslotte moge ik nog wijzen op twee aspecten van het onderzoek, die niet met plantenziekten te maken hebben, maar die toch van nematologische zijde, in Nederland zowel als daarbuiten, enige aandacht krijgen. Het zijn de bestrijding van insekten en andere organismen met aaltjes en ook het onderzoek naar een eventuele positieve betekenis van niet-parasitaire nematoden voor de vruchtbaarheid van de grond.

Zeer gewaardeerde Toehoorders, in dit overzicht zijn enkele inzichten vermeld, die waarschijnlijk nog niet algemeen bekend waren. Zij zijn een produkt van deze tijd, en het is moeilijk te bepalen in hoeverre het doen en het denken van anderen hierbij van invloed is geweest. De sfeer in het raam der nematologie is levendig en stimulerend en men kan zich hieraan niet onttrekken. Ik ben allen, die bewust of onbewust tot mijn gedachtengang hebben bijgedragen, hiervoor dankbaar.

Mijne Heren Curatoren,

De Landbouwhogeschool is, voor zover mij bekend, op het vasteland van Europa de eerste instelling voor hoger onderwijs, waar de nematologie een plaats krijgt. Ik voel het als een eer, die mij grote verplichtingen oplegt, dat U mij bij Hare Majesteit de Koningin heeft willen voordragen voor benoeming tot lector in dit nieuwe vak. Het heeft mij verheugd dat U ermee instemt mijn lectoraat met

[1]) Filipjev, I. N. & Schuurmans Stekhoven, J. H. A manual of agricultural helminthology. Brill, Leiden, 1941: 878 p.

[2]) Goodey, T. Soil and freshwater nematodes. Methuen & Co. Ltd., London; John Miley & Sons, Inc., New York; 1951: 390 p.

onderzoekcapaciteit te bekleden; voor de realisering hiervan zal ik Uw medewerking nog verder nodig hebben en ik hoop daarbij op Uw welwillende belangstelling. Ik zal mij zeer inspannen om mijn taak naar behoren te vervullen.

Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren en Docenten,

De nematologie is een zoölogisch vak met fytopatologische inslag. Het toont verwantschap met de entomologie en de mycologie en het heeft banden met grond- en bemestingskunde, plantenteelt en nog andere vakken. Specialisatie geeft diepte aan het werk, maar brengt ook het gevaar voor een te smalle oriëntatie. Voor een juiste vervulling van mijn taak zal ik Uw raad en medewerking niet kunnen ontberen; van mijn kant zal ik U zeer gaarne waar mogelijk van dienst zijn. Een aantal Uwer hebben nog aan mijn opleiding meegewerkt; het is voor mij een grote eer thans in Uw kring te mogen verkeren en werken.

Hooggeleerde Roepke en Quanjer,

U, als mijn leermeesters, dank ik de grondslag en de richtlijn voor mijn werk. Gij zijt daarbij ook na mijn studie beiden nog betrokken geweest. Ik ben U daarvoor zeer erkentelijk, en ook voor de blijken van vriendschap die mijn gezin en ik zelf steeds van U en de Uwen mochten ontvangen.

Hooggeleerde Oort en De Wilde,

U, als de promotoren van de nematologie bij deze Hogeschool, hebt van den beginne af blijk gegeven van Uw daadwerkelijke belangstelling en ik heb U veel te danken. Het verheugt mij zeer, Hooggeleerde Oort, dat mijn vak onder Uw hoede in het Laboratorium voor Fytopatologie, een voor mij vertrouwde omgeving, zijn weg mag beginnen.

Zeergeleerde Briejèr,

Reeds vele jaren mocht ik onder Uw leiding bij de Plantenziektenkundige Dienst werken, en ik besef ten volle dat ik aan U de mogelijkheid tot ontplooiing van mijn werk en mijn vak dank. Dat U het mij mogelijk hebt gemaakt om mijn nematologisch onderzoek bij de P.D. voort te zetten en de daar aanwezige faciliteiten ook voor de Landbouwhogeschool te benutten, is voor mij van groot belang. Ik dank U voor alles wat Gij voor mij hebt gedaan en nog doet, en dóór U dank ik de collega's en medewerkers van de P.D., in het bijzonder hen die met mij aan de nematologie hun krachten wijden.

Zeergeleerde Ten Houten,

Op het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, dat onder Uw leiding staat, wordt uitstekend nematologisch werk verricht.

Dat bepaalde conclusies nog van de onze verschillen, is bij een jonge wetenschap zoals de nematologie begrijpelijk, en waarschijnlijk zelfs nuttig. Du choc des opinions jaillit la vérité, en de waarheid zal dan gewoonlijk wel in het midden liggen. Ik hoop, dat de Nederlandse nematologen in goede harmonie zullen streven naar de oplossing van de vele problemen die voor hen liggen.

Hooggeachte Dechering,

Onze nog jonge samenwerking vertoont goede perspectieven. Het enten van een nieuwe loot op een oudere tak, in dit geval de opbouw van het biologisch grondonderzoek in het raam van Uw Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, vraagt zorgvuldige overweging en vertrouwen in de toekomst. Maar wat men durft te bedenken moet men ook durven verwezenlijken, wil het waarde hebben. Onze poging ligt goed in de lijn van het streven naar produktieverhoging door technische perfectionering van de voorlichting. Ik stel mij voor ook in de toekomst naar vermogen te werken aan het verbreden van de grondslag voor dit soort advieswerk.

Mijne Heren van de Voorlichtingsdiensten, de Keuringsdiensten en de Buitendienst van de P.D.,

In Nederland heeft de onderzoeker die naar U toe werkt, de bijzondere medewerking van vele praktische deskundigen. Door U was het mogelijk om in weinig jaren een overzicht te verkrijgen van de toestanden en de verschijnselen die met het optreden van nematoden samenhangen. Ik dank U voor Uw medewerking en verheug mij er over, dat ik ook in de toekomst waarschijnlijk met velen Uwer contact zal blijven houden.

Dames en Heren Studenten,

Nematologie is een gespecialiseerd vak en slechts een beperkt aantal Uwer zal hiermee te maken krijgen. Zij die in september hiermee begonnen weten reeds, en anderen kunnen het ervaren, dat het benodigde inzicht, de techniek en de feitelijke basis niet zonder inspanning worden verkregen, maar ook dat het de moeite loont om met de natuur de strijd aan te binden om datgene, wat zij ons tracht te onthouden. De verantwoordelijkheid voor Uw opleiding in de nematologie voel ik als een voorrecht en niet als een last. Ik sta gaarne ter beschikking, waar dit voor U en Uw studie van betekenis kan zijn.

Ik heb gezegd en ik dank U voor Uw aandacht.