NN 08201 604

INTRODUCTIE EN VESTIGING VAN PLANTEPARASITAIRE AALTJES IN NIEUWE POLDERS, IN HET BIJZONDER VAN *TRICHODORUS TERES*

K. KUIPER

NN08201.684

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN

INTRODUCTIE EN VESTIGING VAN PLANTEPARASITAIRE AALTJES IN NIEUWE POLDERS, IN HET BIJZONDER VAN *TRICHODORUS TERES*

Dit proefschrift met stellingen van

KLAAS KUIPER

landbouwkundig ingenieur, geboren te Wognum op 23 december 1924, is goedgekeurd door de promotor, Dr. Ir. J. Dekker, hoogleraar in de Fytopathologie.

De Rector Magnificus van de Landbouwhogeschool,
J. P. H. VAN DER WANT

Wageningen, 4 januari 1977

632.651:632.92(492.66)

K. KUIPER

INTRODUCTIE EN VESTIGING VAN PLANTEPARASITAIRE AALTJES IN NIEUWE POLDERS, IN HET BIJZONDER VAN *TRICHODORUS TERES*

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWWETENSCHAPPEN,
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS,
DR. IR. J. P. H. VAN DER WANT,
HOOGLERAAR IN DE VIROLOGIE,
IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN OP
WOENSDAG 27 APRIL 1977
DES NAMIDDAGS TE VIER UUR IN DE AULA
VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN

H. VEENMAN & ZONEN B.V. – WAGENINGEN – 1977

Dit proefschrift verschijnt tevens als Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 77-4 (1977) (Communications Agricultural University Wageningen, The Netherlands) en Verslagen en Mededelingen Plantenziektenkundige Dienst Wageningen, Separate serie no. 555.

STELLINGEN

I

Bij het uitvoeren van grondverbeteringen dient men te bedenken dat bij een te ver gaande verschraling er problemen kunnen ontstaan die voortvloeien uit de aanwezigheid van *Trichodorus* spp.

II

De afwijkingen in de ontwikkeling van de penwortel van suikerbieten bij de teelt van dit gewas op onbewerkte (zero-tillage) zandgrond behoeft geen direct gevolg te zijn van grondverdichting.

BAKERMANS, W. A. P. en DE WIT, C. T. (1970). Neth. J. agric. Sci. **18**: 225–246.

III

De vatbaarheid van aardappelrassen voor kringerigheid dient niet aangegeven te worden als een gemiddelde van alle waarnemingen in landelijke proeven aangezien dan extremen in de berekening kunnen worden opgenomen die het gevolg zijn van een slechts plaatselijk voorkomen van bijzonder virulente stammen van het ratelvirus.

52e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1977.

IV

De unieke, fytosanitair gunstige toestand van nieuwe poldergronden kan met een gerichte voorlichting en aangepast beheer in nog grotere mate worden benut dan thans het geval is.

V

De veronderstelling dat de besmetting met aardappelcystenaaltje op Vancouver Island aan de westkust van Canada verband houdt met import van bloembollen uit Nederland, is vrijwel zeker onjuist en gaat voorbij aan andere mogelijkheden van introductie.

JONES, F. G. W. (1970). J. Roy. Soc. Arts: 179–199.

VI

De bijdrage van Vlaamse collega's aan het werk van de 'Commissie voor Nederlandse Namen van Planteziekten' van de Nederlandse Planteziektenkundige Vereniging dient te worden gestimuleerd opdat een belangrijk deel van de Nederlandse taal op dit terrein niet ongebruikt blijft.

VII

De mogelijke associatie met aal is onvoldoende reden om het gebruik van de benaming aaltje als Nederlands synoniem van nematode te vermijden.

SIMONS, W. R. (1973). Stelling II bij proefschrift (Meded. Landb. Hogesch. Wageningen 73-3).

VIII

Bij veranderingen in natuurlijke begroeiingen wordt te weinig rekening gehouden met mogelijke veroorzakers van ziekten en plagen.

IX

De bestaande distelverordeningen zijn enerzijds een te eenzijdige benadering van de problematiek waarop zij betrekking hebben en nopen anderzijds tot een gebruik van herbiciden op terreinen waar het in floristisch opzicht ongewenst is; mede daardoor wordt de toepassing van deze middelen voor noodzakelijke doeleinden in discrediet gebracht.

X

De voorlichting over te nemen maatregelen ter bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden, op grond van de huidige inzichten in de factoren die daarbij een rol spelen, zou beter overkomen indien in het studieprogramma van lagere, middelbare en hogere land- en tuinbouwscholen meer aandacht zou worden besteed aan gewasbescherming.

XI

De economische noodzaak het aantal gewassen dat op landbouwbedrijven wordt geteeld te beperken, kan een reël verlies van een deel van het natuurlijk produktievermogen van de grond betekenen; hiermede wordt bij rentabiliteitsberekeningen niet of in onvoldoende mate rekening gehouden.

XII

Om de teeltresultaten bij particulieren in overeenstemming te brengen met de verwachtingen gewekt door kleurrijke prijscouranten zal, bijvoorbeeld voor bijgoedgewassen, meer zorg dienen te worden besteed aan voorlichting en kwaliteitsbewaking.

Proefschrift K. KUIPER
Wageningen, 27 april 1977

Kennis is noodig om te voorzien en te voorkomen
(Staring's Almanak 1894)

VOORWOORD

Bij de voltooiing van dit proefschrift wil ik gaarne mijn dank betuigen aan degenen die op enigerlei wijze hulp en medewerking hebben verleend aan de totstandkoming ervan. Enkelen daarvan wil ik met name noemen.

Hooggeleerde Prof. Dekker, bij het samenstellen van dit proefschrift hebt U ruimschoots gedeeld in de lasten ervan. Uw belangstelling voor dit onderzoek en Uw suggesties zijn mij tot grote steun geweest en met veel genoegen denk ik aan deze periode van samenwerken terug.

Weledelzeergeleerde Oostenbrink, de periode waarin dit onderzoek plaats vond betrof nogmaals een spanne tijds waarin wij nauw samenwerkten. Voor de vrijheid die U mij hierbij liet om naar eigen inzicht en belangstelling te werken ben ik U zeer dankbaar.

Weledelzeergeleerde van Tiel, voor de mogelijkheid die U en Uw voorganger, Dr. Briejèr, als directeur van de Plantenziektenkundige Dienst mij hebben geboden dit onderzoek uit te voeren en dit proefschrift samen te stellen, ben ik U zeer erkentelijk. Hierbij wil ik tevens van harte collega's, medewerkers en -sters in binnen- en buitendienst, betrekken die op velerlei wijze met grote hulpvaardigheid en animo hun 'steentje' hebben bijgedragen.

Beste Hein Hoestra, jouw bereidheid om bij het vervaardigen van het manuscript de nodige kritische kanttekeningen te plaatsen is een waardevolle bijdrage waarvoor ik je van harte dank.

Beste Pieter Taconis, ik wil op deze plaats gaarne mijn erkentelijkheid betuigen voor de gastvrijheid die je mij hebt verschaft om in een rustige omgeving uit de veelheid van gegevens de bouwstenen voor deze publicatie te verzamelen.

Verder gaat mijn dank uit naar collega's buiten de Dienst, naar de medewerkers van de voorlichtingsdiensten, naar tuinders en landbouwers en naar anderen, met wie ik zowel individueel als in (commissie-) vergaderverband van gedachten heb mogen wisselen. Uw gastvrijheid en belangstelling zijn voor mij een belangrijk aspect van de sfeer waarin wij elkaar vele jaren ontmoetten. De financiële bijdrage voor sommige onderdelen van het veldonderzoek moge daarbij niet ongenoemd blijven.

Tenslotte, vanwege de chronologische volgorde, dank ik degenen die hun bijdrage hebben geleverd aan de verzorging van deze publicatie.

INHOUD

1. INLEIDING 1
1.1. Algemeen 1
1.2. Voorgeschiedenis 1
1.2.1. Noordoostpolder 1
1.2.2. Wieringermeer 4
1.2.3. Oostelijk Flevoland 4
1.2.4. Overige gebieden 4
1.3. Doel van het onderzoek 5

2. METHODIEK 6
2.1. Algemeen 6
2.2. Onderzoek van grond op aanwezigheid van *Trichodorus teres* 7
2.2.1. Monstername 7
2.2.2. Transport 8
2.2.3. Behandeling op het laboratorium 8
2.3. Veldproeven 9
2.4. Kasproeven 10
2.5. Gebruikte afkortingen en symbolen 10

3. BINNENKOMEN EN VESTIGING 11
3.1. Inleiding 11
3.2. Introductie 11
3.2.1. Plantgoed en zaaizaad 11
3.2.2. Transportmiddelen 15
3.2.3. Fust e.d. 15
3.2.4. Dieren 15
3.2.5. Wind 17
3.2.6. Conclusie 19
3.3. Vestiging en opbouw van populaties 20
3.3.1. Vermeerderingswijze van de aaltjes 20
3.3.2. Aanwezigheid van waardplanten 20
3.3.3. Grondsoort 21
3.3.4. Opbouw van aaltjespopulaties tot een schadelijk niveau 23
3.3.4.1. Boomkwekerij 23
3.3.4.2. Aanplant van bos of windsingel 24
3.3.4.3. Volkstuinen 26
3.3.4.4. Proefvelden 26
3.3.5. Gevolgen voor het bouwplan 33
3.3.5.1. Inleiding 33
3.3.5.2. *Heterodera*-soorten 35
3.3.5.3. *Meloidogyne*-soorten 37
3.3.5.4. *Ditylenchus*-soorten 38
3.3.5.5. *Pratylenchus*-soorten 39
3.3.5.6. *Hemicycliophora*-soorten 40
3.3.6. Conclusie 48

4. *TRICHODORUS TERES* 50
4.1. Inleiding 50
4.2. Identiteit en ontwikkelingscyclus 53
4.2.1. Morphologische waarnemingen 53

4.2.2. Ontwikkelingscyclus 55
4.3. Aard en symptomen van aantasting 56
4.4. Invloed van de bodem op de populatiegrootte en activiteit 61
4.4.1. Relatie tussen de samenstelling en structuur van de grond en aantasting van het gewas 61
4.4.2. Mobiliteit van *T. teres* in de grond 68
4.4.3. Nadere analyse van het verband tussen de granulaire samenstelling en structuur van de grond en het voorkomen van *T. teres* 72
4.4.4. Conclusie 83
4.5. Invloed van het gewas op de populatiegrootte 84
4.5.1. Algemeen 84
4.5.2. De invloed van gewassen in veldproeven 85
4.5.3. Fluctuaties in populatiegrootte bij de teelt van zomertarwe en gras in twee opeenvolgende jaren 87
4.5.4. Invloed van gewassen op het optreden van ratelvirus 89
4.5.5. Conclusie 92
4.6. Invloed van bemesting op de populatiegrootte en activiteit 92
4.6.1. Algemeen 92
4.6.2. Invloed van minerale bemesting 93
4.6.3. Invloed van organische mest 94
4.6.4. Conclusie 98
4.7. Invloed van grondbewerking op de populatiegrootte en activiteit 99
4.7.1. Algemeen 99
4.7.2. Waarnemingen over de invloed van grondbewerkingen op het optreden van *T. teres* 100
4.7.3. Conclusie 101
4.8. Schade 102
4.8.1. Algemeen 102
4.8.2. Suikerbieten en enkele andere wortelgewassen 102
4.8.3. Aardappelen 104
4.8.4. Granen 105
4.8.5. Uien 106
4.8.6. Grassen 107
4.8.7. Overige gewassen 110
4.8.8. Conclusie 112
4.9. Bestrijding 113
4.9.1. Algemeen 113
4.9.2. Grondontsmetting 113
4.9.3. Grondverzwaring 119
4.9.4. Conclusie 122

5. SAMENVATTING 124

6. SUMMARY 128

7. LITERATUUR 132

1. INLEIDING

1.1. ALGEMEEN

De inpoldering van de Wieringermeer, de Noordoostpolder (N.O.P.) en Oostelijk Flevoland opende de mogelijkheid om na te gaan op welke wijze en hoe snel planten en dieren zich in een nieuw gebied kunnen vestigen en vermeerderen en welke factoren hierbij van betekenis zijn.

Hierover is op uitgebreide schaal onderzoek verricht (FEEKES 1936, FEEKES & BAKKER 1954, MOOK & HAECK 1965, HAECK 1969, VAN DOBBEN 1969) en dit wordt in Oostelijk en Zuidelijk Flevoland en in de Lauwerszeepolder voortgezet (MOOK 1971, HAECK 1971, VAN DOBBEN 1971, VAN DOBBEN & WOLDENDORP 1972, JOENJE 1972).

Reeds tijdens de ontginningsperiode blijken verschillende (on)kruiden en pathogenen hun intrede te hebben gedaan. Dit betreffen voornamelijk plantensoorten die door de wind verspreid worden terwijl daarnaast allerlei soorten door water of door vogels kunnen worden aangevoerd. Ook de wijdverbreide infectie van tarwe door de tarwehalmdoder (*Ophiobolus graminis* Sacc.) die juist in nieuwe polders ernstige schade in graangewassen kan veroorzaken, vindt voornamelijk plaats door met de wind verspreide ascosporen (GERLAGH 1968).

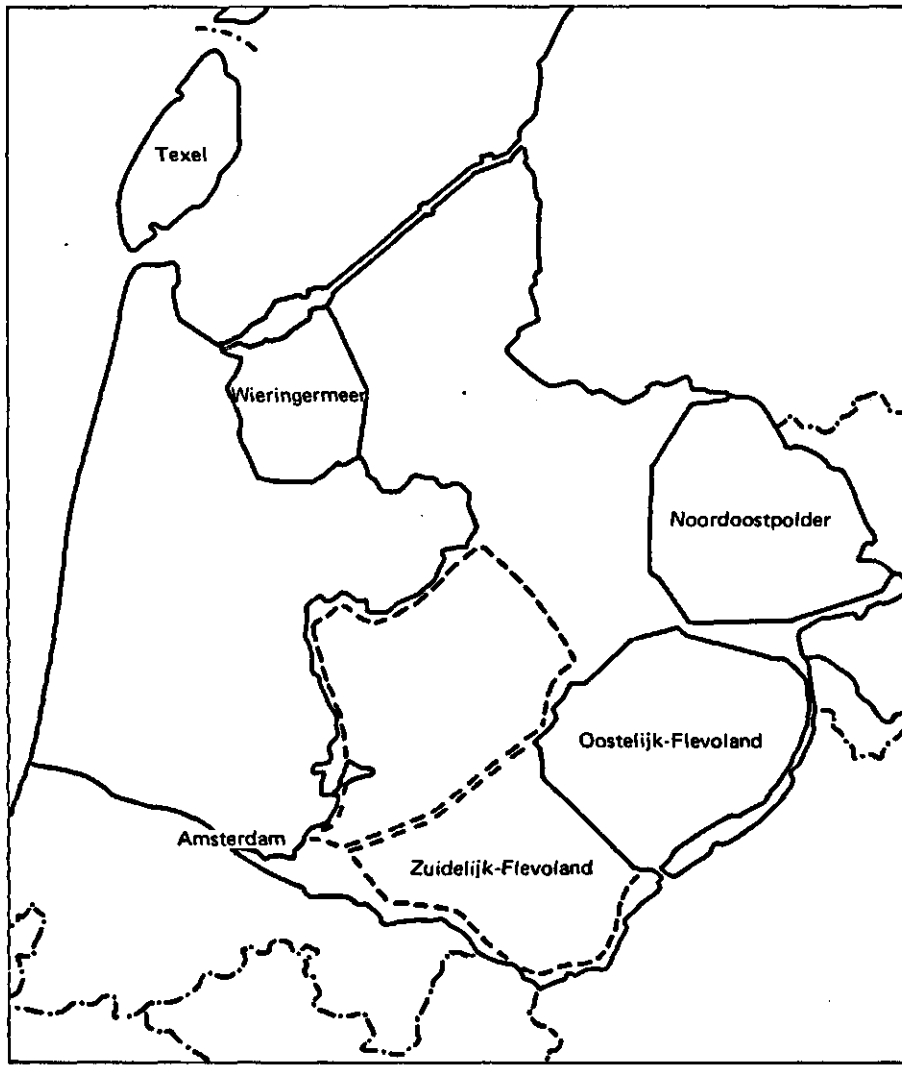
Een minder snelle verspreiding was te verwachten van plantepathogenen die gewoonlijk in sterke mate aan de grond gebonden zijn zoals de meeste planteparasitaire nematoden. Het was dan ook een onverwachte en onaangename verrassing dat in de nieuwe polders ook deze organismen reeds kort na ingebruikneming ernstige schade in sommige gewassen bleken te kunnen veroorzaken. Dit maakte veldonderzoek, en daarop aansluitend veld- en laboratoriumproeven noodzakelijk.

1.2. VOORGESCHIEDENIS

1.2.1. *Noordoostpolder*

In 1957 werden op een aantal tuinbouwbedrijven in de omgeving van Ens in enkele gewassen op zandgrond ernstige afwijkingen waargenomen. Deze traden in grillige plekken op; het loof stierf voortijdig af en de opbrengst en kwaliteit lieten veel te wensen over. De verschijnselen traden aanvankelijk voornamelijk op in de gewassen iris, gladiool en peen. Het optreden van deze afwijkingen op nog nauwelijks beteelde gronden wekte veel onrust omdat de ervaring tot dusverre had geleerd dat het gewoonlijk mogelijk is in nieuwe polders gedurende een reeks van jaren goede gewassen te telen, zelfs zonder vruchtwisseling (MEYERS 1955).

Ter bestudering van deze problemen is door het Landbouwschap in 1958 de



Situatiekaart van de onderzochte gebieden.

Contactcommissie Bodemmoeheid in het leven geroepen waarin de Plantenziektenkundige Dienst, de Directie van de Wieringermeer (tegenwoordig Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders), de Gewestelijke Raad voor de IJsselmeerpolders van het Landbouwschap en het Rijkstuinbouwconsulentschap voor de IJsselmeerpolders waren vertegenwoordigd. In 1960 kwam deze Commissie te ressorteren onder het Onderzoekcentrum voor de IJsselmeerpolders, waardoor ook de Landbouwvoorlichtingsdienst bij het werk van de Commissie werd betrokken.

In overeenstemming met eerdere onderzoekingen (OOSTENBRINK, S'JACOB & KUIPER 1956) werden bekende planteparasitaire aaltjes van het 'oude' land (*Pratylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp., *Rotylenchus* sp.) niet of in nog relatief geringe aantallen aangetroffen.

Daarentegen bleken enkele vertegenwoordigers van het geslacht *Hemicycliophora* en een nog niet beschreven *Trichodorus* sp., die men buiten de nieuwe polders doorgaans slechts incidenteel of in geringe aantallen aantreft, in sterke mate voor te komen. Bij het veldonderzoek werd een duidelijk verband gevonden tussen de aaltjespopulatie in de grond en de afwijkingen in de groei van genoemde gewassen en later ook in schorseneren, kroten, uien en witlof.

Het onderzoek onder auspiciën van de bovengenoemde Commissie heeft dan ook vrijwel vanaf het begin overwegend in het teken van het aaltjesonderzoek gestaan. Naast *Hemicycliophora* spp. en *Trichodorus* sp. verschenen later ook andere planteparasitaire aaltjes, bekend van tuinbouwgronden op het 'oude' land, zoals wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.) in diverse gewassen (*M. arenaria* in kassen en *M. hapla* zowel buiten als in kassen), *Rotylenchus robustus* in peen en *Ditylenchus destructor* in iris.

In verband met de aanwezigheid van *Trichodorus*-aaltjes waarvan bekend is dat zij ratelvirus (nicotianavirus-5) kunnen overbrengen, vroeg ook het probleem van verspreiding van dit virus in tulp en gladiool ('kartelblad') aandacht.

Ook in zandgronden van landbouwbedrijven in de omgeving van Ens kwamen planteparasitaire aaltjes voor; aanvankelijk vooral *Hemicycliophora* spp. en in mindere mate *Trichodorus* sp. Deze gronden zijn voornamelijk in gebruik als grasland. Dit wordt wel gescheurd, om na de teelt van land- of tuinbouwgewassen (aardappelen, bieten, peen, iris, gladiool, tulp) weer te worden ingezaaid met gras. In deze tuinbouwgewassen op gescheurd grasland zijn dezelfde afwijkingen als op naburige tuinbouwbedrijven waargenomen. Bij de landbouwgewassen bleef de schade vrijwel beperkt tot bieten.

In 1960 en 1961 werden ook op zandgrond in het westen van de polder voor het eerst afwijkingen geconstateerd in landbouwgewassen (suikerbieten, aardappelen, uien). Omdat bleek dat dezelfde aaltjes in het spel waren als bij slecht groeiende aardappelen en suikerbieten in de Wieringermeer, waarvoor reeds een onderzoek op gang gebracht was, is dit onderzoek in beide polders gecoördineerd.

1.2.2. *Wieringermeer*

De eerste meldingen van planteparasitaire aaltjes in de Wieringermeer betreffen stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) bij aardappelen (ANONYMUS 1946) en havercystenaaltjes (*Heterodera avenae*) bij haver (DIJKEMA 1947). Daarna deden zich vooral problemen voor bij de teelt van mais op lichte gronden waarvoor geen oorzaak was aan te geven. Later trad op deze gronden in toenemende mate schade op in aardappelen en bieten.

Het probleem in de aardappelen was reeds bekend van Texel waar de eerste gevallen in 1943 werden gesignaleerd door H. van Groeningen, assistent bij de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst. Vergeefs heeft men toen getracht een oorzaak voor de afwijkingen op te sporen en sindsdien staat het verschijnsel als T-ziekte bekend. In latere jaren zijn de verschijnselen ook elders (Anna Paulowna-polder, Koegras, Breezand, Wieringermeer) waargenomen.

Onder auspiciën van de Rijkslandbouwconsulent te Schagen is sinds 1956 wederom het onderzoek naar de mogelijke oorzaken ter hand genomen door medewerkers van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (I.B.), Proefstation voor Akker- en Weidebouw (P.A.W.), Plantenziektenkundige Dienst (P.D.), Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.), Instituut voor Rationele Suikerproduktie (I.R.S.), Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst (R.L.V.D.) en de Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting in de Wieringermeer.

Tot 1961 zijn daarbij geen aanknopingspunten naar voren gekomen doch wel konden verschillende mogelijkheden worden geëlimineerd. In dat jaar werd er bij bieten een duidelijk verband gevonden tussen de stand van het gewas, de afwijkingen in de penwortel en de populatie in de grond van *Trichodorus teres* (syn. *T. flevensis*) (KUIPER & OOSTENBRINK 1962, KUIPER & LOOF 1962). Het verdere onderzoek in samenwerking met de R.L.V.D., de Ver. voor Bedrijfsvoorlichting, I.B. (BOEKEL 1961, CREMER 1965), R. L. C. voor Bodem en Bemesting (KOOPMANS 1966) en de Stichting voor Bodemkartering (DE SMET & VAN SOESBERGEN 1968) heeft zich hierop nadien met succes gericht.

1.2.3. *Oostelijk Flevoland*

Bij het onderzoek verricht in Oostelijk Flevoland, waarvan de ontginning in 1957 is aangevangen, is dankzij de medewerking van de Wetenschappelijke Afdeling en de Afdeling Bebossing en Beplanting van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, een belangwekkende reeks gegevens verkregen over verspreiding van planteparasitaire aaltjes in het algemeen en de vestiging van deze aaltjes in een dergelijk gebied in het bijzonder.

1.2.4. *Overige gebieden*

Tenslotte zijn er ook waarnemingen verricht buiten de genoemde polders, zoals in de Horstermeer en in de Braakman, waar bij slechte groei van gewassen waarvoor men aanvankelijk geen oorzaak kon vaststellen, aaltjesaantasting werd vermoed. Daar traden op overeenkomstige lichte zandgrond dezelfde problemen op, veroorzaakt door *Trichodorus* spp., voornamelijk *T. teres*, als in de Wieringermeer.

1.3. Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek was inzicht te verkrijgen in de wijze waarop planteparasitaire aaltjes de nieuwe polders binnenkomen, en de factoren op te sporen die op hun vestiging en gedrag van invloed zijn.

Om dit doel te kunnen bereiken bleek een studie naar het voorkomen van *Hemicycliophora* spp. en *Trichodorus* sp. in de lichtere gronden en de door deze organismen veroorzaakte schade noodzakelijk te zijn, gezien de omstandigheid dat deze aaltjes voordien als planteparasiet onbekend waren.

De grote problemen, die het onverwacht snelle optreden van deze aaltjes met zich meebracht, maakten het gewenst om in uitgebreide meerjarige veldproeven na te gaan welke praktische mogelijkheden er zijn om schade te voorkomen of het risico te beperken. Enkele onderdelen van dit onderzoek zijn reeds eerder gepubliceerd, terwijl de gegevens die voor de praktijk van belang geacht werden, via de voorlichtingsdiensten hun weg naar de belanghebbenden gevonden hebben.

2. METHODIEK

2.1. ALGEMEEN

Bij het verzamelen van aaltjes uit grond- en wortelmonsters is in het algemeen de werkwijze toegepast zoals die is beschreven door OOSTENBRINK (1960). Dit heeft bij het onderzoek geen moeilijkheden opgeleverd behalve bij *T. teres* en bij de wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla* en *M. naasi*). Bij deze wortelknobbelaaltjes bleek het grondonderzoek gedurende de zomermaanden onbetrouwbaar aangezien tijdens de groei van waardplantgewassen weinig of geen actieve larven in de grond aanwezig zijn. Het wortelonderzoek kan dan wel aanknopingspunten voor de diagnose leveren waarbij zo nodig gebruik gemaakt is van kleuring met katoenblauw en lactophenol (GOODEY 1963) en van de mixer-wattenfiltermethode (STEMERDING 1964). Ook wanneer er geen gewas groeit, zijn de resultaten van het grondonderzoek ten aanzien van deze aaltjes zeer wisselvallig en weinig betrouwbaar omdat de populatie dan grotendeels in de vorm van inactieve eieren aanwezig is (COOLEN, GOORIS & D'HERDE 1969).

Grond- en plantmonsters genomen in gewassen zijn steeds direct of op zeer korte termijn op het laboratorium onderzocht. De grondmonsters van proefvelden zijn, tenzij anders vermeld, steeds in het najaar genomen. Deze monsters zijn bij $\pm$ 5°C bewaard, in het algemeen niet langer dan 3 maanden. Een ongunstige invloed hiervan op de resultaten van het onderzoek is niet gebleken.

De afdeling Mycologie van de P.D. verleende medewerking bij het onderzoek naar mycologische facetten bij de afwijkingen in de gewassen. In verband met een mogelijke relatie, met name bij de afwijkingen in aardappelen, is aandacht besteed aan de aanwezigheid van *Verticillium nubilum* Pethybr. (PITT et al. 1965). Ten behoeve van de isolatie van deze schimmel werd informatie en materiaal ontvangen van Mrs. M. Nobel, Edinburgh.

De grond- en gewasmonsters verzameld bij het veldonderzoek en afkomstig van proefvelden zijn regelmatig getoetst op de aanwezigheid van grondvirussen, met name van tabaksratelvirus en vroege verbruiningsvirus. In grondmonsters is steeds tabak (White Burley) als vangplant gebruikt die daartoe 4–6 weken in de grond groeide. Het overbrengen van wortelsap op de toetsplanten (tabak, White Burley, en stamboon, Bataaf & Dubbele witte zonder draad) geschiedde op de gebruikelijke wijze waarbij slechts incidenteel gebruik is gemaakt van een fosfaat-buffer. Bij de beoordeling van de proefresultaten is samengewerkt met Mej. M. C. Cremer (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse) vooral wat bloembollen (tulp, gladiool) betreft en met Dr. H. A. van Hoof (I.P.O.) en met medewerkers van de Plantenziektenkundige Dienst.

De bewaring van de grondmonsters afkomstig van de proefvelden bleek doorgaans geen nadelige invloed te hebben op de mogelijkheid ratel- of vroege verbruiningsvirus aan te tonen. Zelfs na 14 maanden bewaring van overge-

bleven monsters grond bleek weliswaar de populatie van *T. teres* te zijn gedaald, vooral van juveniele aaltjes, doch het ratelvirus werd in 3 van de 8 monsters nog aangetroffen.

Het granulometrisch en fysisch grondonderzoek is verricht op het I.B. te Groningen (Haren) en het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek. Het laboratorium van de Landbouwkundige Afdeling van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders te Kampen verrichtte onderzoek naar de invloed van grondontsmetting op de stikstofhuishouding van de grond. Het laboratorium van de afdeling Algemene Fytopathologie van de P.D. verrichtte een bepaling van het zoutgehalte van een aantal reeksen grondmonsters, verzameld bij een laagsgewijze bemonstering van de bouwvoor om de mogelijke invloed van deze factor op de afwijkende beworteling met name bij bieten (GLIEMEROTH 1955) na te gaan.

2.2. ONDERZOEK VAN GROND OP DE AANWEZIGHEID VAN *Trichodorus teres*

Bijzondere moeilijkheden werden aanvankelijk ondervonden bij het onderzoek van grond op de aanwezigheid van *T. teres*. De gebruikelijke werkwijze bij het verzamelen en verwerken van grondmonsters blijkt een ongunstige invloed te hebben op de beweeglijkheid van deze aaltjes (BOR & KUIPER 1966). Aangezien het verzamelen van aaltjes uit de grond bij de gebruikte techniek mede op activiteit berust, leverde het onderzoek aanvankelijk te lage waarden op. Sinds 1961 zijn in gevallen waarbij deze aaltjes mogelijk betrokken zijn, een aantal voorzorgen in acht genomen.

2.2.1. *Monstername*

De monstername met een boor van een diameter van 1 of 2 cm werd vervangen door het nemen van het monster met een dunwandige plastic of metalen koker zoals bijvoorbeeld een conservenblik van 10 cm doorsnede en 12 cm hoogte (= ongeveer één liter grond). Deze werd daartoe in de grond gedrukt en met de grond erin in een plastic zak meegenomen. Op deze wijze werd steeds het hoogste aantal aaltjes verkregen en aanzienlijk meer dan met de gebruikelijke grondmonsterboor (Fig. 1). Deze wijze van bemonsteren is regelmatig toegepast in gewassen, vooral aan het begin van het groeiseizoen wanneer groeiverschillen zich juist beginnen af te tekenen. Door bij een aantal reeksen van representatieve planten de grond op deze wijze te bemonsteren, werd een betrouwbare vergelijking mogelijk tussen de ontwikkeling van het gewas en de populatie van *T. teres* in de grond. Al naar de aard van de verdere informatie die werd gewenst, zijn blikken en bakken van verschillende afmetingen gebruikt.

Bij bemonstering van proefvelden omvatte het grondmonster een aantal steken grond verzameld met een halfcilindervormige boor met een diameter van 8 cm. In verband met de aanwezigheid van *T. teres* in de ondergrond

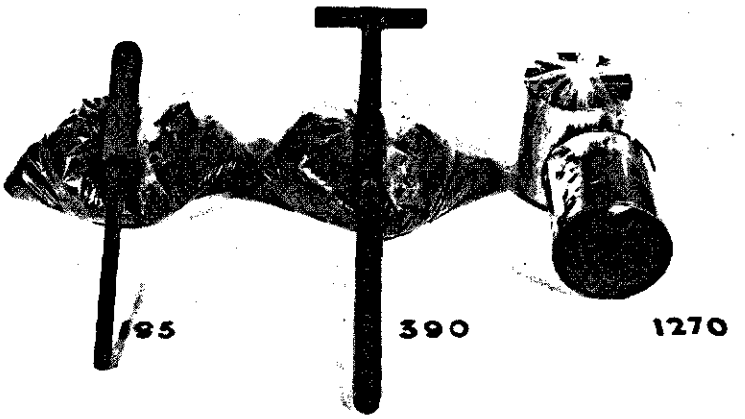


FIG. 1. Het aantal *T. teres* geëxtraheerd uit 500 ml grond van monsters die op verschillende wijze zijn genomen.

(HIJINK & KUIPER 1966) is zonodig behalve de bouwvoor (0–20 à 25 cm) ook de ondergrond (20 à 25–40 à 45 cm) afzonderlijk bemonsterd.

2.2.2. *Transport*

Verzending van grondmonsters op een gebruikelijke wijze, bijvoorbeeld in een grondmonsterzak per post, geeft doorgaans een aanzienlijk lager aantal exemplaren van *T. teres* dan bij zorgvuldiger vervoer (BOR & KUIPER 1966). Verzending leverde geen bezwaar op wanneer het monster een geheel gevuld blik omvatte. Bij een regelmatig terugkerende bemonstering van bijvoorbeeld proefplekken, is deze wijze van transport toegepast.

In het algemeen heeft het vervoer plaats gevonden met auto's direct naar het laboratorium waarbij aan de behandeling van de monsters de nodige zorg werd besteed ('brancard'-monsters). Monsters bestaande uit een aantal steken grond waarbij verstoring gemakkelijk optreedt, zijn ook voor dit transport stevig verpakt in een doos of kist. Dit betreffen voornamelijk monsters verzameld bij oriënterend veldonderzoek waarbij met een verplantschopje of spade per monster 1–5 planten met omringende grond werden genomen en monsters die bij een dieptebemonstering zijn genomen met troffels uit de wand van de gegraven profielkuil of monsters afkomstig van proefvelden.

2.2.3. *Behandeling op het laboratorium*

Het zeven en mengen van het grondmonster is achterwege gelaten aangezien ook dit een ongunstige invloed op de resultaten van het onderzoek t.a.v. deze aaltjes kan hebben. Er werd naar een zo representatief mogelijk monster gestreefd door de grond gelijkmatig uit te spreiden in een ongeveer 3 cm dikke

laag en willekeurig doch gelijkmatig verspreid met een lepel 15–20 kleine porties (ieder 25–35 ml) te nemen en samen te voegen tot een monster van 500 ml dat daarna werd opgespoeld. Bij deze werkwijze gaf het gemiddelde een middelbare afwijking van ongeveer 10% bij een populatie van *T. teres* in de grond van ± 380 exemplaren per 500 ml. Het lage gehalte aan organische stof en afslibbare delen van deze grond gaf ook bij deze grotere hoeveelheid grond (gebruikelijk is 100 ml) slechts een relatief geringe hoeveelheid hiervan op het filter (fabrikaat N.V. Brocades – Stheeman & Pharmacia, Nijmegen). Een storende invloed op de resultaten van het grondonderzoek is niet waargenomen.

2.3. Veldproeven

In de veldproeven was het om praktische redenen meestal niet mogelijk de invloed van enkelvoudige factoren na te gaan en moest een keuze gemaakt worden uit verschillende combinaties zoals vruchtwisseling, bemesting en ontsmetting, waarbij andere factoren zo gelijk mogelijk werden gehouden. Verschillen door bijvoorbeeld bemesting zijn zoveel mogelijk gecompenseerd of tot ondergeschikte betekenis teruggebracht.

Bij de keuze van de ligging van de proefvelden is steeds gebruik gemaakt van een zo egaal mogelijk gedeelte in een aangetast gewas waarbinnen bij bemonstering de betreffende aaltjespopulatie gelijkmatig aanwezig bleek. Van ieder veldje is, afhankelijk van de grootte van de veldjes, steeds de binnenste 1 à 6 m² voor bemonstering gebruikt. Onder deze omstandigheden bleken 5 à 6 steken per monster een nog hanteerbare hoeveelheid grond te leveren (± 4 kg) zonder een te grote variatie in aantallen exemplaren van *T. teres*. De variatiecoëfficiënt, 15,6% van het proefgemiddelde, is van dezelfde grootte als is gevonden in veldproeven met andere aaltjes waar deze gemiddeld 15,2% bedroeg, variërend van 9,0–20,0%.

In de veldproeven is uitgegaan van eenvoudige proefveldschema's (Oostenbrink 1959) waarbij variaties zijn toegepast verband houdend met het doel van de proef en afhankelijk van de beschikbare oppervlakte. In het algemeen is bij de keuze van zaaizaad of pootgoed, de bemesting en verdere verzorging van de gewassen uitgegaan van de praktische ervaring van de teler en overleg gepleegd met de voorlichtingsdienst.

Grondontsmetting is aanvankelijk uitgevoerd met de handinjector (type Shell), later met een ploeg- of een kouterinjector. Beide laatstgenoemde machines zijn vooral gebruikt bij de aanleg van grotere proefvelden.

In vele tabellen van veldproeven zijn de opbrengsten gegeven in procenten van een standaard (b.v. onbehandeld); de opbrengst van de betreffende standaard is daarbij in kg per 10 m² vermeld. Doorgaans is ook van deze oppervlakte de opbrengst bepaald. Bij sommige gewassen (zoals aardappel en suikerbiet), is deze groter geweest terwijl bij gewassen als peen een kleinere oppervlakte is geoogst. Voor de tabellen is de opbrengst op 10 m² omgerekend, hetgeen dan tevens de opbrengst in ton/ha aangeeft zoals in de praktijk door-

gaans gebruikelijk is. Bij herhaling van een proef op een bepaald perceel gedurende enkele jaren traden de bekende fluctuaties in de omvang van de schade in de gewassen op (OOSTENBRINK 1961). Gezien de verschillen in de ontwikkeling van het gewas die bij dit onderzoek van belang waren, was dit evenwel slechts in beperkte mate storend.

2.4. KASPROEVEN

De meeste kasproeven zijn uitgevoerd in plastic emmers (6 of 8 l) of potten (± één l) in licht tot matig verwarmde kassen of buiten onder glas. Zo nodig werd met hogedruk kwiklampen belicht. Indien afwijkende materialen zijn gebruikt is dit bij de betreffende proef beschreven. Er is bemest door per liter grond 20 ml te geven van een oplossing die 25 gram $N_{12}P_{10}K_{18}$ per liter water bevatte.

2.5. GEBRUIKTE AFKORTINGEN EN SYMBOLEN

De volgende afkortingen zijn regelmatig gebruikt:

DD = 1,3 – dichloorpropeen in een handelsprodukt met 660 g/l.
P = *Pratylenchus*; indien niet anders vermeld voornamelijk *P. neglectus* (= *P. minyus*).
Pa = *Paratylenchus* spp.
T = *Tylenchorhynchus*; indien niet anders vermeld voornamelijk *T. dubius*
R = *Rotylenchus* sp. / *Helicotylenchus* sp.
Hl = *Heterodera*-larven
Ml = *Meloidogyne*-larven
Tr = *Trichodorus*-spp.
He = *Hemicycliophora*-spp.
Cr = *Criconemoides*-spp.
O = Overige Tylenchida
S = Saprofage aaltjes
\+ = enkele exemplaren in concentraat van betreffende aaltjessuspensie of gemiddeld minder dan 1 exemplaar per bepaling.
. = niet aangetroffen

3. BINNENKOMEN EN VESTIGING

3.1. INLEIDING

Bij het optreden van planteparasitaire aaltjes bij verschillende gewassen in de polders is de vraag gerezen hoe deze aaltjes zo snel de nieuwe polders kunnen zijn binnengekomen. Hiervoor zijn waarnemingen verricht in Oostelijk Flevoland. In pas drooggevallen grond zijn slechts brak- en zoetwateraaltjes aangetroffen; naar planteparasitaire aaltjes is tevergeefs gezocht. Deze afwezigheid van planteparasitaire aaltjes is niet een vanzelfsprekende zaak. Zo werden bietecystenaaltjes (*H. schachtii*) bijvoorbeeld aangetroffen in bagger uit de haven van Rotterdam. Verschillende soorten planteparasitaire aaltjes zijn ook gevonden in water dat in sloten en vaarten en door beken en rivieren wordt afgevoerd. In de grond en wortels van planten van slootkanten, uiterwaarden of schorren en in verschillende natuurlijke biotopen waarbij ook die van pioniersgezelschappen, zijn planteparasitaire aaltjes aangetroffen (BOR & 'S JACOB 1966, LOOF 1968 e.a.).

Bij een oriënterend onderzoek in september 1959 op verschillende begroeide plaatsen in en grenzend aan de polder Oostelijk Flevoland bleek op een tweetal plaatsen reeds een aantoonbare besmetting van planteparasitaire aaltjes aanwezig te zijn. Bij Lelystad werden *Pratylenchus penetrans* en *Paratylenchus* spp. in grond met gras bij een opslagplaats van rijshout en in grond van een particuliere tuin met een duiventil aangetroffen. In het laatste geval kwam ook *Tylenchorhynchus dubius* voor. Van een drietal grondmonsters genomen op een volkstuincomplex bij Roggebotsluis bleek alleen het monster genomen bij planten die met wortelkluit zijn overgebracht (bessestruiken, chrysanten) duidelijk besmet met wortelaaltjes, nl. *Pratylenchus* (*P. penetrans*, *P. crenatus*, *P. neglectus*), *Tylenchorhynchus* (*T. dubius*, *T. ornatus*), *Rotylenchus robustus*, *Paratylenchus* sp. en *Hemicycliophora* juv. In andere monsters genomen op begroeide plaatsen in dit gebied (riet, lisdodde, gras, witte klaver, granen en aardappel) werden nog geen planteparasitaire aaltjes aangetroffen.

3.2. INTRODUCTIE

De gegevens die tijdens het onderzoek zijn verkregen over de verschillende manieren waarop planteparasitaire aaltjes de nieuwe polders binnen komen, zijn in de volgende paragrafen samengevat.

3.2.1. *Plantgoed en zaaizaad*

In het voorjaar en de zomer van 1960 is de onder 3.1. genoemde infectie bij Roggebotsluis nader bekeken. Wederom bleken de planten, aangevoerd met aanhangende grond van buiten de polder, de bron van besmetting (tabel 1). In

TABEL 1. Gemiddeld aantal aaltjes in 100 ml grond van monsters verzameld bij gewassen op volkstuinen nabij Roggebotsluis in mei en juli 1960

Tuin	Gewas	Aaltjespopulatie									
		P	Pa	T	R	Hl	Ml	Tr	Cr	O	S
1	a. bessestruiken	135	215	20	20	.	.	30	.	80	1.570
	b. vaste planten	65	815	210	100	35	30	75	20	20	3.920
2	a. zwarte bessen	650	100	255	40	.	.	.	.	160	3.835
	b. groenten, naast a	10	150	50	.	.	.	.	.	50	1.675
	c. groenten, verder weg	.	+	.	.	.	.	.	.	5	2.380
3	a. rode bessen	200	45	10	15	.	.	.	.	45	1.215
	b. groenten	.	.	.	.	.	.	.	.	130	1.680
	c. aardbeien	.	.	.	.	.	.	.	.	45	1.420
	d. vaste planten	110	335	375	10	5	935	5	5	35	2.650
	e. vaste planten	30	165	170	45	10	20	.	15	65	2.420

Betekenis van de gebruikte afkortingen is aangegeven in 2.5.

de grond bij de vaste planten werden larven van het klavercystenaaltje (*Heterodera trifolii*) en van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*) aangetroffen.

Uit deze gegevens blijkt dat bij gewassen die ter plaatse uit zaad zijn opgekweekt nog geen planteparasitaire aaltjes zijn aangetroffen. Bij deze bemonstering is dat eveneens niet het geval bij aardbeien hoewel deze planten en aanhangende grond meestal in meer of mindere mate met verschillende soorten wortelaaltjes zijn besmet. De aaltjespopulatie van de grond waarop de monsters 1a, 1b, 2a, 3a, 3d en 3e betrekking hebben is groot genoeg om schade te kunnen verwachten bij de teelt van een gevoelig gewas.

De beplantingen in O. Flevoland omvatten boscomplexen vnl. op zandige bodem, groenvoorziening bij en in woonkernen, fruitteeltgebieden met windsingels en verspreide beplanting langs wegen, rondom boerderij-erven en op recreatie-objecten, Volgens plan zal in totaal 7 à 8.000 ha worden ingeplant waarvan t/m 1968 4.379 ha is gereedgekomen evenals 85 km wegbeplanting en 515 boerderij-erven. Het uitgeplante materiaal in bos-complexen omvat (uitgedrukt in % van de oppervlakte): populier, wilg (62), es, esdoorn, eik, beuk (22) en spar en pijnboom (17). Voor windbreking wordt daarnaast els als hulphoutsoort gebruikt. Per jaar worden 400 à 500 ha bos ingeplant, terwijl 10 km weg en 60 erven van beplanting worden voorzien. Het benodigde plantmateriaal bedroeg hiervoor in 1967 totaal 4,2 miljoen stuks; hiervan waren 2,6 miljoen afkomstig van eigen kwekerij en was het overige plantgoed betrokken van kwekerijen op het 'oude' land. Dit aangevoerde plantgoed dat voor een deel eerst wordt opgeplant op de kwekerij, blijkt in meer of mindere mate te zijn vergezeld van planteparasitaire aaltjes in de wortels en in aanhangende grond. Uit tabel 2 blijkt dat *Pratylenchus* (*P. penetrans*, *P. crenatus*), *Tylenchorhynchus* (vnl. *T. dubius*, incidenteel *T. claytoni*) en *Rotylenchus* (R. *robustus*) regelmatig meekomen. Het plantmateriaal was afkomstig van kwekerijen op zandgrond waar de aanwezigheid van deze aaltjes normaal is. *Ul-*

mus, waarbij de populatie in de grond van *Paratylenchus* sp. en *Criconemoides* sp. opvalt, was afkomstig van kleigrond. Andere wortelaaltjes kwamen in wisselende, doorgaans geringe aantallen voor.

Met het plantmateriaal van hazelaar en veldiep zijn per plant respectievelijk ca. 2000 en 1000 aaltjes van het geslacht *Pratylenchus* meegekomen. Na het uitplanten in 'verse' grond heeft dit geen waarneembare invloed op de groei van de bomen en struiken en wanneer er geen andere storende invloeden aanwezig zijn, is de groei zeer goed. Omgerekend op het volume grond dat voor de geplante boom beschikbaar is, is een dergelijke besmetting zeer laag nl. minder dan één individu per liter grond.

Bij het onderzoek van de grondmonsters genomen op het erf van een zevental boerderijen verspreid in de polder bleek de aanvoer van beworteld plantmateriaal met aanhangende grond eveneens de enige bron van aantoonbare aaltjesbesmetting. Enkele resultaten uit deze reeks zijn vermeld in tabel 3 waarbij het wederom opvallend is dat in de groentetuin waar gezaaide gewassen geteeld zijn, nog geen of slechts een geringe aaltjespopulatie voorkomt. Vermeldenswaard is de aanwezigheid van wortelknobbelaaltjes (*M. hapla*) in de grond van het trekkerpad bij het bedrijf O 13 waar deze aaltjes voorkomen in de wortels van witte klaver. Het betreft een plek waar plantgoed is opgekuild geweest. Ook in andere gevallen werd in de grond van de kuilhoek waar het plantmateriaal had gestaan alvorens te worden uitgeplant, een grotere aaltjespopulatie aangetroffen met meer soorten dan in het terrein waar de betreffende planten waren uitgezet.

De combinatie van aaltjes en waardplant biedt aan de aaltjes een gunstige mogelijkheid voor vermeerdering en daardoor een grote kans een blijvende besmettingsbron te vormen. Met aanhangende grond kunnen ook aaltjes

TABEL 2. Aaltjespopulaties aangetroffen in aangevoerd plantgoed van enkele boomkwekerijgewassen. Gemiddeld aantal aaltjes per 200 ml grond en 10 g wortels

Plant-materiaal	Grond										Wortels		
	P	Pa	T	R	Ml	Tr	He	Cr	O	S	P	O	S
els 2 j.	460	.	40	650	.	.	.	.	70	4380	705	10	390
els 2 j.	130	.	110	330	.	.	.	60	580	4400			
els 2 j.	335	5	1365	115	.	5	.	.	120	3250	2040	25	725
els 2 j.	150	.	120	.	+	10	.	.	25	2220	1215	.	360
els 2 j.	810	.	110	5	.	.	5	.	125	3380	900	.	465
els 2 j.	60	20	105	15	.	35	.	.	75	3935	225	.	395
els 2 j.	420	40	290	1410	.	.	.	.	130	4290	1080	10	380
Ulmus sp.	+	1780	.	+	.	.	.	210	95	1860			
fijnspar 4 j.	260	.	120	710	.	.	.	.	50	2620	190	25	115
roos	40	1720	30	470	340	.	.	.	150	2400	2500	6600*	9500
hazelaar	390	.	76	730	+	24	.	74	10	2586	3210	10	2225
veldiep	80	.	113	280	+	30	.	5	.	1930	1070	.	300

* w.o. 5.900 *Meloidogyne*-larven.

TABEL 3. Aaltjes in grondmonsters verzameld bij gewassen op het erf van enkele boerderijen in Oostelijk Flevoland in november 1960

Bedrijf	Gemiddeld aantal aaltjes per 200 ml grond						
	P	Pa	T	R	Ml	O	S
N 3							
vaste planten	20	395	525	.	15	150	3.695
windsingel	10	160	15	.	.	15	1.410
bessenstruiken	45	30	.	.	+	515	2.950
groenten	.	.	.	.	.	25	4.760
L 52							
vaste planten	15	75	155	+	15	45	2.185
windsingel	70	355	10	+	.	5	2.040
bessenstruiken	10	1150	5	.	.	10	2.240
groenten	.	.	.	.	.	45	5.700
O 13							
vaste planten	35	15	80	+	.	80	8.340
windsingel	40	35	80	.	.	20	1.425
rode bessen	20	40	20	.	.	20	5.420
groenten	.	50	.	.	.	50	5.400
trekkerpad	.	280	.	.	65	65	1.830

meekomen waarvoor het betreffende gewas geen waardplant is (VAN SCHREVEN 1953). De aard van de aaltjes, de volgende gewassen en de omstandigheden van de grond zijn dan bepalend voor de opbouw van de populatie.

Verspreiding van bladaaltjes (*Aphelenchoides*-soorten) is geconstateerd met plantgoed van aardbei. Aangezien de overleving van *A. fragariae* en *A. ritzemabosi* in de grond slechts van beperkte duur is, nl. 2 à 3 maanden zonder waardplant, heeft besmetting met deze aaltjes via de grond weinig of geen kans blijvend te zijn. Men dient evenwel bedacht te zijn op verspreiding naar aangrenzende gewassen, terwijl ook onkruiden als waardplant kunnen optreden en een besmetting in stand kunnen houden (KUIPER 1968). Deze verspreiding vindt niet alleen plaats met besmette plantedelen (b.v. droog blad door de wind) doch kan ook plaats vinden vanaf aangetaste planten waarop de aaltjes individueel of in kluwens ingedroogd voorkomen (KLINKENBERG 1947). Deze verspreidingsmogelijkheid is voornamelijk van betekenis bij *A. ritzemabosi*; *A. fragariae* is niet of in geringe mate bestand tegen uitdrogen.

Andere waargenomen besmettingen waarbij de verspreiding met plantgoed een rol speelde, betroffen *A. subtenuis* bij crocussen, *Ditylenchus destructor* bij bol-irissen en aardappel en stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*) bij aardappel en plantuien.

Besmetting met zaad is alleen geconstateerd bij uien waarbij stengelaaltjes in gedroogde toestand kunnen meekomen. De waarnemingen hierover in de polders zijn vermeld in 3.3.5.4.

3.2.2. *Transportmiddelen*

In de literatuur worden veelvuldig waarnemingen gemeld die wijzen op introductie van aaltjes met transportmiddelen. Over deze mogelijkheid tot introductie is evenwel geen gericht onderzoek uitgevoerd. In de polders is het opvallend dat de eerste besmetting van cystevormende aaltjes (*H. trifolii*) is gevonden bij de witte klaver in de bermen langs de invalswegen.

Voor de afvoer van landbouwprodukten (suikerbieten, aardappelen) van de bedrijven zijn de eerste jaren, bij gebrek aan voldoende transportcapaciteit, vrachtauto's ingezet uit gebieden buiten de nieuwe polders. Deze hebben ongetwijfeld met aanhangende grond aaltjes kunnen meebrengen.

3.2.3. *Fust e.d.*

Het is bekend dat met kisten, manden en zakken aaltjes kunnen worden meegebracht (EPPS 1968). Dit kan zowel eigen materiaal betreffen dat door de teler van het oude bedrijf is meegenomen als materiaal uit het handelsverkeer dat bijvoorbeeld van de veiling afkomstig is. Ook met materiaal van loonwerkers en met aangekochte voederaardappelen van elders zijn reële mogelijkheden aanwezig voor een infectie met planteparasitaire aaltjes. Hierover zijn geen waarnemingen verricht in het onderhavige onderzoek.

3.2.4. *Dieren*

In het voorgaande is er steeds sprake van menselijke activiteiten, die mogelijkheden scheppen waarmede aaltjes binnenkomen. Uit waarnemingen in Oostelijk Flevoland is gebleken dat besmetting met aaltjes kan optreden die niet verklaard kan worden door verspreiding met plantgoed, transportmiddelen of verpakking. Zo is uit halfjaarlijkse peilingen gebleken dat er in grond die gedurende zeven jaar voornamelijk met riet was begroeid en die nog niet in cultuur was genomen, een populatie van *Criconemoides* sp. aanwezig was (persoonlijke mededeling J. J. 's Jacob).

Op een vruchtwisselingsproefveld op zandgrond in het noordwestelijk deel van Oostelijk Flevoland, in 1964 aangelegd op een met riet begroeide kavel, is in 1967 een duidelijke aantasting van *Meloidogyne naasi* in zomergerst geconstateerd. Deze proef ligt geïsoleerd op een kavel en er werden behalve aardappelen, die geen waardplant voor deze aaltjes zijn, alleen gewassen vanuit zaad geteeld. In datzelfde jaar bleek aantasting door deze aaltjes eveneens voor te komen in zomergerst op andere percelen in de polder die nog slechts enkele jaren in cultuur waren. Bij verder onderzoek werd aantasting aangetroffen bij riet (*Phragmites communis*) op terrein dat nog niet ontgonnen was (fig. 2). Bij het veldonderzoek van verschillende percelen in Oostelijk Flevoland waar aantasting door *M. naasi* was geconstateerd, bleek in een kleine plek in zomergerst op een perceel dat pas 3 jaar in cultuur was, bovendien een duidelijke aantasting van havercystenaaltjes (*H. avenae*) voor te komen. Aangezien het her en der verspreid voorkomen van deze aaltjes niet verklaard kan worden als gevolg van menselijke activiteiten, is nagegaan of er van een verspreiding door dieren sprake kan zijn. Hierbij is in de eerste plaats gedacht aan

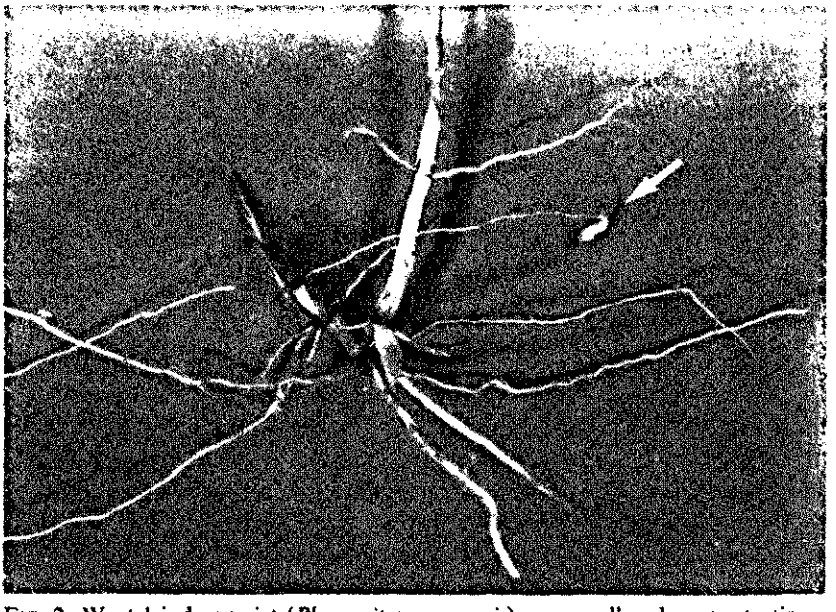


FIG. 2. Worteleind van riet (*Phragmites communis*) opgezwollen door aantasting van *Meloidogyne naasi*.

vogels. De uitgestrekte rietvelden en de open plaatsen erin vormen een uitstekende rustplaats voor o.m. zeer grote aantallen eenden en ganzen.

Uit een proef was reeds gebleken dat postduiven planteparasitaire aaltjes (*Pratylenchus crenatus*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Rotylenchus robustus*) aan de poten kunnen overbrengen (persoonlijke mededeling N. de Bruijn). In dit verband is de aanwezigheid van planteparasitaire aaltjes in de grond nabij een duiventil te Lelystad interessant.

Bij ganzen en eenden is ook gedacht aan overbrengen met opgenomen voedsel. De vertering bij vogels is weliswaar zeer intensief, maar daar staat een snelle passage tegenover. EPPS (1969) meldt in laboratoriumproeven nog vitale eieren en larven te hebben aangetroffen in cysten (*Heterodera glycines*) aanwezig in de uitwerpselen van vogels die voedsel hadden opgenomen waaraan deze cysten waren toegevoegd. Ook in het darmkanaal van gevangen spreeuwen, die fourageerden op een met deze aaltjes besmet terrein, trof hij één en soms 2 of 3 cysten aan; in 8,6% van de gevangen vogels was dit het geval. Trekkende vogels kunnen op deze wijze aan de verspreiding van aaltjes bijdragen (THORNE & MALEK 1968). De aantallen vogels die na het droogvallen van een polder er dagelijks roesten zijn zeer groot en een incidentele overdracht is voldoende om de geconstateerde besmetting te kunnen verklaren. De rietbegroeiing en de verder aanwezige planten vormen daarbij een vegetatie waarop de aaltjes zich kunnen vestigen en vermeerderen. De daarbij aanwezige vochtige milieuomstandigheden zouden voor *Meloidogyne naasi* en waar

schijnlijk ook voor andere aaltjes (*Criconemoides* spp., *Hemicycliophora* spp., *Heterodera trifolii*) gunstig zijn (JENSEN et al. 1968, GERAERT 1967).

Met het oog hierop is een proef uitgevoerd waarbij aan ganzen en eenden gras aangetast door *M. naasi* te eten werd gegeven. De ontwikkeling van de wortelknobbelaaltjes was zover dat eipakketjes op de wortels aanwezig waren. De ganzen namen evenwel het voedsel niet op, zodat geen verdere gegevens zijn verkregen. Met eenden lukte dit wel en een mengsel van de uitwerpselen en aaltjesvrije grond is beteeld met gras. Na 1 jaar zijn hierop nog geen wortelknobbelaaltjes waargenomen. Uit ganzemest, verzameld op overwinteringsplaatsen in N.O. Friesland, zijn evenmin planteparasitaire aaltjes verkregen. Hoewel het onderzoek tot nu toe een negatief resultaat heeft opgeleverd, mag deze verspreidingsmogelijkheid toch niet uitgesloten worden.

Enkele waarnemingen vermeld in de literatuur geven aanwijzingen of tonen aan dat verspreiding van planteparasitaire aaltjes ook via andere dieren kan plaats vinden. VON HAUF (1959) meldt de aanwezigheid van nog vitale stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) in de mest van koeien, gevoederd met door deze aaltjes aangetaste bieten en HORN (1969) vermeldt waarnemingen, die duiden op een zelfde mogelijkheid bij varkens. Verder is uit onderzoekingen van MARTIN (1968) gebleken dat *Meloidogyne arenaria* na passage van het maag-darmkanaal van koeien nog vitaal genoeg is om tomatewortels aan te tasten. MARTIN (1969) verkreeg overeenkomstige resultaten in proeven met een knaagdier (*Cryptomys hottentotus*), dat gevoederd was met door *M. javanica* aangetast plantmateriaal.

Gezien deze waarnemingen, de leefwijze en de vlotte migratie van knaagdieren in de nieuwe polders (VAN WIJNGAARDEN & LENSINK 1957) is het niet uitgesloten dat ook deze dieren een rol spelen bij de verspreiding van aaltjes. In een proef werden cysten (*H. trifolii*) oraal aan een rat toegediend en de uitwerpselen met aaltjesvrije grond gemengd. Aan de wortels van witte klaver die erop groeide, werden cysten waargenomen. In samenwerking met de Afdeling Veeteelt van de Landbouwhogeschool is nagegaan of planteparasitaire aaltjes opgenomen in meel als voedsel, na passage van het maagdarmkanaal van een koe, een schaap of een varken, nog infectieus kunnen zijn. Toegediend zijn cysten van *H. rostochiensis*, stengelaaltjes (*D. dipsaci*) in voederbiet, *Anguina tritici* in tarwekorrels en wortelknobbelaaltjes (*M. hapla*) met eipakketjes in wortels. De zorgvuldig opgevangen mest is verdund met aaltjesvrije grond en met waardplanten beteeld. Alleen in planten groeiend op varkensmest zijn stengelaaltjes teruggevonden.

3.2.5. *Wind*

Verspreiding van aaltjes met wind wordt regelmatig in de literatuur gemeld (ORR & NEWTON 1971). Het betreft voornamelijk cysten van *Heterodera*-soorten die bij stofstormen vaak over meerdere kilometers zijn verplaatst. Hoewel deze cysten relatief zwaar zijn in vergelijking met vrijlevende aaltjes blijkt verspreiding door de lucht goed mogelijk. Cysten van verschillende soorten (b.v. *H. schachtii* en *H. rostochiensis*) zijn goed bestand tegen uitdrogen, hoe-

wel niet van bijv. *H. avenae*. Bovendien komen cysten met levende inhoud door de gehele bouwvoor voor, ook in het bovenste laagje waar de cyste blijft liggen wanneer de bouwvoor uitdroogt.

Andere planteparasitaire aaltjes zijn daarentegen niet of aanzienlijk minder goed bestand tegen uitdrogen; stengelaaltjes (*D. dipsaci*) en chrysantebladaaltjes (*A. ritzemabosi*) zijn enkele bekende uitzonderingen. De bovenlaag van de bouwvoor is relatief arm aan deze aaltjes die bovendien vermoedelijk solitair in de grond voorkomen, ook al is er sprake van een grote populatie. Het verschijnsel van 'kluwenvorming' is voornamelijk waargenomen bij bladaaltjes (*A. ritzemabosi*) op blad van aardbei, bij stengelaaltjes (*D. dipsaci*) in bollen van bijv. narcis, hyacinth of ui en bij *D. myceliophagus*, *D. dipsaci*, *Hemicycliophora* spp. en *Tylenchorhynchus martini* in water. Of dit ook in de grond kan optreden is nog onbekend.

De beweeglijkheid geeft de aaltjes een mogelijkheid om aan de invloed van de uitdroging te ontsnappen naar nog vochthoudende diepere lagen. Een dergelijke neerwaartse verplaatsing is tot dusverre echter voornamelijk waargenomen onder invloed van veel neerslag. Een duidelijke actieve verplaatsing van aaltjes is geconstateerd bij ontsmetting van de grond met DD (THORNE 1951). Uit eigen waarnemingen is gebleken dat bij stomen van grond onder zeil waarbij de warmte van boven af binnendringt, er na de behandeling soms duidelijk meer larven van wortelknobbelaaltjes (*M. hapla*) in de ondergrond aanwezig waren dan ervoor, hetgeen naast het vrijkomen van larven uit eieren, eveneens kan duiden op een neerwaartse migratie.

De mogelijkheid van verplaatsing van aaltjes bij het uitdrogen van de grond zal mede bepaald worden door de snelheid waarmee dit gebeurt (grondsoort en weertype). In een droogtegevoelige grond en met scherp drogend weer is de situatie geheel anders dan bij een meer geleidelijke uitdroging van een goed vochthoudende grond. Naast de in de grond aanwezige aaltjes en cysten dient ook rekening gehouden te worden met aanwezige eieren. Het eimembraam laat b.v. bij *Heterodera rostochiensis* wel snel vocht naar binnen toe door, doch dit kan slechts langzaam weer naar buiten passeren (ELLENBY 1968). Bij het uitdrogen en verstuiven van de grond binnen een korte periode, zijn voor aaltjes en eieren zekere overlevingskansen aanwezig.

In de droge zomer van 1964 is uit monsters zandgrond van percelen waarvan de bouwvoor stofdroog was, toch nog een populatie van verschillende vrijlevende wortelaaltjes verkregen; het betrof voornamelijk *P. crenatus*, *T. dubius* en *R. robustus*. Ook droge zandgrond waarop 40 maanden een barak had gestaan, bleek nog een populatie te bevatten van adulte en juveniele stadia (verhouding ongeveer 1:2) van *P. crenatus*, *T. dubius*, *R. robustus* en *Trichodorus* juv., waarschijnlijk *T. pachydermus* (tabel 4). Na bevochtiging nam de populatie toe en onderscheidde zich slechts weinig van grond waarop gedurende dezelfde periode verschillende eenjarige gewassen en onkruiden hadden gegroeid. In het grondmonster genomen uit de naaste omgeving van de barak, is ook het aantal saprofage aaltjes gering hetgeen waarschijnlijk verband houdt met het achterwege blijven van de toevoer van organische stof aan de grond. Dat

TABEL 4. Aaltjespopulatie in zandgrond waarop 40 maanden een barak heeft gestaan. Gemiddeld aantal aaltjes van vier monsterplekken per 100 ml grond

Monsters	P	T	R	Tr	S
droog, direct na wegbreken vloer	35	35	65	0	173
vochtig na regenbui	270	230	260	5	370
omgeving barak	70	30	240	10	265

verschillende aaltjes in de grond ook zonder gewas een lange periode kunnen overbruggen is o.m. bekend van grondmonsters die lange tijd meer of minder vochtig zijn bewaard. Onder droge omstandigheden kan dit blijkbaar eveneens het geval zijn. Daarbij moet wel bedacht worden dat hoewel de grond onder de barak droog is, de relatieve luchtvochtigheid erin wel hoog kan zijn; dit kan van belang zijn voor de conditie van de aaltjes (SIMONS 1973). De activiteit van aaltjes in dergelijke droge grond zal evenwel gering zijn (WALLACE 1963).

Bij verstuiven van luchtdroge grond daalt de relatieve luchtvochtigheid plotseling tot de lage waarden van de bovenlucht. Ook wanneer de verstoven grond weer bezinkt op droge grond blijft de luchtvochtigheid aanvankelijk nog laag en een dergelijke periode wordt door verschillende vrijlevende aaltjes niet overbrugd zonder een aanmerkelijk verlies aan vitaliteit (SIMONS 1973).

Getracht is hierover enige informatie te verkrijgen door ca. 15 l zandgrond te verzamelen die ongeveer 20 m was verstoven en afkomstig was van een perceel besmet met *P. crenatus*, *R. robustus*, *T. dubius* en *H. conida*. Het grondonderzoek leverde geen planteparasitaire aaltjes op. Nadat de grond gedurende een jaar was begroeid met voor genoemde aaltjes gunstige waardplanten, bleek dit nog zo te zijn. Klaarblijkelijk zijn er geen aaltjes of eieren met de grond verplaatst die voldoende vitaal bleven om op deze wijze aangetoond te kunnen worden. De verspreiding van planteparasitaire aaltjes door de wind is blijkbaar geringer en meer plaatselijk dan is waargenomen bij insekten en schimmelsporen.

3.2.6. *Conclusie*

In de IJsselmeerpolders bleek besmetting van de maagdelijke grond met planteparasitaire aaltjes in hoofdzaak teweeg gebracht te worden door de mens wanneer hij de grond in gebruik neemt. Transport van besmet plantgoed is de meest opvallende manier gebleken waarop deze aaltjes het nieuwe land binnenkomen. De combinatie nematode- (waard) plant biedt een gunstige mogelijkheid tot vermeerdering en daarmee een goede kans op blijvende vestiging. Verplaatsing van aaltjes op deze wijze is welbekend (OOSTENBRINK 1957), en in nieuwe polders duidelijk te registreren.

De mogelijkheid van besmettingen met transportmiddelen, fust e.d. waarvan in de literatuur veelvuldig melding wordt gemaakt (SPEARS 1968, SEWELL 1969) zijn niet nader onderzocht; de veldwaarnemingen hebben daartoe ook geen aanleiding gegeven.

Door dieren (vogels, zoogdieren) en wind kan een lichte meer algemene infectie teweeg worden gebracht, die minder snel aantoonbaar is. Wanneer evenwel de omstandigheden (grondsoort, vegetatie, vochttoestand) daarvoor gunstig zijn, kan bij de teelt van verschillende gewassen de populatie zodanig toenemen dat verminderde groei en schade optreedt.

3.3. Vestiging en opbouw van populaties

In hoeverre de al of niet met een (waard-)plant binnengebrachte aaltjes zich verder kunnen handhaven en vermeerderen is nagegaan aan de hand van waarnemingen in de Noordoostpolder, de Wieringermeer en in Oostelijk Flevoland. De mogelijkheid van vestiging van een bepaalde aaltjessoort is van meerdere factoren afhankelijk, o.a. van de vermeerderingswijze van de aaltjes, de aanwezigheid van waardplanten en de grondsoort.

3.3.1. *Vermeerderingswijze van de aaltjes*

Bij een geringe en verspreide besmetting hebben parthenogenetisch vermeerderende aaltjes een duidelijk betere kans dan soorten die een bi-sexuele reproduktie hebben (Klomp, van Montfort & Tammes 1964). Het is in dit verband vermeldenswaard dat de eerste waarnemingen van omvangrijke aaltjespopulaties, waarbij besmetting door beworteld plantgoed met aanhangende grond geen rol heeft gespeeld, vooral parthenogenetisch, althans zonder obligate bevruchting, vermeerderende soorten betreft zoals *Pratylenchus neglectus*, *P. thornei*, *Meloidogyne naasi*, *M. hapla*, *Trichodorus teres*, *Hemicycliophora conida* en *H. thienemanni*. Onder dezelfde veldomstandigheden komen *Pratylenchus penetrans* en *Rotylenchus robustus* pas later naar voren. Wanneer de besmetting met kluit, wortelpruik, wortelstukjes of als cyste plaats vindt, zal er doorgaans een kolonie van aaltjes aanwezig zijn. Er zal evenwel een verdunningseffect optreden dat de opbouw van de populatie afremt.

3.3.2. *Aanwezigheid van waardplanten*

Bij aaltjessoorten met een gering aantal waardplanten is de kans dat een lokale infectie kan toenemen tot een waarneembare of schadelijke grootte uiteraard beduidend geringer dan bij polyfage soorten. Daar staat tegenover dat bijvoorbeeld de larven in eieren van *Heterodera*-soorten, enkele uitzonderingen als het havercystenaaltje daargelaten, een lange periode zonder waardplant kunnen overbruggen.

Voorafgaande aan het gebruik van de grond als 'normaal' landbouwbedrijf is er in de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland een periode (1–12 jaar) met overwegend rietbegroeiing geweest met plaatselijk een spontane vegetatie van voornamelijk grassen. Het bouwplan tijdens de ontginning (3–5 jaar) omvatte ongeveer 23% koolzaad, 57% granen, (32% tarwe, 20% gerst, 5% haver), 10% luzerne, 2% gras en 8% 'los land' beteeld met vlas, doperwten en graszaad. Het zaad van deze gewassen vormt geen mogelijke besmettingsbron van

planteparasitaire aaltjes met uitzondering van luzerne (stengelaaltjes) en gras (*Anguina* spec.), waarvan aantastingen evenwel tot dusverre niet in de polders zijn geconstateerd.

Van deze gewassen vormen koolzaad, granen en gras een gunstige reeks voor de verdere opbouw van populaties van *Meloidogyne naasi* die reeds op riet aanwezig kunnen zijn. Gebleken is dat reeds tijdens de ontginningsperiode de populatie in de grond zodanig kan zijn opgebouwd dat waarneembare schade in het gewas optreedt. Dit betreft veelal gevallen waar bij grondonderzoek nog geen of slechts zeer geringe aantallen andere planteparasitaire aaltjes zijn aangetroffen.

3.3.3. *Grondsoort*

Uit het onderzoek van DEWEZ (1940), SEINHORST (1950), WALLACE (1963), MEAGHER (1968) en anderen is naar voren gekomen dat de toestand van de grond een belangrijke invloed heeft op de activiteit van de aaltjes en de daaruit voortvloeiende mogelijkheden tot het vinden van een waardplant, reproduktie en schadelijk optreden. Uitgaande van de zwaarte van de grond (zand, zavel en klei) kan in het algemeen de volgende indeling gemaakt worden:
a. aaltjes die in alle drie genoemde gronden voorkomen en een voor gevoelige gewassen schadelijk niveau bereiken. Hiertoe kunnen wij de cystevormende aaltjes rekenen. De opbouw van de populatie van deze aaltjes verloopt in lichtere gronden doorgaans sneller dan op de zwaardere gronden. Plekken of stroken lichtere grond in een perceel die overigens op dezelfde wijze zijn beteeld, hebben meestal een grotere populatie, waardoor een gevoelig gewas er eerder of ernstiger schade van ondervindt.

Populaties van *Meloidogyne naasi* zijn eveneens waargenomen in gronden variërend in slibgehalte van 5 tot ongeveer 50%. Uit de resultaten van een vergelijkende potproef blijkt de vermeerdering van deze aaltjes op zavelgrond aanzienlijk hoger te kunnen zijn dan op zandgrond, veengrond en zware zavel (tabel 5). Schade door deze aaltjes in gevoelige gewassen zoals zomergerst, suikerbieten en uien wordt voornamelijk aangetroffen op percelen zandgrond en kleihoudende gronden tot 20 à 25% afslibbaar. Bij de laatstgenoemde groep zijn het vaak de iets lichtere plekken of banen waar de aantasting het hevigst is.

TABEL 5. Inoculatieproef met *Meloidogyne naasi* in verschillende grondsoorten. Inoculum 1.050 larven per 300 ml grond; inhoud potten 6 l; 3 herhalingen
Gemiddelde aantal aaltjes per 300 ml grond na de teelt van zomergerst:

kleiarm zand	6% afslibbaar	3.515
kleiig zand	10% afslibbaar	3.240
matig lichte zavel	20% afslibbaar	23.940
zware zavel	30% afslibbaar	3.920
veengrond		2.385

b. aaltjes, waarvan de schadelijke aanwezigheid samenhangt met een bepaald grondtype. Zoals door DEWEZ (1940) en SEINHORST (1956) is aangetoond, houdt het schadelijk optreden van stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) in rogge langs de Maas en in uien op Goeree Overflakkee verband met het leem-, resp. slibgehalte van de grond. Ook in polders blijkt dat deze aaltjes zich voornamelijk in de zwaardere gronden zodanig handhaven dat men hierbij met vruchtwisseling en de gewaskeuze rekening moet houden.

Anderzijds wordt *Meloidogyne hapla* alleen op zandgronden in schadelijke aantallen aangetroffen. Ook verschillende soorten vrijlevende wortelaaltjes (*P. crenatus*, *P. penetrans*, *R. robustus*, *H. conida* en *H. thienemanni*) komen vrijwel uitsluitend in zandgronden voor. Het talrijk vóórkomen van *Trichodorus teres* is eveneens tot een bepaalde zandgrond beperkt. *Pratylenchus thornei* is alleen op zwaardere gronden aangetroffen en *P. neglectus* algemeen zowel op zand- als op zavelgronden. Ook *Paratylenchus* spp. heeft een duidelijke voorkeur voor zwaardere grond; wanneer deze aaltjes in zandgrond talrijk worden aangetroffen betreft dit meestal natte plekken in het perceel.

Enige aspecten van het voorgaande kwamen tot uiting bij bemonsteringen op het erf van boerderijen in oudere polders (tabel 6) verricht in aansluiting op die in Oostelijk Flevoland (tabel 3). De zeer gevarieerde aaltjespopulaties die destijds met plantgoed zijn meegebracht, blijken nu van plaats tot plaats te verschillen en tonen een duidelijk verband met de aard van de grond. Op zandgrond (kavel Q 116) zijn voornamelijk populaties van *Pratylenchus penetrans*, *Hemicycliophora thienemanni* (vnl. windsingel) en *H. conida* (vnl. overige monsters) tot ontwikkeling gekomen; op zavelgrond (kavel S 38, ± 30% afslibbaar), was dit in veel mindere mate resp. in het geheel niet het geval, doch is *Paratylenchus* sp. sterk naar voren gekomen. In beide bemonsteringen is in de groentetuin nog duidelijk een kleinere aaltjespopulatie aanwezig behalve

TABEL 6. Aaltjespopulaties in grondmonsters genomen bij gewassen op het erf van boerderijen in de Noordoostpolder (Q 116, S 38) en in de Wieringermeer (C 29) in 1961

Bedrijf	Grond	Gewas	Gemiddeld aantal aaltjes per 500 ml grond									
			P	Pa	T	R	M	H	He	Tr	Cr	O
Q 116	zand	windsingel	110	40	45	40	.	.	735	.	.	55
	(Ens)	bessestruiken	560	.	150	10	.	.	545	10	.	165
		vaste planten	260	40	195	100	75	.	465	.	140	85
		groenten	15	10	15	.	.	.	325	10	.	70
S 38	zware	windsingel	25	2270	20	.	.	.	.	.	25	115
	zavel	bessestruiken	15	1785	10	40	.	.	.	.	20	15
		vaste planten	100	320	15	.	.	.	.	.	.	15
		groenten	.	65	.	.	.	.	.	.	.	70
C 29	zand	windsingel	15	925	30	30	.	.	.	165	75	65
	(Midden-	bessestruiken	165	690	235	.	10	.	.	15	.	70
	meer)	vaste planten	1500	4200	625	25	850	25	.	75	+	200
		groenten	1155	40	505	.	.	385	.	50	40	40

Hemicycliophora spp. op bedrijf Q 116. Ook de *Tylenchorhynchus*-populatie van deze beide bemonsteringen verschilt; op zand komt *T. dubius* naar voren maar op zavel overweegt *T. brevidens*. De beplanting van kavel C 29 heeft plaats gehad nadat door de inundatie in het voorjaar van 1945 alles afgestorven was. De *Pratylenchus*-populatie op deze zandgrond omvat voornamelijk de soort *P. neglectus*. De aangetroffen larven van wortelknobbelaaltjes betreffen *Meloidogyne hapla*. Naast *Paratylenchus* sp. en *Tylenchorhynchus* (*T. dubius* en *T. maximus*) is de aanwezigheid van *Heterodera*-larven (*H. trifolii*) bij vaste planten, *H. cruciferae* en *H. schachtii* in de groentetuin (o.m. kool en rabarber) en *Trichodorus teres* in alle vier monsters opvallend. Dit erf ligt nabij de typelocaliteit van *T. flevensis* (= synoniem *T. teres*). Deze zandgrond is kalkhoudend humusarm (1,5%) met weinig slib (8% afslibbaar) en komt in dit opzicht nagenoeg overeen met de grond van bedrijf Q 116. Tussen deze beide zandgronden is evenwel een opmerkelijk verschil in de aard van de zandfractie; de zandgrond van bedrijf C 29 is overwegend zeer fijnzandig (50% fractie 5–105 μm) en van bedrijf Q 116 grofzandig (57% fractie >150 μm). Uit onderzoek is gebleken dat deze verschillen in geaardheid van de grond in belangrijke mate het verschil in talrijk voorkomen van *Hemicycliophora* spp. en *T. teres* bepalen.

Bij een nagenoeg gelijk assortiment planten geeft de aaltjespopulatie vele variaties te zien waarbij de aard van de grond als differentiërende factor naar voren komt.

3.3.4. *Opbouw van aaltjespopulaties tot een schadelijk niveau*

De introductie en vestiging van planteparasitaire aaltjes behoeft op korte termijn nog geen problemen voor de groei van gewassen op te leveren. Het onderzoek op praktijkpercelen en op proefvelden in Oostelijk Flevoland heeft informatie verschaft in welk tijdsbestek en op welke wijze een aaltjespopulatie zich kan ontwikkelen en schade kan optreden.

3.3.4.1. Boomkwekerij

Enkele kavels op zandgrond nabij Roggebotsluis waar de ontginning van Oostelijk Flevoland in 1957 is begonnen, zijn als boomkwekerij in gebruik genomen. Op deze kwekerij heeft regelmatig aanvoer van plantgoed plaats gevonden. Aangezien dit plantgoed overwegend afkomstig was van kwekerijen op zandgrond buiten de polder, was het te verwachten dat de eventueel meegebrachte aaltjespopulaties een goede kans zouden hebben zich op deze kwekerij te vestigen en tot een schadelijk niveau te vermeerderen.

In 1967 reeds liet de groei van sommige gewassen op de kwekerij (o.m. wilg en populier) te wensen over. De aaltjespopulatie van de grond, met name van *Pratylenchus penetrans*, was zodanig dat daarmede de slechte groei van het gewas, gezien de ervaring in andere boomkwekerijen op zandgrond, zonder meer verklaard kan worden (tabel 7). De aaltjespopulatie op deze kavel die 10 jaar met boomkwekerijgewassen is beteeld, verschilt nauwelijks van overeenkomstige percelen op het 'oude' land. Deze snelle opbouw van de aaltjespopu-

TABEL 7. De aaltjespopulatie in de grond van een perceel zandgrond in Oostelijk Flevoland dat 10 jaar voor de teelt van boomkwekerijgewassen in gebruik is geweest. Bemonstering in het voorjaar van 1968 na het rooien van hazelaar (*Corylus* spec.). Gemiddelde aantallen van 12 monsterplekken met tussen haakjes het laagste resp. hoogste aantal dat is aangetroffen

	Aantal aaltjes per 100 ml grond
Pratylenchus penetrans	63 (25–150)
Tylenchorhynchus dubius	103 (10–205)
Rotylenchus robustus	205 (0–565)
Meloidogyne-larven	14 (0–140)
Criconemoides spp.	7 (0– 30)
Trichodorus pachydermus	50 (5–105)
Overige Tylenchida	83 (25–130)
Saprofage aaltjes	967 (625–1.225)

latie wordt mede bevorderd door groenbemestingsgewassen die op de kwekerij na het rooien worden geteeld (OOSTENBRINK 1959).

Op een ander perceel van de kwekerij waar gras was ingezaaid voor groenbemesting, liet pleksgewijze de groei te wensen over. Hier bleek een verband aanwezig te zijn tussen het aantal aaltjes (*T. teres*) in de grond en de verminderde groei. De populatie van deze aaltjes in de grond van de slecht en goed groeiende plekken bedroeg gemiddeld resp. 2.070 en 630 ex. per 500 ml. Gezien de ervaringen in de oudere polders, waren deze populaties zo groot dat zij de slechte groei bij een pas ingezaaid gewas kunnen verklaren. Ook de wortelafwijkingen ('stubby root') waren hiermede in overeenstemming (KELSHEIMER et al. 1953). Met grond uit deze plekken en van plaatsen waar het gewas goed groeide, zijn hoge smalle potten gevuld en met suikerbieten beteeld. Bij de planten die in de ernstig besmette grond groeiden trad een vertakking van de hoofdwortel op (fig. 3). Deze verschijnselen komen overeen met die in het veld door aantasting van *T. teres*. Wanneer op dit perceel in 1968 bieten zouden zijn geteeld, zou een kans op schade groot zijn geweest.

3.3.4.2. Aanplant van bos of windsingel

Bij aanplant van bos of windsingel wordt de plant geplaatst in 'schone' grond en wordt de meegebrachte aaltjespopulatie zodanig verdund dat er van enige schadelijke invloed geen sprake is. Uit de resultaten van grondonderzoek in een gemengde aanplant bestaande uit veldiep, esdoorn, els en populier, en een elzenhaag is evenwel gebleken dat de aanvankelijke geringe populatie na 9 jaar duidelijk toegenomen was (tabel 8). In het najaar van 1969 zijn enkele grondmonsters genomen van een perceel zandgrond namelijk van een gedeelte waar wilgen groeiden, van een tweetal paden begroeid met grassen en witte klaver, uit een windsingel en uit een braakliggend gedeelte dat met gras was begroeid. Ook hier bleken in de grond van deze perceelsgedeelten reeds aantoonbare populaties van planteparasitaire aaltjes voor te komen (tabel 9). De groei

FIG. 3. Bieteplanten van potproef met grond besmet met *T. teres*; links tweetal planten die groeiden in licht besmette grond, in vergelijking met tweetal met vertakte penwortel groeiend in ernstig besmette grond. Grond afkomstig van boomkwekerijperceel waar gras ingezaaid voor groenbemesting, pleksgewijze slecht groeide.

van de beplanting in de windsingel, waar beworteld plantmateriaal is gebruikt, is uitstekend. De populatie van *Pratylenchus penetrans* is echter zo groot dat bij herinplant van bijvoorbeeld populier, op deze zandgrond schade is te verwachten (HOESTRA & OOSTENBRINK 1962). Daarentegen werd bij wilg ingeplant als onbeworteld stek, nog geen *Pratylenchus* aangetroffen. *Paratylenchus* sp. en *Tylenchorhynchus* (voornamelijk *T. dubius* in monster 1 en 4, *T. brevidens* in monster 2 en *T. maximus* in monster 5) zijn algemeen aanwezig in tegenstelling tot *Rotylenchus robustus*. De *Heterodera*-larven betreffen kla-

TABEL 8. Aaltjespopulaties in grond rondom bomen en struiken op zandgrond kort na het inplanten (1960) en 9 jaar later. Gemiddeld aantal aaltjes per 200 ml grond

	Gemengde aanplant		Elzenhaag	
Bemonstering in:	1960	1969	1960	1969
Pratylenchus penetrans	35	315	5	60
Paratylenchus sp.	2	5.360	.	70
Tylenchorhynchus spp.	15	70	3	20
Rotylenchus robustus	.	2	.	6.920
Trichodorus teres	.	6	.	30
Longidorus sp.	.	4	.	.
Overige Tylenchida + saprofage aaltjes	2.965	5.480	2.070	5.920

TABEL 9. Aaltjespopulaties in zandgrond van een perceel waar verschillende gewassen gedurende 9 jaar hebben gegroeid; bemonstering najaar 1969

Omschrijving monsterplek	Gemiddeld aantal aaltjes per 500 ml grond							
	P	Pa	T	R	Hl	Ml	Tr	O+S
1. pad-west; gras-witte klaver	55	1.400	2.285	5	20	.	260	8.050
2. wilg	.	5.895	250	.	.	.	225	4.085
3. pad-noord; gras-witte klaver	.	1.345	30	.	20	1.150	225	17.090
4. braak; gras	.	280	1.650	80	5	.	750	11.000
5. windsingel	790	13.400	170	5	.	.	15	14.600

vercystenaaltjes (*H. trifolii*); in monsters 1 en 3 bedraagt de populatie gemiddeld per 200 ml grond resp. 31 en 38 cysten, waarvan resp. 9 en 6 een levenskrachtige inhoud hebben van gezamenlijk 720 en 250 eieren en larven. De wortelknobbelaaltjes (*M. naasi*) in monster 3 hebben hier grassen als waardplant. *Trichodorus teres* komt eveneens algemeen voor. Vermeldenswaard is de aanwezigheid van een gering aantal (gem. 9 ex.) *Longidorus* spec. in het monster uit de windsingel.

3.3.4.3. Volkstuinen

Op een perceel zandgrond waar volkstuinen waren geweest, zijn, alvorens bos werd ingeplant, in 1968 aardappelen geteeld. In dit gewas traden afwijkingen op die reeds eerder in oudere polders bij dit gewas waren waargenomen (zie blz. 104). Ook in dit geval werd een populatie van *Trichodorus teres* aangetroffen, namelijk gemiddeld van 11 monsters uit drie plekken, 298 (110–710) ex. per 500 ml grond. Behalve *Hemicycliophora conida* (gem. 264 (10–1.600)) zijn andere planteparasitaire aaltjes slechts sporadisch en dan in zeer geringe aantallen, aangetroffen.

In verband met de aanwezigheid van *T. teres* zijn de monsters ook onderzocht op de aanwezigheid van ratelvirus met tabak (White Burley) als vang- en vervolgens als toetsplant. Eén plek gaf een reactie terwijl bij de twee andere dit negatief was.

3.3.4.4. Proefvelden

Op zandgrond nabij Lelystad (A12) en Roggebotsluis (P89) zijn een tweetal vruchtwisselingsproeven aangelegd om na te gaan welke vruchtwisselingseffecten er kunnen optreden zonder dat planteparasitaire aaltjes aanwezig zijn en na hoeveel tijd en op welke wijze deze aaltjes zich kunnen vestigen en vermeerderen, eventueel zodanig dat schade optreedt. De volgende ervaringen zijn daarbij opgedaan.

De vruchtwisselingsproef A12 is aangelegd op een perceel fijnzandige grond nadat in het voorjaar van 1964 het riet was afgebrand en het perceel gedraineerd. Er is daarna zodanig geploegd dat het proefveld voor de helft ligt op zandgrond met weinig afslibbaar (± 9%), terwijl de andere helft iets zwaarder

(±11% afslibbaar) is. Ten tijde van de aanleg zijn alleen niet-fytofage aaltjes aangetroffen. Volgens kruisschema (OOSTENBRINK 1959) worden sindsdien op beide helften een tiental gewassen geteeld t.w. witte klaver, gras-klavermengsel (BG 8), raaigras (Westerwolds), peen, suikerbieten, aardappel, erwten, afrikaantjes (*Tagetes patula*), zomergerst en zomertarwe.

In de groei van deze gewassen zijn in 1964 geen opvallende groeiverschillen waargenomen. Ook in 1965 en 1966 was de stand van de gewassen uitstekend eveneens zonder opmerkelijke groeiverschillen.

Na witte klaver trad enig stikstofeffect op terwijl na afrikaantjes, suikerbiet en Westerwolds raaigras de stand in vergelijking met de overige voorvruchten iets minder was. Vermoedelijk is dit terug te voeren op grotere onttrekking van bepaalde elementen (vooral N) door deze gewassen. Bij witte klaver (na witte klaver) was er enige groeiremming als gevolg van aantasting door *Rhizoctonia solani*; tarwe werd aangetast door *Ophiobolus graminis* zonder waarneembare schade.

Hoewel bij de aanleg van de proef in 1964 alleen niet-fytofage aaltjes in de grond zijn aangetroffen, blijkt uit het verloop van de aaltjespopulatie in de daarop volgende jaren dat dit snel verandert (tabel 10). Bij de bemonsteringen in 1965 en in 1966, waarbij in het voorjaar uit iedere gewasstrook een grondmonster genomen is, waarvan per 500 ml de aaltjespopulatie is bepaald, bleken reeds parasitaire wortelaaltjes aanwezig te zijn, namelijk *Paratylenchus* sp. na gras, witte klaver en suikerbieten en *Tylenchorhynchus* sp. na gras en erwten. De populaties waren echter nog klein en minder dan 25 ex./500ml grond.

In de volgende jaren is in het najaar per veldje een grondmonster genomen waarvan per 100 ml de aaltjespopulatie is bepaald. Het ontbreken van een voorjaarsbemonstering in 1967 is te betreuren omdat er in dit vierde teeltjaar duidelijke afwijkingen optraden bij de groei van zomergerst na de voorvruchten Westerwolds raaigras en zomergerst. De groeiverschillen in zomergerst na Westerwolds raaigras verdwenen later vrijwel, doch bleven na zomergerst tot aan het eind van het groeiseizoen aanwezig. In verband met vogelschade in de granen is er geen opbrengstbepaling verricht.

TABEL 10. Overzicht van het aantal monsters waarin wortelaaltjes zijn aangetroffen bij de jaarlijkse bemonstering van vruchtwisselingsproef A12 in Oostelijk Flevoland

Jaar	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Aantal onderzochte monsters	20	20	100	200	200	200	200
waarvan:							
geen wortelaaltjes	11	9	54	89	74	35	18
Pratylenchus sp.	.	1	.	2	7	8	24
Paratylenchus sp.	4	3	26	71	91	117	148
Tylenchorhynchus sp.	5	8	.	13	38	64	74
Heterodera juv.	.	.	.	7	3	8	13
Meloidogyne juv.	.	.	20	46	71	82	92

De afwijkende gerst bleek ernstig aangetast door wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne naasi*). Bij onderzoek van wortelmonsters van de overige gewassen is alleen een matige aantasting gevonden bij tarwe, welke blijkbaar geen aanleiding gaf tot waarneembare groeiverschillen, en een lichte aantasting bij grassen. De aanwezigheid van *Meloidogyne*-larven in de grondmonsters genomen in het najaar van 1967 is hiervan een afspiegeling. In de volgende jaren traden opnieuw afwijkingen op in de groei van Westerwolds raaigras, tarwe en vooral gerst die verband hielden met aantasting door *M. naasi*.

Uit de resultaten van het grondonderzoek kwam naar voren dat het voorkomen van deze aaltjes op het proefveld en de grootte van de populatie in sterke mate verband hield met de teelt van granen en, in mindere mate, van grassen (tabel 11). Afwisseling met een reeks andere gewassen toonde een geringere verspreiding en populatiegrootte. Tot deze laatste categorie gewassen behoren ook suikerbieten die weliswaar gevoelig zijn voor aantasting door deze aaltjes doch blijkbaar geen gunstige waardplant zodat de grootte van de populatie na de teelt niet of nauwelijks verschilt van andere gewassen die geen waardplant zijn.

In de grondmonsters die zijn genomen in het najaar van 1968 van de veldjes beteeld met witte klaver is voor het eerst een geringe populatie (5–20 larven/100 ml grond) van het klavercystenaaltje (*Heterodera trifolii*) aangetroffen. Bij cystenonderzoek van de grondmonsters genomen in september 1969 bleek de verdere verspreiding overeenkomstig de verwachtingen beperkt te zijn tot de veldjes waar witte klaver was geteeld. Bij jaarlijkse teelt bleek de populatie reeds te zijn toegenomen tot 60 cysten gemiddeld per 100 ml grond, waarvan 36 een levende inhoud bevatten van gezamenlijk 2.410 eieren en larven. Op veldjes waar éénmaal per twee jaar witte klaver was geteeld was de populatie ongeveer 25% hiervan of minder. In 1970 kwam de aantasting door grote populaties van klavercystenaaltjes tot uiting in een slechte groei van de witte klaver.

TABEL 11. De populatiegrootte en verspreiding van *Meloidogyne naasi* in verband met de teelt van gewassen op vruchtwisselingsproef A12 in Oostelijk Flevoland. Bemonstering najaar 1969. Verspreiding is als breuk tussen haakjes aangegeven waarbij deeltal = aantal veldjes waarin larven van *M. naasi* is aangetroffen en deler = aantal veldjes waarop betreffende groep gewassen is geteeld

Gewassen 1969	Voorvruchten 1968		
	granen[1]	grassen[2]	overige gewassen[3]
granen[1]	945 (8/8)	947 (8/8)	111 (21/24)
grassen[2]	248 (7/8)	54 (7/8)	8 (6/24)
overige gewassen[3]	16 (8/24)	2 (3/24)	1 (3/72)

[1] granen: wintertarwe, zomergerst.
[2] grassen: Westerwolds raaigras, grasklavermengsel BG 8.
[3] overige gewassen: suikerbiet, witte klaver, peen, aardappel, erwt, afrikaantjes.

Bij de bemonstering in het najaar van 1967 was reeds in een opmerkelijk aantal veldjes een populatie van *Paratylenchus* sp. aantoonbaar. De verspreiding was toen nog voornamelijk beperkt tot veldjes beteeld met witte klaver, gras-klaver-mengsel, Westerwolds raaigras en suikerbieten. Vooral na witte klaver en het gras-klaver-mengsel was het aantal nu beduidend hoger dan bij de vorige bemonsteringen, namelijk respectievelijk gemiddeld 1.420 en 245 ex., in tegenstelling tot de beide andere gewassen waar het gemiddeld slechts 64 en 72 ex. bedroeg.

In de volgende jaren is er over het gehele proefveld een toename van de verschillende parasitaire wortelaaltjes die verband houdt met de groei van waardplanten. Opmerkelijk is daarbij de verdere verspreiding van *Tylenchorhynchus dubius*, voornamelijk na witte klaver, gras en granen. De grootte van de populaties was in het najaar van 1969 evenwel nog gering, gemiddeld niet groter dan 15 exemplaren per 100 ml grond, met uitzondering van een drietal veldjes beteeld met witte klaver waar deze aantallen 200, 395 en 715 bedroegen. Ook de populaties van *Pratylenchus* sp. zijn aanvankelijk nog zeer beperkt. In 1966 zijn reeds enkele exemplaren van *Hemicycliophora conida* en *Trichodorus teres* aangetroffen doch in latere jaren zijn deze aaltjes slechts incidenteel in geringe aantallen aangetroffen.

De vruchtwisselingsproef P89 is voorjaar 1961 aangelegd op een pas ontgonnen perceel kleiarm zand (± 6% afslibbaar) dat verder als boomkwekerij in gebruik genomen werd. Bij een gedetailleerde bemonstering vóór de ingebruikname zijn nagenoeg geen planteparasitaire aaltjes aangetroffen; per 7 × 100 ml grond gemiddeld 5 *Pratylenchus* sp. en 5 *Paratylenchus* sp. naast 145 overige Tylenchida (*Tylenchus*, *Psilenchus* e.d.) en 15.140 saprofage aaltjes.

Sinds 1961 zijn in stroken volgens kruisschema bieten, afrikaantjes, graan (haver, rogge), Westerwolds raaigras, witte klaver en grasklavermengsel (BG 8) geteeld terwijl op één strook braak werd toegepast. In 1963 is aan dit schema nog een strook met aardappelen toegevoegd.

Het verloop van de aaltjespopulatie kan aan de hand van het grondmonsteronderzoek als volgt worden samengevat. In het voorjaar van 1962 zijn per 500 ml grond nog slechts enkele planteparasitaire aaltjes aangetroffen; vermeldenswaard is het voorkomen van 135 ex. *T. brevidens* na Westerwolds raaigras en 1 ex. *T. teres* na afrikaantjes en witte klaver. Het verdere verloop van de aaltjespopulaties is samengevat in tabel 12. Reeds in 1963 blijken slechts in 15 van de 49 monsters nog geen planteparasitaire aaltjes aanwezig te zijn. Naast nog geringe aantallen *Pratylenchus* en *Paratylenchus* kwam *T. brevidens* algemeen en in hogere aantallen voor en was het hoogst na rogge, namelijk gemiddeld 149 ex. per 500 ml grond.

De toevoeging van een extra strook aardappelen op tot dusverre braakliggende grond heeft het aantal 'aaltjesvrije' monsters bij de bemonstering in 1964 verhoogd, terwijl het aantal monsters waarin parasitaire wortelaaltjes zijn aangetroffen nagenoeg gelijk gebleven is. Het verspreidingspatroon verschilt nog weinig van de vorige bemonstering. In een monster na witte klaver zijn enkele larven van het klavercystenaaltje (*H. trifolii*) gevonden en in een

TABEL 12. Overzicht van het aantal monsters waarin wortelaaltjes zijn aangetroffen bij de jaarlijkse bemonstering van vruchtwisselingsproef P89 in Oostelijk Flevoland

jaar en aantal onderzochte monsters	1963 49	1964 64	1965 64	1966 64	1967 64	1968 64	1969 64
waarin:							
geen wortelaaltjes	15	53	14	5	4	.	.
Pratylenchus spp.	8	2	14	5	4	9	13
Paratylenchus spp.	4	4	19	30	40	44	51
Tylenchorhynchus spp.	33	28	43	46	47	41	43
Heterodera juv.	.	1	.	8	14	14	16
Trichodorus sp.	.	2	.	47	59	63	64

tweetal monsters wederom enkele exemplaren van *T. teres*.

De resultaten van het onderzoek van de bemonstering in 1965 tonen een duidelijke toename van de verspreiding van de planteparasitaire aaltjes. In het algemeen betreft het evenwel nog geringe aantallen met uitzondering van *Paratylenchus* spp. na witte klaver en Westerwolds raaigras (resp. 382 en 165 ex./500 ml grond) en van *Tylenchorhynchus* spp. na haver en afrikaantjes, waarbij gemiddeld resp. 560 en 193 ex. werden aangetroffen.

Bij het onderzoek van de grondmonsters van de bemonstering 1966 en 1967 is de hoeveelheid grond die per monster is onderzocht verkleind tot 200 en 100 ml in verband met het stijgend aantal planteparasitaire aaltjes. Voor *Trichodorus* is steeds 500 ml grond aangehouden en bij het onderzoek in 1968 en 1969 weer voor alle aaltjes. Hoewel een verlaging van de onderzochte hoeveelheid grond de aantoonbaarheid van een kleine populatie vermindert en een storende invloed op de regelmaat van de gegevens uitoefent, is een duidelijke tendens aanwezig dat de verschillende parasitaire wortelaaltjes in toenemende mate voorkomen. Bij *Pratylenchus* is deze toename blijkbaar traag, bij *Paratylenchus* en *Tylenchorhynchus* verloopt dit sneller terwijl *Trichodorus* in nagenoeg alle grondmonsters is aangetroffen. Het klavercystenaaltje (*Heterodera trifolii*) is in 1968 in 13 van de 15 met witte klaver beteelde veldjes aantoonbaar aanwezig; enkele larven in een grondmonster buiten de witte-klaver-veldjes (nl. aardappel/haver) zijn een vooralsnog onverklaarbare afwijking. Uit de tabel blijkt eveneens dat er steeds sprake is van gemengde populaties voornamelijk van *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus* en *Trichodorus* en, voor zover mogelijk in verband met de waardplant (witte klaver), van *Heterodera*-larven.

Een overzicht van de verspreiding van de parasitaire wortelaaltjes en de grootte van de populaties bij de bemonstering in 1968 wordt in tabel 13 gegeven. De *Pratylenchus*-populatie is blijkbaar nog gering en laat slechts een geringe verspreiding zien. In het monster uit het veldje met aardappelen na witte klaver (1:4) betreft het de soort *P. penetrans*, terwijl bij Westerwolds raaigras na haver (5:6) voornamelijk *P. neglectus* en enkele *P. penetrans* zijn aangetroffen. *Paratylenchus* (*Pa. projectus* en *Pa.* sp.) komt daarentegen algemeen verspreid over het proefveld voor met gemiddeld de hoogste aantallen

TABEL 13. Overzicht van de verspreiding van aaltjes en de grootte van de populaties op vruchtwisselingsproef P89

Gewassen 1965 en '67 °	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.
Gewassen 1964 '66 en '68	*Pratylenchus*									*Paratylenchus*									*Tylenchorhynchus*									*Heterodera*-larven									*Trichodorus*								
1. aardappel	*	.	*	**	.	.	.	*	16	**	**	*	**	**	*	.	*	89	*	.	*	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	0	*	*	*	**	**	**	**	**	150
2. braak	.	.	.	.	.	.	.	.	0	**	**	*	**	**	*	.	*	194	.	.	.	*	*	**	.	.	19	.	.	.	*	.	.	.	.	2	**	**	**	**	**	**	**	**	101
3. gras-klaver BG 8	.	.	.	.	.	.	.	.	0	**	**	*	**	**	*	.	.	1.348	.	.	.	.	.	**	.	.	8	.	.	.	**	.	.	.	.	7	**	**	**	**	*	**	**	**	180
4. witte klaver	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	**	**	**	**	.	.	**	1.280	.	*	*	.	*	**	**	.	124	*	**	**	**	**	**	**	**	291	**	**	**	**	**	**	**	**	100
5. Westerwolds raaigras	.	.	.	.	.	.	**	.	13	**	**	**	**	**	.	*	**	1.224	*	**	.	*	*	**	**	*	123	.	.	.	*	.	.	.	.	3	**	**	**	**	**	**	**	**	228
6. haver	*	.	.	*	.	.	.	.	6	.	*	.	*	*	**	.	.	45	.	**	**	**	**	**	**	**	1.865	*	.	.	**	.	.	.	.	12	**	**	*	**	.	**	*	*	58
7. Afrikaantjes	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	*	.	**	.	.	.	42	*	**	**	**	**	**	**	**	769	.	.	.	*	.	.	.	.	1	**	**	**	**	**	**	**	**	194
8. suikerbiet	.	.	.	.	*	*	.	.	4	.	*	*	**	**	**	*	*	984	*	*	.	**	**	**	*	.	262	.	.	.	.	.	.	.	.	0	**	**	**	**	**	**	**	**	249
gem.	6	0	2	13	1	19	0	2		173	516	273	1119	1534	54	7	1498		4	344	67	284	604	602	933	238		2	30	61	31	24	61	83	24		149	217	82	182	116	144	166	203	

. = niet aangetroffen
* = 1-50
** = 50-100
** = 100-500
** = > 500
gem. = gemiddeld aantal per 500 ml grond.
° = voor nummering zie gewassen 1964, '66 en '68.

na gras en witte klaver of een mengsel ervan (BG 8); ook enkele veldjes (4, 5, en 6) uit de strook suikerbiet (8) zijn vrij hoog evenals het kruisveldje 6 (haver). De populaties van *Tylenchorhynchus* (vnl. *T. dubius* naast *T. brevidens*) maken t.o.v. die van *Paratylenchus* een opmerkelijke complementaire indruk, hetgeen evenwel bij suikerbiet na de voorvruchten witte klaver (4), Westerwolds raaigras (5) en haver (6) niet het geval is. Na haver is de populatie het hoogst, hetgeen overeenkomstig de verwachtingen is, terwijl deze aaltjes ook na afrikaantjes (*Tagetes patula*) duidelijk aanwezig zijn. Opvallend zijn de geringe aantallen na gras en witte klaver.

De verspreiding van het klavercystenaaltje (*Heterodera trifolii*) is overeenkomstig de aanwezige waardplanten beperkt tot de stroken waar witte klaver is geteeld. Het aantal vrije larven in de grond is na het gewas 1968 hoger dan waar in 1967 witte klaver (4) heeft gegroeid. De wat geringere populatie op het kruisveldje (4:4) is mogelijk een gevolg van een minder goede groei van het gewas door aantasting van *Rhizoctonia solani* die juist op dit veldje telkenjare is opgetreden. Op de stroken met gras-klavermengsel heeft de geringere hoeveelheid klaverplanten per oppervlakte-eenheid bij dit onderzoek blijkbaar nog geen aantoonbare populatie opgeleverd, behalve wanneer er ook witte klaver alleen is geteeld. Bij nader onderzoek tijdens het groeiseizoen in 1969 kwam naar voren dat het klavercystenaaltje verder verspreid voorkomt dan uit deze gegevens blijkt. Dit werd bevestigd door de resultaten van het cystenonderzoek van de bemonstering in het najaar van 1969 (tabel 14) waaruit blijkt dat een geringe populatie van het klavercystenaaltje over het gehele proefveld verspreid aanwezig is, die is toegenomen naarmate er meer witte klaver is geteeld.

Trichodorus teres is in nagenoeg alle monsters aangetroffen hetgeen, naast een algemene verspreiding, duidt op het polyfage karakter van deze aaltjes. Het aantal aaltjes ligt in de grondmonsters na de teelt van suikerbiet en Westerwolds raaigras en in iets mindere mate ook na afrikaantjes boven het gemiddelde, terwijl na haver gemiddeld een opmerkelijk geringere populatie voorkomt. Bij een oriënterend onderzoek van de in 1968 gedane bemonstering bleek in één van 7 monsters ratelvirus aangetoond te kunnen worden. In

TABEL 14. Populaties van het klavercystenaaltje (*H. trifolii*) bij bemonstering in oktober 1969 op vruchtwisselingsproef P 89 na de teelt van gewassen gedurende 9 jaren. Gemiddeld aantal cysten (c), levenskrachtige cysten (lc) en eieren en larven (l) per 200 ml grond

Gewassen 1962, 1964, 1966 en 1968	Gewassen in 1961, 1963, 1965, 1967 en 1969								
	Westerwolds raaigras			gras-klaver mengsel BG 8			witte klaver		
	c	lc	l	c	lc	l	c	lc	l
witte klaver	268	150	18.100	356	140	10.100	425	322	31.900
BG 8	12	6	720	17	16	1.490	430	184	15.000
overigen	2	1	65	3	1	50	307	171	15.200

TABEL 15. Het voorkomen van ratelvirus in grondmonsters genomen in het najaar van 1969 van vruchtwisselingsproef P89

Gewassen	Voorkomen van ratelvirus
suikerbieten	12/16*
afrikaantjes	16/16
haver	7/16
Westerwolds raaigras	3/16
witte klaver	4/16
gras-klavermengsel (BG 8)	0/16
braak	4/16
aardappel	2/16

* deeltal = aantal toetsingen waarbij besmetting is verkregen, deler = aantal toetsingen dat is uitgevoerd.

aansluiting hierop zijn de restanten van alle grondmonsters die in het najaar van 1969 zijn genomen, getoetst op de aanwezigheid van dit virus met uien als vangplant en tabak als toetsplant. Bovendien zijn enkele toetsingen uitgevoerd op boon (Bataaf). Op deze wijze is gebleken dat ratelvirus over het gehele proefveld verspreid voorkwam waarbij de besmetting uit de monsters na suikerbieten en afrikaantjes opvallend algemeen was (tabel 15). In de betreffende toetsplanten waren de symptomen bovendien veel ernstiger dan na de overige gewassen. Vermeldenswaard is de aanwezigheid van ratelvirus in enkele monsters uit de strook die in 1969 braak heeft gelegen.

Op de proefboerderij 'de Schreef' in Oostelijk Flevoland is een bouwplannenproef gelegen op kleigrond (32% lutum, 2,8% humus, 10% $CaCO_3$) die verschillende vruchtopvolgingsschema's (6-, 4- en 3-jarige rotaties) omvat met aardappelen, bieten, granen, gras (groenbemesting, kunstweide, zaadteelt) en enkele handelsgewassen (vlas, erwten). Deze proef is aangelegd in 1963 nadat het perceel was begroeid geweest met riet en in 1962 beteeld met koolzaad. In februari 1968 zijn van een negental veldjes van deze proef grondmonsters voor aaltjesonderzoek genomen. In 6 van deze monsters werden nog geen planteparasitaire aaltjes aangetroffen. Ook de grootte van de aaltjespopulaties in de drie overige monsters bleek nog zeer beperkt te zijn, nl. in 2 monsters *Pratylenchus neglectus* (gem. 2 en 24 ex./100 ml grond), in 2 monsters *Paratylenchus* sp. (5 en 6 ex.) en in 2 monsters *Meloidogyne naasi* (20 en 2 ex.). Een verband met de vruchtopvolging tekende zich nog niet af. Gezien deze resultaten verloopt op zwaardere grond de opbouw van een aaltjespopulatie minder snel dan op zandgrond.

3.3.5. *Gevolgen voor het bouwplan*

3.3.5.1. Inleiding

Wanneer binnengebrachte aaltjes zich handhaven en vermeerderen, kunnen hieruit voor de land- en tuinbouw verschillende problemen ontstaan. Deze

kunnen zowel betrekking hebben op de hoeveelheid als op de kwaliteit van het geoogste produkt. Vooral het laatste kan de handelswaarde ernstig doen dalen en de rentabiliteit van de teelt ongunstig beïnvloeden.

Bij het veldonderzoek in de polders zijn populaties van verschillende plantenparasitaire aaltjes aangetroffen. De verzamelde gegevens geven een indruk van de vermeerdering van binnengekomen aaltjes tot een aantoonbare populatiegrootte en de problemen die dit kan geven voor de bedrijfsvoering op de betreffende percelen. Naast de aard van de grond wordt het risico van schade beïnvloed door de gewassenkeuze in de betreffende polders. Deze heeft in vrij sterke mate afgeweken van het bouwplan in andere landbouwgebieden in Nederland. In de Wieringermeer zijn aanvankelijk veel granen geteeld. In de periode 1935 t/m 1937 betrof het 69% van de oppervlakte bouwland tegen slechts 12% hakvruchten (VELDMAN 1954). Na de inundatie (1945) is het bouwplan aanmerkelijk gewijzigd waarbij het aandeel van de granen daalde ten gunste van handelsgewassen en hakvruchten waarmede in 1951 resp. 42, 21 en 23% van de oppervlakte bouwland werd beteeld. In de Noordoostpolder is na de ontginningsperiode de verschuiving in het bouwplan op de bedrijven nog groter geweest en in 1955 bedroeg het aandeel van deze gewassen resp. 26, 34 en 39%. In Oostelijk Flevoland lag deze verhouding in 1969 resp. 42, 12 en 46. Ook bij een gelijktijdige vergelijking van het bouwplan zijn er tussen de drie polders opmerkelijke verschillen (tabel 16, WILLEMS 1965).

De granen omvatten voornamelijk tarwe en in veel mindere mate gerst; de handelsgewassen voornamelijk vlas met daarnaast erwten en graszaad. Het areaal hakvruchten is ongeveer voor de helft aardappelen (poot- en consumptie-) en de helft bieten. De voortschrijdende verschuivingen in het bouwplan vinden plaats zowel door een toename van de oppervlakte hakvruchten als door een uitgebreidere teelt van tuinbouwgewassen die behalve bloembollen (tulp, gladiool), peen, witlof en aanvankelijk ook fruit (appelen), vooral de teelt van uien betreft. Vooral op kleinere landbouwbedrijven in de Noordoostpolder is de uitbreiding van de oppervlakte hakvruchten en tuinbouwgewassen relatief groot en in 1965 was het aandeel van deze beide gewassen gemiddeld 70% van de bedrijfsoppervlakte. Ook op de gemengde bedrijven is er, met name op de iets betere gronden, een stijging van het areaal bieten en van grasland

TABEL 16. Vergelijking van het grondgebruik (in % van de oppervlakte) in de drie polders in 1964 en 1968.

Gewassen	Wieringermeer		Noordoostpolder		Oost Flevoland	
	1964	1968	1964	1968	1964	1968
granen	37,2	35,6	30,9	25,8	41,9	33,5
handelsgewassen	19,7	9,4	12,2	4,8	12,2	5,3
hakvruchten	33,5	37,0	52,8	48,9	45,6	55,4
tuinbouwgewassen	6,0	5,9	3,2	5,3	0,2	1,2
groenvoedergewassen	3,5	12,1	0,9	15,1	0,1	4,6

ten koste van de oppervlakte granen en handelsgewassen. Op deze bedrijven worden tevens tuinbouwgewassen (bloembollen, uien, peen) geteeld. Samenvattend kan worden gesteld dat, afgezien van betrekkelijk kleine variaties, op de bedrijven in de IJsselmeerpolders globaal een derde aardappelen, een derde bieten en een derde graan wordt verbouwd met daarnaast een geleidelijk toenemend areaal tuinbouwgewassen doorgaans ten koste van de oppervlakte handelsgewassen. In een verslag van het Landbouwkundig Onderzoek in de IJsselmeerpolders wordt naar aanleiding van dit bouwplan de vraag gesteld 'of de grond dit volhoudt' en of niet 'hier en daar de rode streep bereikt is; of... reeds overschreden?' (WILLEMS 1966). Naast de gewassen die zijn vermeld bij de samenstelling van het bouwplan, dient men bovendien rekening te houden met kunstweide en de teelt van groenbemestingsgewassen, die in de polders een belangrijke rol spelen bij de organische stofvoorziening van de grond.

Een bouwplan met een beperkt aantal gewassen vormt een gunstige situatie voor het optreden van planteparasitaire aaltjes die slechts enkele waardplanten hebben. Wanneer één van de gewassen een goede waardplant is, kan de populatie in korte tijd zodanig toenemen dat deze bij de teelt van gevoelige gewassen aanleiding geeft tot problemen. Bij meer polyfage aaltjessoorten is dit weliswaar van geringere betekenis, doch dan kan de vruchtopvolging van belang zijn, waarbij de plaats van gevoelige gewassen na meer of minder gunstige waardplanten de mate bepaalt waarin het probleem tot uiting kan komen.

Bij het onderzoek op de bedrijven in de polders zijn beide mogelijkheden waargenomen. Enerzijds zijn het problemen die ook op bedrijven buiten de polders bekend zijn, zoals o.m. aantasting door cystevormende aaltjes (*Heterodera* spp.), wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.), stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*), destructoraaltjes (*Ditylenchus destructor*) en vrijlevende wortelaaltjes (*Pratylenchus* spp.). Anderzijds zijn het problemen die buiten de polders slechts lokaal voorkomen, zoals aantasting door *Hemicycliophora* spp. en *Trichodorus teres*.

De ervaringen met deze aaltjes in de polders verkregen op praktijkpercelen, op proefvelden en bij laboratoriumproeven, worden hierna beknopt samengevat. Een overzicht van de resultaten van het onderzoek ten aanzien van *Trichodorus teres* wordt in hoofdstuk 4 gegeven.

3.3.5.2. *Heterodera*-soorten

De waardplanten-reeksen van *Heterodera*-soorten zijn in het algemeen beperkt. Schade in gewassen treedt dan ook vooral op bij een eenzijdige teelt van een bepaald gewas of min of meer verwante gewassen. In 1949/1950 zijn uit de Wieringermeer in het kader van het landelijk aardappelmoeheidsonderzoek ruim 3000 grondmonsters onderzocht op het voorkomen van cystevormende aaltjes waarbij in 23% van de monsters citroenvormige cysten van het havercystenaaltje, het bietecystenaaltje of het klavercystenaaltje bleken voor te komen. In vergelijking met het oude land was dit een gunstige situatie. Bij een soortgelijke bemonstering in 1966 bleek dit percentage te zijn gestegen tot 90% (KUIPER 1968).

De eerste waarnemingen over schade door cystenaaltjes betreffen aantastingen in 1943 en 1944 van haver door havercystenaaltjes op een proefveld met eenzijdige graanteelt gelegen op zavelgrond (± 25% afslibbaar) en op een tweetal percelen op landbouwbedrijven waar 8 maal in 12 resp. 13 jaar graan was geteeld (DIJKEMA 1947). In de overigens goed groeiende gewassen was groei zeer slecht. Voor de infectie was geen bron aan te geven. De eenzijdige teelt van granen had evenwel de vestiging van deze aaltjes bevorderd. Met de afname van het areaal granen in het bouwplan na 1945, vooral van haver, is schade door deze aaltjesaantasting in steeds mindere mate opgetreden en bij het veldonderzoek slechts in enkele gevallen schade waargenomen.

In 1959 werd voor het eerst bij bieten op lichte zavelgrond een aantasting door het bietecystenaaltje geconstateerd. Op het perceel waren in voorgaande jaren behalve bieten ook koolzaad en kool geteeld. Nadien is in deze polder slechts incidenteel schade bij bieten en kroten in verband met een aantasting van bietecystenaaltjes aangetroffen.

In de Noordoostpolder zijn bij grondmonsteronderzoek in de jaren 1949–1951 in 14 van de 2893 monsters cystevormende aaltjes aangetroffen. Bij nader onderzoek zijn alleen aan de wortels van witte en rode klaver cysten gevonden, o.a. in de bermen van wegen nabij het oude land.

Bij grondmonsteronderzoek in 1968 waarbij per 1/3 ha een monster van ± 750 ml is onderzocht, bleek slechts in 19% van de 27.775 monsters in meer of mindere mate citroenvormige cysten voor te komen, voornamelijk op de zand- en lichte zavelgronden. Bovendien zijn daar de populaties opmerkelijk groter dan op de zwaardere gronden in deze polder. Naast bedrijven met een vrij algemene verspreiding van cysten in variërende aantallen, zijn er bedrijven waar in één monster een grote populatie is aangetroffen en in de overige monsters nog geen of een zeer gering aantal cysten. Er zijn geen aanwijzingen verkregen over de mogelijke herkomst van de besmetting op de bedrijven. In een aantal gevallen was juist in het monster van het erf, dat in het algemeen met gras en witte klaver is begroeid, een opmerkelijk aantal cysten gevonden. Deze populaties zijn waarschijnlijk een afspiegeling van besmettingen die met velerlei vormen van verkeer plaats vinden.

Uit veldwaarnemingen bleek dat het klavercystenaaltjes waren hetgeen verband houdt met de groei van witte klaver in grasland dat als meerjarige kunstweide op deze bedrijven in het bouwplan is opgenomen. Op proefvelden op deze lichte gronden was in 1962 gebleken dat deze aaltjes één van de mogelijke oorzaken kunnen zijn van een minder goede groei en het verdwijnen van witte klaver in grasland hetgeen door onderzoek in potproeven is bevestigd (HIDDING et al. 1963, ENNIK et al. 1965, HIJINK & KUIPER 1966).

Bietecystenaaltjes zijn, doorgaans nog slechts in geringe populaties, zowel in lichte als in zwaardere gronden aangetroffen. Schade door deze aaltjes is waargenomen bij bieten en koolzaad in 1963, 1964 en 1969. De eerstgenoemde aantasting betrof een perceel op lichte zavelgrond waar beide gewassen plekswijze achterbleven in groei. Het was het tweede bietegewas dat op deze grond werd verbouwd; de populatie van de bietecystenaaltjes bij de slecht-

groeiende planten was opmerkelijk hoog. De aantasting in 1969 trad daarentegen in ernstige mate en tamelijk gelijkmatig over het gehele perceel op, waar in een periode van 15 jaar voor de vijfde maal suikerbieten werden geteeld. Gezien de frequente teelt van bieten en de aaltjespopulatie in de grond was er waarschijnlijk sprake van een relatief recente besmetting. Over de aard hiervan zijn echter geen aanwijzingen verkregen.

Het havercystenaaltje is slechts incidenteel in de Noordoostpolder waargenomen, hetgeen gezien het beperkte aandeel van de graanteelt in de vruchtwisseling ook te verwachten is. In 1964 werd schade waargenomen in zomertarwe waar op enkele scherpbegrensde kleine plekken van slechts enkele vierkante meters de groei van het gewas te wensen overliet. Op het perceel waren sinds 1960 afwisselend graan (tarwe, gerst) en hakvruchten geteeld.

In Oostelijk Flevoland is tot 1972 op de bedrijven geen schade door cystenaaltjes waargenomen. Klavercystenaaltjes werden meegebracht met plantmateriaal (tabel 1) en populaties werden aangetroffen op en nabij de vruchtwisselingsproeven A12 en P89 bij witte klaver. Een aantasting van havercystenaaltjes werd geconstateerd bij zomergerst op een perceel dat nog in de ontginningsfase verkeerde. Ook op deze percelen zijn geen aanwijzingen over de herkomst van de besmettingen verkregen.

3.3.5.3. *Meloidogyne*-soorten

In tegenstelling tot *Heterodera*-soorten zijn de waardplantreeksen van *Meloidogyne*-soorten in het algemeen meer of minder uitgebreid. Schade in gewassen door deze aaltjes kan dan ook bij velerlei vruchtopvolgingen optreden. Door een welgekozen vruchtopvolging, afhankelijk van de wortelknobbelaaltjessoort, is het risico van schade belangrijk te beperken. Tijdens het onderzoek zijn een drietal soorten in de polders aangetroffen, samengaand met meer of minder ernstige schade in de gewassen.

Een ernstige aantasting werd waargenomen bij tomaten door de warmteminnende soort *M. arenaria* in kassen op zandgrond bij Ens (N.O.P.). Vrijwel zeker is dit een gevolg van het uitplanten van besmette planten die als aanvulling van eigen teelt van buiten de polder waren gekocht. Uit de resultaten van begeleidend onderzoek bleek jaarlijks grondontsmetting nodig om schade te voorkomen. In dit opzicht onderscheidt de toestand in deze kassen zich niet van die in andere teeltgebieden waar de aantasting als 'knol' bekend staat.

Het wortelknobbelaaltje *M. hapla* dat voornamelijk schade veroorzaakt bij tuinbouwgewassen geteeld op zandgrond, was op tuinbouwbedrijven in de Noordoostpolder de oorzaak van een slechte opbrengst en kwaliteit van verschillende groentegewassen, o.a. peen, witlof en schorseneren. In de N.O.P. werd ook bij suikerbieten, uien, wortelen en erwten schade ondervonden van het optreden van dit aaltje, hoewel dit doorgaans niet het geval is op landbouwbedrijven, waar niet-waardplanten van *M. hapla* als granen en grassen in de vruchtwisseling opgenomen zijn. Op deze bedrijven werd weinig of geen graan geteeld of, wanneer dit wel het geval was, als ondergewas een vlinderbloemig groenbemestingsgewas geteeld dat wel een waardplant van deze aaltjes is. In

kunstweide kan de witte klaver in het grasbestand de populatie van de aaltjes op een schadelijk peil houden.

Zowel op de tuinbouw- als op de landbouwbedrijven zijn geen directe aanwijzingen over de herkomst van de besmettingen verkregen. Wanneer deze aaltjes op het bedrijf aanwezig zijn, kan door een gerichte vruchtwisseling de kans op schade in belangrijke mate worden beperkt ('s JACOB 1960).

In tegenstelling tot *M. hapla*, treden grote populaties van *M. naasi* vooral op bij de teelt van granen (tarwe, gerst) en van grassen voor zaadteelt, als groenbemestingsgewas of als kunstweide opgenomen in de vruchtwisseling. Schade is bij veldonderzoek en op proefvelden voornamelijk waargenomen bij suikerbieten, uien, tarwe en gerst en in proeven bij enkele grassen. Bij suikerbieten komt de aantasting tot uiting door het wegvallen van kiemplanten en misvormde bieten met een lager suikergehalte, hetgeen gezamenlijk tot een grote opbrengstderving kan leiden (D'HERDE 1965, KUIPER 1971). Bij uien was dit voornamelijk het gevolg van een ongunstige sortering van de oogst. Van de beide granen bleek gerst het gevoeligst. Opmerkelijk bij deze gewassen was dat wanneer het gewas zich ogenschijnlijk goed herstelde nadat de ontwikkeling aanvankelijk door de aantasting had gestagneerd, het later rijpte waardoor nog moeilijkheden bij de oogst optraden.

Over de mogelijke herkomst van de besmettingen zijn vooral in Oostelijk Flevoland waarnemingen verricht (3.2.4.). Aangezien bij de teelt van onvatbare gewassen en ook van bieten en uien de aaltjespopulatie zodanig daalt dat deze op de groei van volgende gevoelige gewassen in het algemeen geen waarneembare invloed zal hebben (tabel 11), kan men met een aangepaste vruchtwisseling het risico van schade tot een voor de praktijk aanvaardbaar niveau beperken. Ook vele onkruiden zijn waardplant voor deze aaltjes, doch de invloed ervan op de grootte van de populatie heeft weinig praktische betekenis. Een uitzondering hierop zijn wilde haver, duist en kweek waarvan vooral laatstgenoemde een zeer goede waardplant voor deze aaltjes gebleken is. Voor het optreden van schade door deze aaltjes bleek een zekere vochtrijkheid van de grond in het voorjaar bevorderlijk te zijn.

3.3.5.4. *Ditylenchus*-soorten

In de polders is schade door een tweetal vertegenwoordigers van dit aaltjesgeslacht bij enkele gewassen waargenomen, namelijk het destructoraaltje (*D. destructor*) en het stengelaaltje (*D. dipsaci*) die met plantmateriaal en zaad waren binnengekomen.

Aantasting door destructoraaltjes trad op in enkele partijen bolirissen waarbij de herkomst van de besmetting was terug te voeren tot het gebruikte plantgoed. Bij een geforceerde teelt van rabarber bleek de wortelstok zodanig door deze aaltjes te kunnen worden aangetast dat er oogstderving optrad (KUIPER 1967). In tegenstelling tot de ervaringen in Duitsland (DERN 1966) werden bij de buitenteelt van dit gewas geen afwijkingen in de groei waargenomen. Ook hier is waarschijnlijk sprake van een latente besmetting van het plantgoed dat is aangevoerd van buiten de polder.

Hoewel verschillende gewassen en onkruiden het mogelijk maken dat een populatie van deze aaltjes zich in de grond kan handhaven (HENDERSON 1958, DECKER 1969) en deze laatsten zich bovendien kunnen voeden met het mycelium van verschillende schimmels (SEINHORST & BELS 1951, DARLING et al. 1957), speelt in het algemeen besmetting met plantgoed een belangrijke rol en bestrijdingsmaatregelen zijn dan ook voornamelijk hierop gericht.

Een eerste en ernstige aantasting door stengelaaltjes werd reeds in 1942 gemeld in de Wieringermeer bij stambonen waarbij tevens de opmerking werd gemaakt dat 'hiermede het wederom aan een der vijanden van bepaalde gewassen is gelukt zich in de polder te vestigen' (ANONYMUS 1943). Na de inundatie is een aantasting in aardappelknollen gemeld waarbij besmetting met pootgoed waarschijnlijk wordt geacht (ANONYMUS 1946). Op de landbouwgronden is bij het veldonderzoek in deze polder geen aantasting door stengelaaltjes in gewassen waargenomen. Dit was daarentegen wel het geval, voornamelijk bij de teelt van uien, op zavelgrond van percelen waar tuinbouwgewassen worden geteeld (KAAI & PRONK 1965).

Bij de toenemende belangstelling in de polders voor de teelt van uien, zijn ook de gevolgen van een infectie met stengelaaltjes in dit gewas tot uiting gekomen. Van oudsher is bekend dat uienzaad in meer of mindere mate met stengelaaltjes besmet kan zijn (RITZEMA BOS 1889, KLEIJBURG 1969). Bij aantasting door stengelaaltjes waarmee uienzaad besmet was werden er in het gewas meestal geen of slechts geringe symptomen waargenomen. Bij bewaring gaf deze aantasting evenwel soms moeilijkheden wegens het optreden van rot. Ook met plantuitjes zijn deze aaltjes in de polders meegekomen waarbij een zodanige aantasting optrad dat het gewas waardeloos was.

Uit veldwaarnemingen en op proefvelden is gebleken dat op lichtere gronden de teelt van uien en andere gevoelige gewassen enige tijd na een infectie weer mogelijk is zonder aantasting door stengelaaltjes. In gevoelige gewassen (uien, peen, erwten, aardappelen) op zwaardere grond met meer dan 25% afslibbaar (= 17% lutum) is daarentegen wel aantasting waargenomen als gevolg van besmetting vanuit de grond. In deze gronden kan een populatie van stengelaaltjes zich blijkbaar zodanig handhaven dat bij de teelt van gevoelige gewassen, met name uien, een grote besmettingskans aanwezig is. Dit stemt overeen met waarnemingen bij de uienteelt in het zuidwesten van Nederland (VAN BEEKOM 1940, SEINHORST 1956) en betekent een zekere beperking in de vrijheid van gewassenkeuze en/of groter risico van enkele belangrijke gewassen op de bedrijven.

3.3.5.5. *Pratylenchus*-soorten

In het algemeen zijn deze aaltjes bij het onderzoek in de polders, zowel in de grond als in wortels, regelmatig aangetroffen, vooral naarmate de grond langer in gebruik was. Besmetting van de grond is voornamelijk waargenomen met beworteld plantgoed (3.2.1.) terwijl de verdere ontwikkeling van de populatie vooral werd bepaald door de grondsoort (3.3.3.) en de begroeiing (3.3.4.). Het betroffen voornamelijk populaties van *P. neglectus* met daarnaast in de lichte

gronden, nog incidenteel, *P. penetrans* en in zwaardere gronden *P. thornei*. Gezien de verspreiding van deze populaties op de bedrijven is er naast bovengenoemde besmetting met plantgoed, sprake van een meer diffuse wijze van infectie, waarvoor geen herkomst is aan te geven.

Hoewel bij het onderzoek in de polders soms grote populaties van *P. neglectus* in de grond en in de wortels van verschillende gewassen zijn aangetroffen, is daarbij in het algemeen geen verband met de groei van de gewassen naar voren gekomen. Dit is in overeenstemming met de ervaringen van vruchtwisselingsproeven in Nederland en Engeland, waar granen en enkele andere gewassen een grote tolerantie ten aanzien van een aantasting door deze aaltjes toonden (GAIR et al. 1969, HIJINK & DAS 1970). In Duitsland wordt daarentegen wel schade door aantasting van deze aaltjes gemeld met name bij grassen en granen (rogge, tarwe en gerst) waarvan vooral de wintergranen gevoelig zijn (KÖNNECKE 1967, FISHER 1968, DECKER 1969). Slechts in enkele gevallen is bij het veldonderzoek een verband gevonden tussen de mate van besmetting en de stand van het gewas bij tarwe en gerst. De afwijkingen in deze granen kwamen overeen met de beschreven verschijnselen waarvan, naast een mindere groei, het later in de aar komen en een slechtere ontwikkeling van de aar het meest opvallend was. Welke factoren in deze gevallen van betekenis zijn geweest, is uit de verzamelde gegevens niet duidelijk geworden en is niet nader onderzocht.

In de polders is ook schade door *P. penetrans* waargenomen bij de teelt van enkele boomkwekerijgewassen (wilg, populier) en op een perceel bij aardappelen (valplekken). Daarnaast is op verschillende percelen een gering aantal van deze aaltjes in de grond aangetroffen. Deze aaltjes veroorzaken wortelrot bij een uitgebreide reeks land- en tuinbouwgewassen (SLOOTWEG 1956, KLINKENBERG 1950, 1953, OOSTENBRINK 1954, 1956, D'HERDE, DE MAESENEER & V. D. BRANDE 1961, HOESTRA & OOSTENBRINK 1962).

Met de gangbare vruchtwisseling is er op landbouwbedrijven slechts een geringe kans op schade bij de teelt van aardappelen. Wijziging van deze vruchtwisseling of teelt van vlinderbloemige groenbemestingsgewassen vergroot evenwel deze kans terwijl men ook bij het opnemen van gevoeliger gewassen in de vruchtwisseling reeds met een eventuele aanwezigheid van deze aaltjes rekening zal moeten houden (OOSTENBRINK et al. 1957).

Bij het veldonderzoek op zwaardere gronden zijn soms opmerkelijk grote populaties van *P. thornei* in de grond en wortels waargenomen, vooral bij de teelt van tarwe, waarbij evenwel geen verband met de groei van het gewas werd gevonden. In potproeven werden bij tarwe en gerst slechts geringe groeiverschillen in verband met de grootte van de aaltjespopulatie verkregen. In de Verenigde Staten is wel ernstige schade bij de teelt van granen, voornamelijk van haver en tarwe, door aantasting van deze aaltjes waargenomen (THORNE 1961).

3.3.5.6. *Hemicycliophora*-soorten

Aaltjes behorende tot het geslacht *Hemicycliophora* (DE MAN 1921), vallen op door hun lange mondstekel en dubbele huid ('sheat nematodes', CHITWOOD & BIRCHFIELD 1956). Zij worden in lichte vochtige zandgronden regelmatig

aangetroffen, zowel in cultuurgrond als in grond van terreinen met een natuurlijke begroeiing (PAETZOLD 1958, LOOF 1968). Deze wortelaaltjes leven ectoparasitair op of nabij de wortelpunten van de planten (fig. 4).

De aantallen aaltjes die in de grond worden aangetroffen, zijn in het algemeen gering en aan hun aanwezigheid is aanvankelijk geen grote betekenis gehecht voor de groei van de gewassen. De aanwezigheid van grote populaties van deze aaltjes in slibhoudende zandgronden in de polders waarbij een verband werd gevonden met slechte groei van gewassen, was aanleiding tot nader onderzoek (1.2.1.). In de Verenigde Staten vond ongeveer tegelijkertijd onderzoek plaats naar aanleiding van slechte groei van enkele gewassen samengaand met grote populaties van *Hemicycliophora*-soorten (VAN GUNDY 1957, 1958, 1959, RUEHLE & CHRISTIE 1958, ZUCKERMAN 1961, MCELROY & VAN GUNDY 1967). In aansluiting op de reeds gepubliceerde gegevens (KUIPER 1959) kunnen de waarnemingen die bij het onderzoek ten aanzien van deze aaltjes in de polders zijn verricht, als volgt worden samengevat.

Aantasting door deze aaltjes bij peen komt vooral tot uiting in een, meestal pleksgewijs, achterblijven in de groei van jonge planten, een dunnere stand van het gewas door wegval van kiemplanten en een dichtere beworteling dan normaal met veel fijne zijwortels ('harig'), waarvan sommige galvormig gezwollen zijn. Deze verschijnselen zijn met inoculatie van *Hemicycliophora* spp. gereproduceerd (tabel 17, KUIPER 1959).

In proeven en in de praktijk hebben deze afwijkingen tot gevolg dat de kwaliteit van de oogst daalt. De opbrengst in gewicht valt, gezien de soms grote

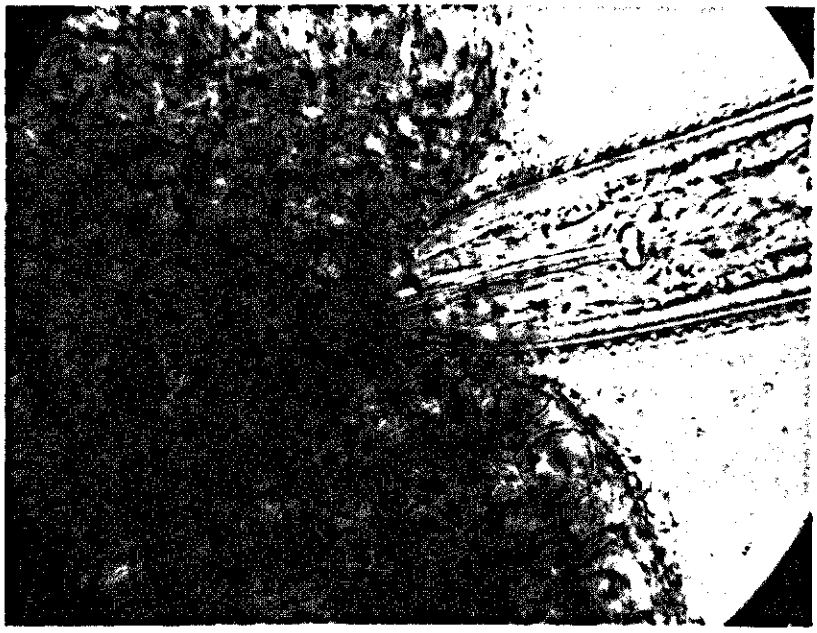


FIG. 4. Kop van *Hemicycliophora* sp. met uitgestoken mondstekel gehecht aan wortelpunt.

TABEL 17. Wegval van kiemplanten en groei van het gewas na inoculatie van *Hemicycliophora* spp. bij peen

Aantal per 100 ml grond	Aantal planten	Stand gewas
8	89–98	8
60	28–47	6
180	18–19	4

verschillen in de beginontwikkeling van het gewas, mee omdat het gewas zich later, althans op het oog, min of meer herstelt. De ongunstige invloed op de kwaliteit komt tot uiting òf door een slechte, niet gewenste onregelmatige vorm van de peen òf door een te grove peen. In het laatste geval is dit het gevolg van wegval van kiemplanten waardoor de resterende planten te fors uitgroeien, terwijl de hoeveelheid zaad die wordt gebruikt is afgestemd om een bepaalde kwaliteit te verkrijgen.

Bij suikerbieten kwam de aantasting eveneens tot uiting in het achterblijven vooral in het begin, van de groei van het gewas. De penwortel was daarbij soms vertakt, doch in veel gevallen vrijwel normaal ontwikkeld maar dunner dan bij de goed groeiende planten. Bovendien waren er opvallend veel fijne zijworteltjes die veelal min of meer verbruind zijn naast nog blanke wortels met een stompe en soms enigszins opgezwollen wortelpunt. Dit beeld vertoont veel gelijkenis met wortelafwijkingen bij een aantasting door *Longidorus* spp. (WHITEHEAD 1965, DUNNING & COOKE 1967). Hoewel aanvankelijk opmerkelijke verschillen in loofontwikkeling kunnen optreden, hetgeen door inoculatieproeven met *Hemicycliophora* spp. kon worden bevestigd, herstelde het gewas zich later meestal weer redelijk, al werd bij de oogst een opbrengstderving van 15–18% vastgesteld. Bij granen (tarwe en gerst) was het aangetaste wortelstelsel eveneens sterk vertakt en warrig met iets gezwollen wortelpunten. Groeiverschillen waren soms in de jeugdontwikkeling van het gewas aanwezig doch gaven doorgaans geen verschillen in de opbrengst. Bij rode klaver was het wortelstelsel eveneens meer dan normaal vertakt en werden aaltjes waargenomen zowel op de wortelpunten als op de stikstofknolletjes.

Bij iris en gladiool waren de gevolgen van aantasting soms desastreus; het gewas ontwikkelde zich nauwelijks en bloeide niet waarbij de verschijnselen heviger waren naarmate een kleinere maat plantgoed was geplant (fig. 5). De wortels van de ernstig aangetaste planten waren slecht ontwikkeld, vaak verbruind of met vele korte verbruinde zijworteltjes. Bij inoculatieproeven is wel een aanmerkelijke reductie van groei, bloei en wortelontwikkeling bij deze beide gewassen verkregen doch de zeer slechte groei zoals bij sommige gewassen in het veld is waargenomen, is daarbij niet verkregen. Opmerkelijk was dat in het veld, onder vergelijkbare groeiomstandigheden, bij aangrenzende gewassen van tulp en narcis geen enkele afwijking kon worden waargenomen, hetgeen in potproeven evenmin het geval was.

De eerste waarnemingen in het veld waarbij een verband werd gevonden

FIG. 5. Slechte groei van iris samengaand met *Hemicycliophora* spp. in de grond.

met de *Hemicycliophora*-populatie in de grond, zijn verricht op percelen in de omgeving van Ens in de Noordoostpolder. In dit gebied hebben wij te maken met een mengsel van 2 *Hemicycliophora*-soorten namelijk *H. conida* Thorne en *H. thienemanni* (Schneider) LOOF (LOOF 1968).

De grond heeft de volgende samenstelling:

humus	1,4%	$CaCO_3$	5,8%
lutum	7 %	zand: totaal	85
afslibbaar	8 %	grover deel	79 %

Later zijn deze beide soorten, met name *H. conida*, ook elders in fijnzandiger gronden in grote aantallen aangetroffen waar ook *Trichodorus teres* talrijk voorkwam. De aard van deze grond is bij laatstgenoemde aaltjessoort nader beschreven (4.4.1. en 4.4.3.).

Voor de tuinbouwbedrijven nabij Ens heeft men de mogelijkheid tot een goede beheersing van de watervoorziening van de grond, waarbij ieder perceel wordt begrensd door een sloot met een hoge en met een lage gemiddelde waterstand. Bij het veldonderzoek was het opgevallen dat onder de meer vochtige conditie van de grond nabij de kavelsloot met een hoge waterstand, de populatie veelal opmerkelijk groter was dan bij de sloot met lage waterstand. Bovendien was er sprake van een verschuiving in de samenstelling van de *Hemicycliophora*-populatie waarbij *H. thienemanni* resp. *H. conida* in de bouwvoor domineerde.

Dit verschillende gedrag van deze beide *Hemicycliophora*-soorten kwam eveneens tot uiting bij het onderzoek van grondmonsters laagsgewijze geno-

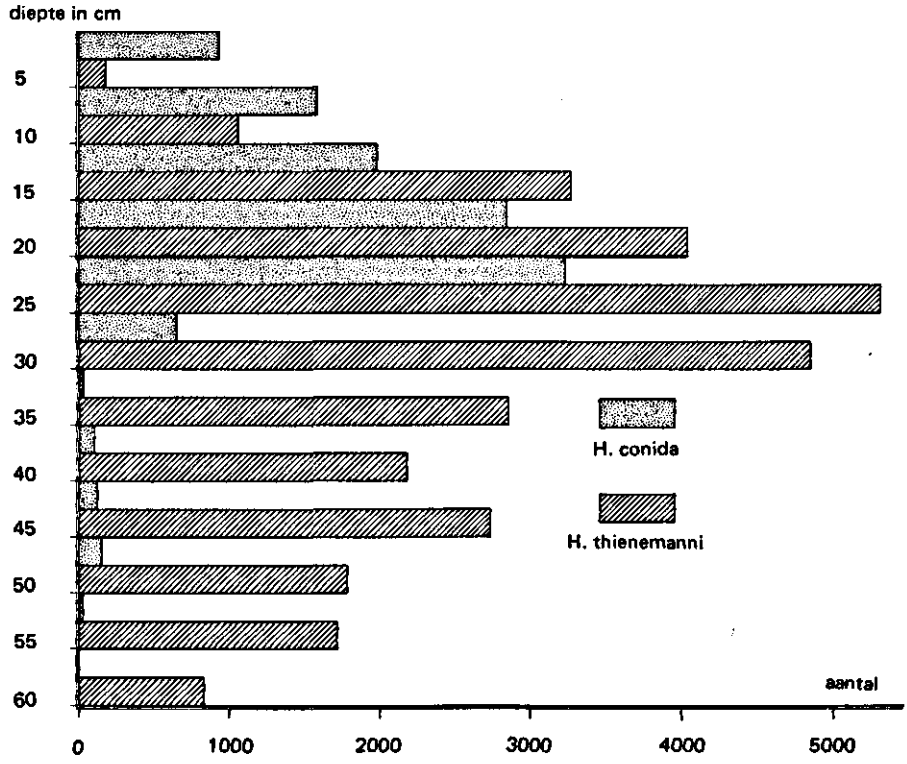


FIG. 6. Voorkomen van *Hemicycliophora* spp. in grondmonsters verzameld bij een laagsgewijze bemonstering in een bodemprofiel.

men uit een bodemprofiel in aangetaste peen (fig. 6). Hieruit blijkt dat deze aaltjes tot 60 cm diepte in de grond aanwezig zijn hetgeen in dit profiel de hoogte van de grondwaterspiegel was. In de bovenste 10 cm overheerst *H. conida* waarvan de populatie vervolgens in aantal nog toeneemt met een maximum in de laag 20–25 cm juist onder de bouwvoor. In deze laag heeft de populatie van *H. thienemanni* eveneens een maximum doch deze soort domineert pas in de laag 10–15 cm en blijft ook in diepere lagen in grote aantallen aanwezig. Gezien de grote aantallen van beide soorten in de grondmonsters genomen uit de laag 10–25 cm, zijn de omstandigheden in de grond daar blijkbaar gunstig voor de opbouw van hoge populaties zonder aanwijzingen van concurrentie. Zonder de aanwezigheid van *H. thienemanni* toonde *H. conida* eveneens een voorkeur voor het bovendeel van de grond. Waarnemingen over *H. thienemanni* zonder *H. conida* in de bovengrond betroffen steeds monsters uit natte grond.

Dit verschil in voorkomen is steeds weer gevonden bij bemonsteringen in het profiel van de grond waarbij de grondwaterstand, de opdrachtigheid van de grond en de neerslag een zeker verloop van het vocht en de lucht in de grond

bewerkstelligen. Het vochtgehalte van de grond uit de lagen waarin *H. conida* domineerde, schommelde tussen 12,1 en 12,4%; in de laag 20–30 cm waarin beide soorten het talrijkst voorkomen varieerde dit tussen 12,3 en 13,6%. In de diepere lagen waarin voornamelijk *H. thienemanni* werd aangetroffen nam dit toe van 14,7% tot 20% in de nog bewortelde grond juist boven de grondwaterspiegel.

In een proef is getracht enige nadere informatie te verkrijgen over de invloed van het vochtgehalte op het gedrag van een *Hemicycliophora*-populatie. Hierbij zijn buizen (lengte 60 cm, diameter 3,6 cm) gevuld met zandgrond uit Ens en in een onverwarmde kas geplaatst op stug schuimplastic in een bak met een constant waterniveau. De gemiddelde aaltjespopulatie bedroeg 250 *Hemicycliophora*-spp. per 100 ml grond. Beide soorten waren in vrijwel gelijke mate in de populatie aanwezig. Na 10 dagen is in februari peen gezaaid en is er naar behoefte water gegeven. Dit gebeurde in het begin van de proefperiode dagelijks maar verminderde naarmate het gewas dieper wortelde en daarbij vochtrijkere grond bereikte. In mei is een zestal buizen onderzocht en is bovendien grond verzameld voor een vochtbepaling.

De grond was toen tot ongeveer 50 cm diepte beworteld en de wortels vertoonden over de gehele lengte symptomen van aantasting. De resultaten van het grondonderzoek zijn samengevat in tabel 18. Hieruit blijkt dat iets dieper en bij een iets hoger vochtgehalte een verdeling van de populatiegrootte en -samenstelling is ontstaan overeenkomstig het verloop onder veldomstandigheden. Waarschijnlijk houdt het hogere vochtgehalte verband met de iets losse pakking door het mengen van de grond en vullen van de buizen.

Opmerkelijk is de aanwezigheid van *H. conida* in de betrekkelijk droge grond. Nagegaan is in hoeverre deze aaltjes met verstuivende grond verplaatst kunnen worden. In verstoven grond met een vochtgehalte van 0,8% afkomstig van een perceel waar in de bovengrond 475–1.490 ex. per 100 ml waren aangetroffen, konden zij echter niet worden aangetoond. Nadat ongeveer 10 l van deze grond gedurende 9 maanden met een goede waardplant als gras was beteeld, bleek dit evenmin het geval te zijn.

TABEL 18. Gemiddelde verdeling en samenstelling van de *Hemicycliophora*-populatie in buizen gevuld met gelijkmatig besmette grond ca. 4 maanden na het zaaien van peen

Monsterdiepte in cm	Populatiegrootte per 100 ml grond gem. (min.–max.)	Percentage *Hemicycliophora*		Vochtgehalte van de grond in % van het drooggewicht
		conida	*thienemanni*	
0–10	285 (212–301)	99	1	5,1 (3,9–5,6)
10–20	360 (300–469)	92	8	8,2 (7,6–9,1)
20–30	3.936 (3.805–4.070)	90	10	11,9 (11,5–12,7)
30–40	4.617 (3.895–5.355)	40	60	16,5 (15,4–17,5)
40–50	908 (875–937)	4	96	20,7 (19,1–22,8)
50–60	0			24,3 (22,0–25,5)

band met de aanwezigheid van grote populaties van *Hemicycliophora* spp. bleek door grondontsmetting zeer goed te kunnen worden bestreden. Deze toepassing heeft in de praktijk algemeen ingang gevonden. Het effect van deze behandeling kan voor meerdere teelten van betekenis zijn door een gerichte gewassenkeuze en het gebruik van stalmest. De teelt van groenbemestingsgewassen behoeft geen problemen te geven wanneer tevens grondontsmetting wordt toegepast. Het vochtgehalte van de grond is van invloed op de activiteit van de aaltjes en was voor beide *Hemicycliophora*-soorten het gunstigst bij 12–14%, hetgeen dan een groter risico voor schade betekent. Ook in de landbouw op zandgrond in de polders spelen deze aaltjes een rol, doch deze is van geringere betekenis. Bij het gebruik van dergelijke landbouwgrond voor de teelt van gevoelige tuinbouwgewassen dient men met risico's rekening te houden. Voor landbouwgewassen is door cultuurmaatregelen als goede drainage en toediening van stalmest in het algemeen reeds veel en voldoende te bereiken.

3.3.6. *Conclusie*

Uit de waarnemingen in de nieuwe polders is naar voren gekomen dat de vestiging van planteparasitaire aaltjes, behalve voor de vermeerderingswijze en de aanwezigheid van waardplanten, in belangrijke mate wordt beïnvloed door de grondsoort. Heeft een bepaalde aaltjessoort zich gevestigd, dan is het verdere grondgebruik mede bepalend voor de mogelijkheden van verdere opbouw van de populatie en eventuele schade. Op zandgrond in Oostelijk Flevoland bleken verschillende boomkwekerijgewassen reeds te worden geschaad door *Pratylenchus penetrans* op een perceel dat nog slechts 10 jaar met deze gewassen beteeld werd. In zandgrond beplant met bos of een windsingel werd reeds na negen jaar een zodanige populatie van deze aaltjes aangetroffen dat bij herinplant schade is te verwachten. Na ongeveer eenzelfde periode trad schade op door *Trichodorus teres* bij de teelt van aardappelen, van gras als groenbemestingsgewas en bij bieten in een proef die in aansluiting op laatstgenoemd geval is genomen.

Uit de resultaten van het onderzoek van een tweetal vruchtwisselingsproefvelden op zandgrond in Oostelijk Flevoland is gebleken dat verschillende planteparasitaire wortelaaltjes bij een weliswaar nauwe vruchtwisseling doch overigens normaal landbouwkundig beheer, snel een populatie in de grond kunnen opbouwen die in gevoelige gewassen schade kan veroorzaken.

Naast directe schade door wortelaaltjes zal men bij aanwezigheid van virusoverdragende aaltjes rekening dienen te houden met de betreffende grondvirussen. Gezien de ervaringen op proefveld P89 en in de praktijk kan ook deze complexe aantasting spoedig optreden.

Wanneer een ruimere vruchtwisseling wordt toegepast, vergt de opbouw van een aaltjespopulatie met een beperkt aantal waardplanten, zoals bij de cystevormende aaltjes, een langere periode voordat een aantoonbaar of schadelijk niveau wordt bereikt. Hierbij zijn ook opslag en groenbemestingsgewassen van betekenis. Gezien het beperkte aantal gewassen in het bouwplan op de bedrijven in de polders zal aan het optreden van deze aaltjes aandacht

besteed dienen te worden, wanneer men de nodige vrijheid in het vruchtwisselingsschema wil behouden. Voor polyfage aaltjes als *T. teres* is de vruchtwisseling slechts van ondergeschikte betekenis.

De ervaringen die bij het onderzoek zijn verkregen, zijn een afspiegeling van het bouwplan in de eerste periode na de ontginning en het daarop volgende teeltschema van de gewassen en groenbemestingsgewassen. Op de lichtere gronden hebben verschillende soorten parasitaire wortelaaltjes zodanige populaties kunnen opbouwen dat schade optrad. Stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) daarentegen zijn voornamelijk op de zwaardere gronden een blijvend probleem dat de aandacht vraagt.

is voornamelijk gevonden in gronden met iets grover zand en/of iets meer slib dan waarin *T. teres* wordt aangetroffen.

Hoewel enkele soorten van het geslacht *Trichodorus* Cobb reeds waren gevonden en beschreven (DE MAN 1880, SEINHORST 1954) waren er tot 1961 in Europa nog geen meldingen van schade in gewassen door deze aaltjes. In de Verenigde Staten was reeds gebleken dat een *Trichodorus*-soort, later beschreven als *T. christiei* (ALLEN 1957), ernstige schade veroorzaakte bij groentegewassen, suikerbieten, mais e.a. (CHRISTIE & PERRY 1951). Deze aaltjes komen in de Verenigde Staten algemeen voor en zijn zeer polyfaag (ROHDE & JENKINS 1957); in Europa was er slechts één melding van de aanwezigheid van deze soort (DE MAESENEER 1961). De beschrijving en de afbeeldingen van wortels aangetast door deze aaltjes kwamen overeen met de symptomen die in Nederland werden waargenomen bij uien, suikerbieten en aardappelen. Voor het symptoom van de korte, stompe en soms verbruinde wortels en zijworteltjes is de aanduiding 'stubby root' (stubby = kort en dik, propperig, stoppelig) algemeen gebruikelijk. Vooral bij aantasting van zeer jonge planten is de schade in het gewas ernstig (o.a. wegvallen van kiemplanten).

Met het vinden van de samenhang tussen de slechte groei van verschillende gewassen en *T. teres* in de grond werd een reeks onderzoekingen begonnen om informatie te verkrijgen over het gedrag van de aaltjes in de grond, de invloed van de grond op de aantasting en de bestrijdingsmogelijkheden. Met grond uit plekken van een perceel waar aardappelen of suikerbieten ernstig waren aangetast, overgebracht naar het laboratorium of proefterrein, konden de verschijnselen aanvankelijk niet gereproduceerd worden. Bij bemonstering van bakken waar de bovengrond (ca. 30 cm dikte) door deze grond was vervangen, bleek naderhand *T. teres* slechts in één van de zes monsters uit de aangevoerde grond nog in geringe aantallen aanwezig te zijn. Bij een volgende profielbemonstering werd deze soort in het geheel niet teruggevonden hoewel een gunstige waardplant (Alexandrijnse klaver) was geteeld. De aanwezige *Trichodorus*-populatie omvatte een mengsel van *T. primitivus* en *T. similis*. In de bovengrond was het aantal aaltjes echter relatief gering terwijl in de laag 30–40 cm onder maaiveld de hoogste populatie werd gevonden. Dit komt overeen met het voorkomen van deze aaltjes in de grond elders (TACONIS & KUIPER 1964).

Ook bij potproeven traden aanvankelijk de veldsymptomen niet op. Later was dit wel het geval wanneer de grond in veldconditie, b.v. in ringen, werd genomen of door toevoeging van water eerst enigszins werd verdicht. Bij proeven met kleine hoeveelheden grond is een beter resultaat verkregen wanneer organische stof en afslibbare delen door wassen uit de grond werden verwijderd.

Behalve ten aanzien van beschadiging van de ondergrondse delen van gewassen en daarmede verband houdende afwijkingen in de groei, is de aanwezigheid van *T. teres* in de grond van belang als vector voor het overbrengen van netu-virussen (nematode-tubular) waarvan in Nederland ratelvirus en vroege-verbruiningsvirus van betekenis zijn. Zowel *T. teres* als *T. pachydermus*

zijn goede overbrengers van beide virussen terwijl *T. nanus* waarschijnlijk een zeer slechte is (VAN HOOF 1962, 1964, 1967). Het onderzoek van het vroegeverbruiningsvirus in erwten waaraan in Nederland veel aandacht is besteed, heeft voor een groot deel betrekking op gronden waarin *T. teres* als vector aanwezig is. Hetzelfde geldt voor het resistentieonderzoek (HUBBELING 1963). Deze virusbesmetting is vrij algemeen aangetroffen op sommige kavels met lichte grond in de Wieringermeer en in de IJsselmeerpolders tot dusverre slechts incidenteel.

Bij het onderzoek op praktijkpercelen en proefvelden is de aanwezigheid van netu-virussen nagegaan waarbij ratelvirus vanuit een grondbesmetting, eveneens incidenteel, is waargenomen bij aardappelen (1967), tulpen (1963) en gladiolen (1965).

4.2. IDENTITEIT EN ONTWIKKELINGSCYCLUS VAN *T. teres*

4.2.1. *Morphologische waarnemingen*

De *Trichodorus*-soort in de mariene zandgronden betrof een nieuwe soort die als *T. flevensis* is beschreven (KUIPER & LOOF 1962). In deze beschrijving is reeds bij de laatste drukproef de aantekening toegevoegd dat deze aaltjes zeer veel overeenkomst vertonen met de intussen verschenen beschrijving van *T. teres* (HOOPER 1962). Bij vergelijking van het typemateriaal bleek *T. flevensis* inderdaad een synoniem te zijn van *T. teres* (HOOPER, KUIPER & LOOF 1964).

In de populatie van de type-localiteit van *T. teres* zijn geen mannetjes aangetroffen. In die van *T. flevensis* (Wieringermeer) was dit in het bouwland evenmin het geval doch wel in de windsingel met een begroeiing van populier, wilg, els en liguster. In een tweetal populaties van *T. teres* bij dahlia en Alstroemeria op percelen buiten de polders zijn mannetjes talrijk aangetroffen; nader onderzoek toonde aan dat deze mannetjes als 'Residualmännchen' beschouwd kunnen worden (LOOF 1965). De teelt van dahlia's op de landbouwgrond van de typelocaliteit van *T. flevensis* gaf wel een duidelijke toename van de aaltjespopulatie, evenwel zonder mannetjes. De invloed van de waardplant op het voorkomen van mannetjes is dan ook niet waarschijnlijk zoals aanvankelijk werd vermoed (KUIPER & LOOF 1964).

Bij het onderzoek van de ontwikkelingsstadia van *T. teres* is uitgegaan van een veldpopulatie van de typelocaliteit van *T. flevensis*. Bij de beoordeling van de resultaten dient rekening gehouden te worden met de invloed die externe omstandigheden (b.v. waardplant en temperatuur) en gebruikte fixatiemethoden op de afmetingen van aaltjes hebben (ROHDE & JENKINS 1957, BIRD & MAY 1967, HOOPER 1969). Bij *T. christiei* zijn aan de hand van de ontwikkeling van het geslachtsprimordium vier juveniele ontwikkelingsstadia te onderscheiden (MORTON & PERRY 1968). De resultaten bij een populatie van *T. teres* verzameld uit grond, zijn samengevat in tabel 21; de metingen zijn verricht na fixatie en kleuring met orceine (SOUTHEY 1970). Uit deze gegevens zijn slechts drie juveniele stadia te onderscheiden waarbij tevens een verband met de lichaams-

dan *T. christiei* waar de reproduktie bij 20°C reeds achterwege blijft (ROHDE & JENKINS 1957) en komt mogelijk meer overeen met *T. viruliferus* waar vermeerdering nog is waargenomen bij 5°C mits een geschikte voedselbron aanwezig is (PITCHER & MCNAMARA 1971).

Aan het eind van de eerste ontwikkelingscyclus is per geïnoculeerd aaltje gemiddeld (5 herhalingen) een nakomelingschap van 42 (34–49) aaltjes gevonden. In hoeverre er bovendien nog eieren in de grond aanwezig zijn geweest is niet bepaald. Aangezien op dit tijdstip geen aaltjes aanwezig waren die gerekend zouden kunnen worden tot het 2e juveniele stadium, is dit niet waarschijnlijk. Twee à drie weken later zijn deze jonge aaltjes weer wel in relatief grote aantallen aanwezig wat waarschijnlijk verband houdt met het vrijkomen van aaltjes uit de eieren van de volwassen aaltjes van de eerste generatie. Dit zou betekenen dat ook bij *T. teres* de generaties elkaar snel opvolgen.

4.3. AARD EN SYMPTOMEN VAN AANTASTING

Nadat er een verband gevonden was tussen de groei van bieten en de populatie van *Trichodorus teres* in de grond (KUIPER & LOOF 1962) is getracht informatie te verkrijgen omtrent de aard van deze aantasting in verband met de symptomen bij gevoelige gewassen.

Bij het veldonderzoek was het steeds weer opvallend dat een betrekkelijk gering aantal aaltjes in de grond de wortels van kiemplanten zodanig kan beschadigen dat dit bijvoorbeeld bij bieten reeds vóór het 'op-één-zetten' duidelijke afwijkingen in de bovengrondse ontwikkeling van het gewas veroorzaakt, veelal samengaand met wegvallen van kiemplanten. Soms is dit waargenomen bij een zeer geringe populatie in de bouwvoor (ca. 20 ex. per 500 ml grond) waarbij in de aangrenzende ondergrond een groot aantal voorkwam (HIJINK & KUIPER 1966); in andere gevallen lag dit aantal in de bouwvoor iets hoger (35–50) met in de ondergrond (tot 80 cm diepte) een overeenkomstige omvang (35–90 ex.).

Uit een reeks bemonsteringen uitgevoerd vanaf het zaaien van zomertarwe bleek dat er aanvankelijk wel sprake is van een zekere toename van de populatie in de bouwvoor, nl. van gemiddeld 125 (90–165) naar 325 ex. (145–495), doch dat het aandeel volwassen aaltjes in de populatie (gem. 14 (9–16) %) geen wijziging vertoont. Ongeveer een maand na het zaaien, toen het gewas er goed en gelijkmatig op stond, bleek de populatie nog ongeveer van deze grootte te zijn (gem. 245 (160–340) ex.) evenwel met een aanzienlijk groter aandeel (gem. 32%) volwassen aaltjes. Bij andere gewassen zoals gras varieerde dit aandeel tussen 40 en 70%. Pas later bij een grote toename van het aantal aaltjes in de grond (ca. 1000 ex./500 ml) daalde het percentage volwassen aaltjes tot ca. 9.

Uit deze gegevens blijkt dat de toename van de populatie aanvankelijk niet een gevolg is van het vrijkomen van juveniele aaltjes uit overwinterde eieren en dat er reeds sprake is van een zekere verhoging voordat reproduktie hieraan bijdraagt. De grote aantallen aaltjes gevonden bij het onderzoek op het veld

rondom het wortelstelsel van aangetaste jonge bieteplantjes (KUIPER & HIJINK 1966) zijn dan ook niet te verklaren met reproduktie van de aaltjes die in deze grond aanwezig waren ten tijde van het zaaien. Bij een dergelijke concentratie rond de (kiem-) wortels speelt de mobiliteit van de aaltjes in de grond blijkbaar een belangrijke rol; de resultaten van dit deel van het onderzoek zijn samengevat in 4.4.

Bij waarnemingen in het ondergronds laboratorium voor wortelonderzoek te East Malling bleken sommige wortels van appels te worden aangetast door *T. viruliferus* (PITCHER & FLEGG 1965). Opvallend was het grote aantal aaltjes rondom de wortelpunten in vergelijking met de gemiddelde populatie in de grond en de snelle toename van de aantallen. Het verdere onderzoek heeft op overtuigende wijze het verloop van de aantasting opgehelderd; hieruit bleek dat de concentratie van *Trichodorus* op wortelpunten voornamelijk verband houdt met de mobiliteit van de aaltjes in de grond en niet of in slechts geringe mate met de vermeerdering (PITCHER 1967).

Wanneer de aaltjes bij de wortelpunt aanwezig zijn, is de beweeglijkheid van *Trichodorus* nog groot in tegenstelling tot andere ectoparasitaire aaltjes. Dit verklaart dat, hoewel in de aanhangende grond van aangetaste planten een groot aantal aaltjes werd aangetroffen, bij ons onderzoek slechts incidenteel een aaltje op de wortels werd waargenomen, dat bovendien zeer spoedig losliet. Bij wortels van kiemplanten op wateragar 1% in petrischalen (ROHDE & JENKINS 1957) bleek de tijd dat geïnoculeerde aaltjes de wortelpunten aantasten, slechts enkele minuten te bedragen. Wel volgden aantastingen elkaar soms snel op.

In vitro leverde dit niet de symptomen van aantasting in het veld op, waarschijnlijk omdat het aantal geïnoculeerde aaltjes per wortelpunt daarvoor te gering was. Inoculatie van *T. teres* in aaltjesvrije grond bij kiemplanten van suikerbiet en uien veroorzaakte daarentegen wel de verschijnselen van 'stubby root' (fig. 8). Deze korte stompe worteltjes blijken geen wortelmutsje meer te bezitten terwijl het groeipunt blijkbaar niet meer actief is. Deze waarnemingen stemmen overeen met hetgeen is gevonden bij aantasting van de wortels van bijvoorbeeld tomaat (ROHDE & JENKINS 1957) en veenbes (ZUCKERMAN 1961) door *T. christiei* en appel door *T. viruliferus* (PITCHER 1967). De aangetaste cellen betreffen voornamelijk de epidermis; bij sommige gewassen (biet, Alexandrijnse klaver) heeft dit een donkerbruine verkleuring tengevolge, bij aardappel is dit lichtbruin en bij uien blijft het tot vergeling beperkt. Wanneer men planten met dergelijke aangetaste wortels in water plaatste bleek het merendeel van deze wortels niet verder te groeien. De enkele wortels die wel doorgroeiden hadden verder een normaal aanzien.

Bij aardappel ontstaan bij aantasting, naast afwijkingen bij de wortels, bovendien verschijnselen bij de ondergrondse ontwikkeling van de spruiten. Hierop komen dan oppervlakkige, meestal langgerekte vlekken van necrotische cellen voor die òf aanleiding geven tot kromming van de stengel of tot een reeks overlangse scheurtjes in een verder rechte, meestal gedrongen stengel òf een combinatie van beide verschijnselen.

FIG. 9. Inoculatie van *T. teres* in grond rondom spruiten van aardappel (Maritta) bij ± 15°C; links controle, beide andere knollen dragen spruiten met aantastingssymptomen. Infectie bedroeg 50 ex. per 250 ml grond.

gelijke necrosen en krommingen van ondergrondse stengeldelen zijn eveneens waargenomen bij aantasting van deze planten door wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*) (J. H. Rothuis, pers. mededeling).

De aantasting van de ondergrondse spruiten van gladiool door *Trichodorus* spp. is aangetoond aan de hand van de daaruit voortvloeiende besmetting met ratelvirus. Aangezien ook *T. teres* een vector is voor dit virus (VAN HOOF 1964) en het ratelvirus in Nederland bij aardappel een belangrijk grondvirus is (stengelbont, kringerigheid) (ROZENDAAL 1947, ROZENDAAL & VAN DER WANT 1948), zijn de populaties van *T. teres* die voor de verschillende inoculatieproeven zijn gebruikt, tevens getoetst op de aanwezigheid van ratelvirus met tabaksplanten (VAN HOOF 1968) en wanneer het resultaat negatief bleek te zijn, als virus-vrij beschouwd. Bij aardappel werd geen verschil in symptomen op de spruit waargenomen bij inoculatie van een besmette of onbesmette populatie.

In Engeland bleken door *Trichodorus* spp. aangetaste suikerbieten eveneens

besmet te kunnen zijn met ratelvirus (GIBBS & HARRISON 1964) en hoewel de opbrengst van dergelijke bieten beduidend lager (39%) kan zijn dan van gezonde bieten (HEATHCOTE 1965), is dit neven-facet van de aaltjesaantasting daar in de praktijk van ondergeschikte betekenis bevonden (WHITEHEAD et al. 1971). Ook in Nederland is de overdracht van ratelvirus in de bieteteelt niet van betekenis gebleken. De beschreven inoculatieproeven met *T. teres* bij suikerbiet en uien zijn uitgevoerd met populaties waarbij geen ratelvirus kon worden aangetoond. Hoewel aantasting van verschillende gewassen door *T. teres* vergezeld kan gaan en op sommige percelen ook vergezeld gaat van overdracht van grondvirussen, worden de beschreven symptomen bij jonge planten van gevoelige gewassen veroorzaakt door *T. teres*.

4.4. INVLOED VAN DE BODEM OP DE POPULATIEGROOTTE EN ACTIVITEIT VAN *Trichodorus teres*

4.4.1. *Relatie tussen de samenstelling en structuur van de grond en aantasting*

Op verschillende percelen in de polders, vooral in de Wieringermeer, was er een duidelijk verschil in bodemtype tussen plaatsen waar het gewas slecht en daar waar het goed groeide. Een slechte ontwikkeling van de planten treedt op in banen of stroken waar vroeger kreken gelopen hebben, en op zandkopjes en zandplaten. Hier blijkt de grond uit humusarm, kleiig (5–8% lutum), zeer fijnzandig wadzand (vlakvaaggrond, DE BAKKER & SCHELLING 1966) te bestaan. Wanneer dit type grond duidelijk gelokaliseerd in het perceel voorkomt, dan zijn de plekken met slechte groei eveneens scherp begrensd.

In samenwerking met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en de afdeling Landbouwwetenschappelijk Onderzoek van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en later ook met het Rijkslandbouwconsulentschap voor Bodem en Bemesting en de Stichting voor Bodemkartering, zijn de eigenschappen van deze grond nader onderzocht. De gegevens die hierbij zijn verkregen in verband met het optreden van *Trichodorus teres* zijn hieronder min of meer in chronologische volgorde samengevat.

In 1962 liet de groei van suikerbieten op een perceel pleksgewijs veel te wensen over; de beworteling toonde het aantastingsbeeld van *T. teres*, hetgeen door onderzoek van de grond op aaltjes werd bevestigd. Opvallend was in dit geval dat tussen een tweetal grote plekken met een slecht gewas een smalle strook voorkwam waar het gewas goed groeide en de planten een normale penwortel ontwikkelden (fig. 10 en 11). In deze strook leek de grond iets zwaarder. De resultaten van het onderzoek van grond- en gewasmonsters zijn samengevat in tabel 22. In overeenstemming met de veldwaarnemingen bevat de grond met de goedgroeiende bieten meer lutum dan in de slecht-groeiende naastliggende gedeelten. Deze resultaten stemmen overeen met soortgelijk onderzoek bij slecht groeiende bieten ('Docking disorder') in Engeland (GIBBS 1959). Gezien de grote besmettingskansen in de smalle strook op dit perceel, is het opmerkelijk dat hierin toch geen *Trichodorus* is aangetroffen; blijkbaar hebben deze

FIG. 10. Plekken met slechtgroeiende bieten met rechts een smalle strook waar het gewas goed groeit.

FIG. 11. Bieten uit gewas fig. 10; links uit smalle strook met normaal groeiende bieten en overigen uit beide afwijkende plekken in het gewas.

TABEL 22. Resultaten van grond- en gewasonderzoek op perceel waar bieten pleksgewijs slecht groeiden (fig. 10 en 11)

	Stand van het gewas	
	goed	slecht
ontwikkeling gewas (juli)		
doorsnede kop in mm	75	20
gewicht in g: blad	770	69
biet	296	10
aaltjesonderzoek		
gemiddeld aantal aaltjes per 500 ml grond		
Pratylenchus	1.000	2.160
Tylenchorhynchus	210	90
Trichodorus	0	770
Hemicycliophora	60	280
Overige Tylenchida	190	190
Saprofage aaltjes	8.000	10.000
grondonderzoek		
samenstelling in % stoofdroge grond		
zand	79,3	84,1
lutum $< 2\ \mu m$	**8,8**	**4,6**
slib $< 16\ \mu m$	**12,1**	**6,2**
humus	1,7	1,3
$CaCO_3$	5,9	6,2

aaltjes zich in deze grond niet kunnen ontwikkelen tot een aantoonbaar peil.

Ook bij het granulometrisch onderzoek van grondmonsters afkomstig van percelen op Texel met goede en slechte plekken, o.m. in aardappelen, bleken op de gedeelten met een gezond gewas, iets hogere lutum- en humusgehalten voor te komen dan op plekken met een slecht gewas. De verschillen in gehalte waren evenwel niet erg groot (CREMER 1965).

In een aantal gevallen van aantasting door *T. teres* is de samenstelling van de grond onderzocht (tabel 23). In de monsters 1 t/m 10 afkomstig uit de Wieringermeer, die bekend is om de vaak grillige samenstelling van de grond, is het opvallend dat een betere stand van het gewas in de meeste gevallen samengaat met een wat hoger humusgehalte en altijd met een hoger gehalte aan lutum. Het is duidelijk dat er in deze gevallen een verband bestaat tussen bodemtype en de grootte van de *Trichodorus*-populatie. In de Noordoostpolder (nr. 11) is het onderscheid in bodemtype niet duidelijk. In het algemeen is de bouwvoor daar veel gelijkmatiger van samenstelling. Verschil in aantasting van het gewas wordt daar bepaald door de mate waarin de populatie zich heeft kunnen verspreiden en opbouwen zonder dat het bodemtype nog een beperkende factor vormt. De beide monsters uit de Braakman-polder (nr. 13) passen in de reeks uit de Wieringermeer, evenals nr. 14 afkomstig uit een warenhuis nabij Leiden, waar anemonen afwijkingen vertoonden die verband hielden met de

TABEL 23. Overzicht van de resultaten van granulometrisch grondonderzoek van monsters afkomstig van percelen waar afwijkingen in de groei van gewassen optraden ten gevolge van aantasting door *T. teres*

Perceel	Gewassen		Gemiddeld aantal *Trichodorus* per 500 ml grond	Granulometrisch onderzoek gehalte in % van de droge grond				
				$CaCO_3$	humus	lutum $< 2\,\mu m$	slib $< 16\,\mu m$	silt+zand $> 16\,\mu m$
1	aardappelen	goed	3	6,8	2,9	6,6	10,9	79,4
		afw.	240	6,4	1,2	3,0	4,9	87,5
2	bieten	goed	165	10,6	1,8	7,4	11,0	76,6
		afw.	340	12,9	1,3	4,7	7,3	78,5
3	bieten	afw.	300	10,7	1,4	4,3	6,8	81,1
4	bieten	afw.	275	10,3	1,5	5,7	8,2	80,0
5	aardappelen	goed	10	17,3	1,7	16,1	24,7	56,3
		afw.	160	11,4	0,9	7,1	10,5	77,1
6	aardappelen	goed	0	13,5	2,0	17,0	24,9	59,1
		afw.	120	14,7	1,0	7,0	9,8	74,4
7	biet	goed	2	11,8	1,5	11,6	17,0	69,0
		afw.	340	9,7	0,9	7,2	10,0	78,3
8	biet	goed	200	8,7	1,6	9,8	11,0	79,0
		afw.	1.300	8,6	0,9	4,8	6,5	83,5
9	biet	goed	0	13,2	1,1	11,1	15,0	71
		afw.	1.520	9,0	1,8	7,1	8,0	81
10	uien	goed	60	7,8	1,6	10,9	15	76
		afw.	460	8,1	1,0	3,6	5	86
11	biet	goed	15	6,2	1,6	6,5	8,9	82,6
		afw.	425	6,5	1,1	6,4	8,6	82,9
12	uien	goed	0	4,4	1,2	10	13	82
		afw.	435	4,5	1,1	10	13	81
13	bieten	goed	0	13,5	1,8	11	12	73
		afw.	355	11,0	1,0	9	10	78
14	anemonen	goed	20	1,1	2,7	7,5	12,4	82,9
		afw.	260	0,6	2,2	6,6	10,6	85,5
15	aardappel	goed	60	0	6,5	5	5	89
		afw.	700	0	3,3	4	4	93

aanwezigheid van *Trichodorus* spp., waaronder *T. teres*. Het monster nr. 15 is afkomstig uit de Horstermeer. In dit geval is het gehalte aan organische stof mogelijk van invloed op de aanwezigheid van *Trichodorus*-aaltjes (vnl. *T. teres*).

Uit deze en andere gegevens (CREMER 1965) kan worden geconcludeerd:

a. de pleksgewijs slechte groei in verschillende gewassen verband houdende met de aanwezigheid van *T. teres* komt in de jonge polders voor op gronden met minder dan 12% afslibbaar, overeenkomend met 8% lutum ($< 2\,\mu m$), en 2% humus.
b. hoe lager het gehalte afslibbaar (het percentage humus is doorgaans al laag) des te ernstiger en veelvuldiger treedt schade door *T. teres* in vatbare gewassen op. Er zijn geen waarnemingen van gronden beneden 5% afslibbaar.
c. Hoewel de aantasting juist op de drogere zandige gedeelten van de percelen

optreedt, komt deze vooral in een koud en nat voorjaar in de slechte groei van gevoelige gewassen tot uiting.

Uit oriënterend onderzoek (BOEKEL 1961) was reeds gebleken dat de grondwater-lucht-verhoudingen op T-zieke plekken bepaald niet ongunstig waren. In 1963 is op enkele percelen waar T-ziekte optrad in suikerbieten en aardappelen, een onderzoek ingesteld zowel naar het voorkomen van *T. teres* als naar de samenstelling en structuur van de grond aan de hand van grondmonsters genomen uit de wand van profielkuilen gegraven op plaatsen in het gewas waar het goed en slecht groeide.

Dit is laagsgewijze (0–6, 6–12, 12–18, 18–24 en 24–30 cm onder maaiveld) uitgevoerd om na te gaan of de verschillen in populatiegrootte van *T. teres* zoals die bijvoorbeeld gevonden zijn in relatie met de afwijkingen van de wortelontwikkeling van aangetaste suikerbieten (KUIPER & LOOF 1962), verband houden met structuurverschillen in de grond. De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in tabel 24. Het granulometrisch onderzoek van de grondmonsters uit beide bietepercelen bevestigde het verband tussen het gehalte aan afslibbare delen en de aanwezigheid van *T. teres*. Op het perceel met aardappelen zijn de verschillen in het gehalte aan afslibbare delen tussen plaatsen waar de stand van het gewas goed of slecht is, geringer; beide monsterseries zijn dan ook besmet met *T. teres* (respectievelijk gemiddeld 113 en 154 exemplaren). Er is evenwel een duidelijk verschil in de aantallen *Trichodorus* in de verschillende lagen van beide profielen. In de reeks uit het goed groeiende gewas aardappelen zijn de aantallen per laag nagenoeg gelijk, doch in de serie waar afwijkingen in het gewas optreden, is een duidelijk maximum aanwezig in de laag 6–12 cm. De afwijkingen bij de aardappelen ('stubby root' en krommingen en verbruiningen van de stengels) treden juist in deze laag met veel *Trichodorus* op.

Uit de gegevens van het granulometrisch onderzoek komt tevens naar voren dat tussen 'goed' en 'slecht' niet alleen een verschil is in het gehalte van de grond aan lutum doch ook in de samenstelling van de grovere fracties. De monsters 'goed' hebben een hoger gehalte aan silt en/of fijn zand tegenover een lager gehalte aan grof zand in vergelijking met de bijbehorende monsters 'slecht'.

Uiteraard kunnen deze verschillen ook invloed hebben op de structuur van de grond. Het porievolume van de grond verschilt in de onderzochte profielen in het goed en slechtgroeiend gewas weinig of niet. De hoeveelheid water die in de grond van de bemonsterde laag tussen pF 2,0 (veldcapaciteit) en 4,2 (verwelkingspunt) aanwezig kan zijn, is doorgaans groter in grond waar het gewas goed groeit (tabel 25A), maar een verband met schade door *T. teres* is niet waarschijnlijk gezien perceel 3 'afwijkend' en perceel 1 'goed'. De grond uit het goed groeiende gewas heeft bij veldcapaciteit een hoger vochtgehalte (tabel 25B) hoewel het luchtgehalte dan slechts net voldoende is. Bij het verwelkingspunt is een kleiner verschil in vochtgehalte aanwezig.

Het verschil in vochtgehalte in volume-% tussen pF 1,0 en 2,0 en tussen pF 2,0 en 4,2 geeft een benadering van de hoeveelheid poriën in de grond met res-

TABEL 24. Overzicht van grond-, structuur- en aaltjesonderzoek van grondmonsters genomen op percelen waar pleksgewijze de groei van het gewas afwijkt door aantasting van *T. teres*

Stand gewas	laag in cm	Grondonderzoek: gehalte in % op de droge grond								Structuuronderzoek: por vol. %	Structuuronderzoek: vol. % vocht bij:				Aaltjes onderzoek
		pH KCl	$CaCO_3$	humus	lutum <2 µm	slib <16 µm	silt 2–50 µm	fijn zand 50–105 µm	grof zand >105 µm		bem.	pF 1,0	pF 2,0	pF 4,2	gemiddeld aantal *Trichodorus teres* per 500 ml grond
	perceel 1 gewas bieten														
goed	0–6	7,40	1,3	1,7	8,8	11,8	9,9	22,3	56,0	43,5	12,8	39,6	22,8	8,3	5
	6–12	7,55	1,2	1,7	7,8	11,5	11,5	23,4	54,4	40,2	15,2	35,8	24,4	8,6	0
	12–18	7,65	1,3	1,5	7,2	10,1	9,4	23,9	56,7	39,9	15,1	34,7	24,0	6,0	0
	18–24	7,70	1,0	1,3	6,8	9,6	10,5	22,4	78,0	40,7	14,2	34,4	23,4	9,6	0
	24–30	7,60	1,2	2,0	9,4	13,8	12,9	22,9	51,6	43,0	21,7	38,7	30,1	8,2	0
slecht	0–6	7,65	1,1	0,9	3,7	5,1	5,5	18,5	70,3	43,2	10,6	38,0	14,8	4,5	1.400
	6–12	7,90	1,3	0,9	4,7	4,9	4,3	19,8	69,0	41,8	12,8	38,2	15,3	4,9	525
	12–18	7,90	1,3	0,8	3,7	5,3	5,0	20,3	68,9	40,6	13,0	37,4	15,0	4,6	115
	18–24	7,90	7,3	1,0	3,3	4,0	0,7	20,4	68,6	39,1	14,1	34,8	15,6	4,5	30
	24–30	7,95	5,7	0,9	2,4	3,4	1,0	19,0	73,1	42,6	14,1	37,8	14,6	4,7	85
	perceel 2 gewas aardappelen														
goed	0–6	7,90	7,1	1,4	7,5	10,1	11,4	46,9	25,7	59,7	18,2	x	24,1	5,3	115
	6–12	7,90	7,2	1,3	7,9	10,8	10,3	40,7	32,6	45,8	22,4	43,4	28,6	8,2	105
	12–18	8,00	6,9	1,3	6,6	8,9	9,9	49,7	25,6	46,4	23,0	42,2	28,6	8,0	135
	18–24	8,00	6,7	1,3	6,3	9,8	10,1	47,0	28,6	46,4	25,0	42,2	29,4	7,1	105
	24–30	7,95	6,9	1,7	7,5	9,8	11,2	49,8	23,0	49,7	21,0	45,4	27,2	6,7	105
slecht	0–6	7,90	6,2	1,7	5,7	9,1	9,2	31,2	46,0	53,6	9,4	49,0	19,3	5,9	25
	6–12	7,85	6,4	1,4	5,1	7,2	6,3	32,8	48,0	48,2	14,6	45,2	21,2	6,3	575
	12–18	7,80	6,3	1,7	5,4	7,2	7,8	32,0	46,8	46,4	15,0	44,0	20,4	6,4	125
	18–24	7,80	5,7	1,5	5,4	7,1	6,7	33,2	47,5	49,0	16,0	46,2	21,0	6,1	25
	24–30	7,85	5,2	1,1	4,3	5,7	6,2	34,3	48,9	52,5	20,2	46,8	24,1	5,1	20
	perceel 3 gewas bieten														
goed	0–6	7,95	9,8	2,0	8,0	12,3	15,1	29,5	35,6	48,8	21,6	42,4	29,2	10,3	0
	6–12	8,00	8,2	1,8	8,1	12,6	15,1	31,8	35,0	43,0	24,6	39,2	31,2	10,5	0
	12–18	7,80	7,7	2,0	7,7	12,2	16,6	30,9	35,1	51,4	27,2	45,4	33,0	9,4	0
	18–24	7,95	9,6	1,8	8,5	12,4	14,9	29,1	36,1	49,0	26,9	44,2	30,0	11,1	0
	24–30	7,95	7,8	1,4	9,6	14,5	15,1	32,9	33,2	47,3	31,7	43,2	33,6	10,2	0
slecht	0–6	7,95	5,8	1,4	4,0	6,3	6,7	29,3	52,8	51,1	14,1	46,5	20,8	3,9	1.900
	6–12	8,05	5,7	1,2	4,3	6,7	7,2	31,7	49,9	45,0	19,8	39,4	22,2	4,7	1,675
	12–18	8,05	5,8	1,5	4,3	5,4	6,7	33,2	48,5	48,3	21,0	41,6	22,1	4,8	150
	18–24	8,20	6,5	1,5	4,2	6,7	5,2	32,4	50,2	44,3	21,6	37,8	21,2	3,8	50
	24–30	8,20	5,8	1,5	4,5	7,1	6,6	30,0	51,6	44,6	21,2	38,7	20,2	4,0	5

TABEL 25. Overzicht van enkele eigenschappen van de grond in de bemonsterde laag (0–30 cm) afgeleid van de resultaten van het structuuronderzoek van de grondmonsters uit de profielkuilen in de proefplekken op enkele percelen waar pleksgewijze de groei van het gewas afwijkt in verband met aantasting door *T. teres*

Perceel	Stand van het gewas	
	goed	afwijkend
A. Beschikbare hoeveelheid water (in mm) van de grond tussen pF 2,0 en 4,2		
1	50,4	31,3
2	61,6	45,7
3	63,3	51,2

B. Volumepercentage vocht en lucht bij veldcapaciteit (pF 2,0) en verwelkingspunt (pF 4,2)

	pF	vocht	lucht	vocht	lucht
1	2,0	24,9	16,6	15,1	26,4
	4,2	8,1	33,4	4,6	36,9
2	2,0	27,6	22,0	21,2	28,7
	4,2	7,1	42,5	6,0	43,9
3	2,0	31,4	16,5	21,3	25,4
	4,2	10,3	37,6	4,2	42,5

C. Het verschil in vochtgehalte (in volume %) tussen enkele pF-waarden van de grond

pF-trajekt	1,0–2,0	2,0–4,2	1,0–2,0	2,0–4,2
1	11,7	16,8	22,1	10,5
2	15,7	20,5	25,0	15,2
3	11,5	21,1	19,5	17,1

pectievelijk een grootte tussen 30 en 300 μm en kleiner dan 30 μm. Uit deze afgeleide gegevens van het structuuronderzoek (tabel 25C) blijkt dat in grond uit de plekken met een afwijkend gewas een grotere hoeveelheid poriën >30 μm aanwezig is dan waar deze gewassen goed groeien. In de monsters 'goed' van de percelen 1 en 3 is geen *T. teres* aangetroffen; in het monster van perceel 2 was dit wel het geval (tabel 24). Waarschijnlijk ligt tussen 11,7 en 15,7 volume-% poriën >30 μm de begrenzing waarboven deze aaltjes een zodanige activiteit kunnen ontplooien dat hun aanwezigheid blijkt. Deze waarnemingen sluiten aan bij de resultaten van onderzoek in Engeland (WALLACE 1958, 1963), waarbij bleek dat de meeste wortelaaltjes zich het snelst in de grond kunnen verplaatsen in poriën met een grootte tussen 30 en 100 μm. Dit betreft poriën die hun water verliezen tussen pF 1,5 en veldcapaciteit (pF 2,0).

Het structuuronderzoek heeft geen aanknopingspunten voor de verschillen in *Trichodorus*-populatie in de bodemlagen bij de aangetaste suikerbieten en aardappelen, opgeleverd.

Uit de resultaten van het onderzoek over de aantasting van appelwortels door *T. viruliferus* is gebleken dat de beschadiging van wortelpunten voornamelijk afhangt van de mate waarin deze aaltjes de wortelpunten bereiken (PITCHER 1967). Bij het onderzoek is daarom vooral aandacht besteed aan de ecologische factoren in de grond die naast de aanwezigheid van *T. teres* ook

de mobiliteit van deze aaltjes kunnen beïnvloeden. Daarbij is aangeknoopt bij de resultaten van de reeds genoemde onderzoekingen van WALLACE (1963) die, ten aanzien van de mobiliteit van aaltjes in de grond, in een drietal punten kunnen worden samengevat t.w.:

1. de beweging van aaltjes is het grootst in grondporiën met water gevuld op veldcapaciteit van de grond; veelvuldige neerslag of beregening op een goed doorlatende grond verhoogt aaltjesactiviteit.
2. de afmetingen van de meeste planteparasitaire aaltjes zijn zodanig dat zij zich het snelst kunnen bewegen door poriën in de grond variërend van 30–100 μm.
3. wanneer bovengenoemde vochtcondities in de grond samengaan met voor de aaltjes optimale temperatuur, heeft dit maximale activiteit van de aaltjes tot gevolg en daarmede een maximale kans op schade in het gewas.

Deze factoren kunnen worden beïnvloed door allerlei andere zoals bijvoorbeeld aaltjes-predatoren, zoutconcentratie van het bodemvocht en door plantewortels of micro-organismen afgescheiden stoffen.

4.4.2. *Mobiliteit van T. teres in de grond*

Voor het verkrijgen van gegevens over de verplaatsing van *T. teres* in de grond, is in een aantal proeven gebruik gemaakt van plastic cilinders met een doorsnede van 10 cm en 5 cm hoogte. Door deze ringen op elkaar te plaatsen en met kleefband vast te plakken en met grond te vullen, zijn grondkolommen verkregen waarvan de onderzijde werd geplaatst op een vochtige doek of poreuze baksteen in een laagje water. Met deze werkwijze, overeenkomend met die toegepast door LUC (1961) bij soortgelijk onderzoek, werd een goede vochttoestand van de grond verkregen. Er is steeds een bemesting gegeven naar rato van 500 kg N.P.K. 12-10-20 per ha. De verticale verplaatsing van aaltjes is nagegaan door aan het eind van de proef de kolommen weer in stukken van 5 cm hoogte te verdelen en te onderzoeken.

proef **1**

Hierbij zijn kolommen van 5 ringen gemaakt. De onderste ring werd gevuld met grond afkomstig van een plek op een perceel waar in ernstige mate aantasting door *T. teres* optrad. De grootte van de populatie was gemiddeld per ring: *Trichodorus teres* 800, *Pratylenchus neglectus* 610, *Tylenchorhynchus dubius* 200, *Heterodera*-larven 70 (*H. avenae*, geen cystebepaling verricht), overige Tylenchida 430 (*Paratylenchus* sp., *Rotylenchus* sp., *Hemicycliophora* sp. en *Criconemoides* sp.) en saprofage aaltjes 4.720. De grond in de overige ringen was van dezelfde plek afkomstig, doch door een warmtebehandeling (2 uur 60 °C) aaltjesvrij gemaakt; na deze behandeling is de grond twee maanden opgeslagen geweest. Op deze kolommen zijn drie gewassen geteeld (suikerbieten, afrikaantjes (*Tagetes patula*), zomergerst), terwijl een kolom braak werd gelaten.

Een overeenkomstige reeks cilinders, niet met gewassen beteeld, werd begoten met water dat had gepercoleerd door grond waarop de bovengenoemde

gewassen geteeld werden of die braak was gelaten. Deze grond was afkomstig uit dezelfde voorraad als waarmede de bovenste vier ringen van de andere series waren gevuld en dus aaltjesvrij. De gewassen zijn gelijktijdig gezaaid en hadden een gelijke ontwikkeling. Iedere keer als vocht nodig was om de grond in dezelfde vochttoestand te houden als in de beteelde kolommen, werd opnieuw percolatiewater verzameld. Voor de vochtvoorziening van de beteelde kolommen werd naar behoefte leidingwater gebruikt. Op 23-8-1963 is deze proef begonnen en 10 weken later beëindigd. De resultaten van het onderzoek op aaltjes zijn samengevat in tabel 26. Hieruit blijkt:

1. *P. neglectus* is nagenoeg niet omhoog gekomen; in de onderste ringen bij zomergerst en braak is het aantal aaltjes opvallend laag.
2. *T. dubius* toont wel een, zij het nog geringe, opwaartse migratie; bij het gewas zomergerst (waardplant) houdt dit tevens verband met de reproduktie van deze aaltjes op de wortels.
3. de larven van het havercystenaaltje (*H. avenae*) vertonen een opwaartse migratie die bij het gewas zomergerst geringer lijkt omdat een groot deel van de larven de wortels van deze waardplant zijn binnengedrongen.
4. de opwaartse beweging van *T. teres* neemt in vergelijking met de vorige aal-

TABEL 26. De mobiliteit van *T. teres* en andere wortelaaltjes vanuit besmette ondergrond (20–25 cm) naar onbesmette bovengrond (0–20 cm) bij teelt van enkele gewassen of door toevoeging van percolatie-vocht gewonnen bij teelt van deze gewassen in zand. Aantal aaltjes per ring (393 ml)

1 = suikerbiet
2 = afrikaantjes
3 = zomergerst
4 = braak
p = percolatie-vocht
g = gewas
+ = gemiddeld minder dan 1 ex.
. = niet aangetroffen

Diepte	*Pratylenchus neglectus*								*Tylenchorhynchus duoius*							
in cm	1		2		3		4		1		2		3		4	
	p	g	p	g	p	g	p	g	p	g	p	g	p	g	p	g
0–5	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3	+	4	2	22	+	1
5–10	.	.	.	.	.	.	.	+	+	3	.	4	5	186	.	2
10–15	.	.	.	1	1	.	.	.	.	5	.	4	9	710	.	2
15–20	1	12	.	4	.	.	+	2	6	14	5	7	38	585	7	16
20–25	1.028	1.622	1.297	1.155	347	288	635	367	100	83	118	85	220	775	103	60

	Heterodera-larven								*Trichodorus teres*							
0–5	33	70	14	35	8	30	8	47	7	2	+	3	2	1	1	+
5–10	29	33	39	34	38	4	21	41	3	4	18	12	6	+	2	2
10–15	21	13	28	21	26	2	13	17	4	7	6	18	3	8	3	1
15–20	16	12	14	24	16	9	12	4	10	27	14	44	9	136	2	5
20–25	58	85	63	185	128	27	30	68	165	105	214	203	440	652	235	80

tjes, een positie tussen 2 en 3 in; reproduktie heeft er blijkbaar nog niet in duidelijke mate plaatsgevonden.

De sterke verticale mobiliteit van *Heterodera*-larven is reeds gemeld door OOSTENBRINK (1950) en PETERS (1953), beiden voor *H. rostochiensis*. Bij het veldonderzoek is een overeenkomstig gedrag bij bietecystenaaltjes (*H. schachtii*) geconstateerd. De migratie van *T. teres* in de kolommen waarbij er invloed van een gewas is (1, 2 en 3) is mogelijk iets groter dan die in de kolom 'braak' wat zou kunnen duiden op een activerende invloed van wortelexudaten. Overeenkomstige resultaten meldt LUC (1961) voor *Hemicycliophora paradoxa* met gierst.

proef **2**

In het voorjaar van 1964 is op dezelfde wijze als bij proef 1 de verticale mobiliteit van *T. teres* nagegaan, waarbij de aaltjesvrije grond in de kolommen is verdicht door aanstampen of door tijdens het vullen van de kolom regelmatig een kleine hoeveelheid water aan de ingebrachte grond toe te voegen. De kolommen zijn buiten onder glas geplaatst en een week later met suikerbieten, var. Klein Wanzleben E, ingezaaid.

In het gewas traden geen opvallende groeiverschillen op. In de tweede helft van augustus is de proef afgewerkt waarbij bleek dat in de series gevuld met door water verdichte grond vertakking en 'stubby root' van de wortels reeds optrad in de tweede ring (5–10 cm onder 'maaiveld'). De vertakte wortels waren evenwel langs de wand verder naar beneden gegroeid met opvallend veel fijne zijworteltjes waarvan een deel met verbruinde punten. Uit de resultaten, samengevat in tabel 27, blijkt dat wanneer de grond door watertoevoeging is verdicht, een grotere *Trichodorus*-populatie hoger in de grond voorkomt dan wanneer de grond is aangestampt. Dit ging samen met afwijkingen in de beworteling.

proef **3**

Om de invloed van de grondsoort, met name het gehalte aan lutum (afslibbare delen), op de verticale mobiliteit van *T. teres* na te gaan is op dezelfde wijze en gelijktijdig met proef 2 een tweetal reeksen kolommen klaargemaakt met dezelfde grond en *T. teres*-populatie in de onderste ring. De vier aansluitende ringen werden gevuld met aaltjesvrije grond. In de eerste reeks werd hiervoor mariene zandgrond ($\pm$ 6% afslibbaar) gebruikt afkomstig van een perceel waar schade door *T. teres* veelvuldig in gevoelige gewassen optreedt. De tweede serie is gevuld met grond ($\pm$ 9% afslibbaar) van een perceel waar schade minder frequent en milder is en dan meestal alleen in de gevoeligste gewassen (biet, ui). Uiteraard is deze iets zwaardere grond ook iets vruchtbaarder en geeft zonder meer reeds een betere groei van het gewas, hetgeen ook in deze proef tot uiting kwam. In beide objecten zijn in de beworteling geen opvallende symptomen van aantasting waargenomen.

Uit de resultaten van het aaltjesonderzoek (tabel 28) blijkt dat de besmetting in de lichte grond in overeenstemming met dit wortelbeeld, licht en vrij gelijk-

TABEL 27. Invloed van verdichting van de grond op de verplaatsing van *T. teres* vanuit besmette ondergrond (20–25 cm) naar onbesmette bovengrond (0–20 cm) bij teelt van bieten. Aantal *T. teres* per ring

Diepte in cm	Grondverdichting					
	door aanstampen			met watertoevoeging		
	a	b	gem.	a	b	gem.
0–5	40	60	50	80	90	85
5–10	50	90	70	240	200	220
10–15	110	180	145	170	170	170
15–20	310	400	355	130	90	110
20–25	430	380	405	250	230	240

matig verdeeld is. De migratie blijkt in de iets zwaardere grond veel geringer te zijn. In een dergelijke grond zal de omvang van de *Trichodorus*-populatie van de grond groter moeten zijn voor een bepaalde mate van wortelbeschadiging dan in een grond waarin de aaltjes zich beter kunnen verplaatsen en is ook de ontsnappingsmogelijkheid voor nieuwe zijwortels groter. Het regeneratievermogen van het wortelstelsel is in dit verband van betekenis voor de gevoeligheid van het gewas voor schade.

proef 4

Bij deze proef zijn kolommen van 4 ringen gevuld met voor *T. teres* gunstige grond en geplaatst op poreuze bakstenen, die met de onderzijde in water waren geplaatst. In de grond gaf dit een vochtverloop van pF 2,2 naar 2,0 (percentage vocht resp. 17,4 en 23,8). In deze kolommen is het gedrag van *T. teres* nagegaan door uit te gaan van een kolom geheel gevuld met besmette grond, in ver-

TABEL 28. Invloed van de zwaarte van de grond op de mobiliteit van *T. teres* vanuit besmette ondergrond (20–25 cm) naar onbesmette bovengrond (0–20 cm) bij teelt van bieten. Aantal *T. teres* per ring

Diepte in cm	Zwaarte van de bovengrond (0–20 cm)					
	6% afslibbaar			8,6% afslibbaar		
	a	b	gem.	a	b	gem.
0–5	40	50	45	5	3	4
5–10	30	20	25	8	6	7
10–15	30	30	30	0	0	0
15–20	30	10	20	1	1	1
20–25	100	80	90	150	80	115

TABEL 29. Overzicht van de verticale verspreiding van *T. teres* vanuit besmette grond aangebracht op verschillende plaatsen in een laag van 20 cm dikte, die gedurende 6 maanden beteeld werd met afrikaantjes *(Tagetes patula)*; vochtgehalte van de grond tijdens deze proefperiode omstreeks veldcapaciteit (pF 2,2–2,0). x = plaats waar besmetting van *T. teres* is aangebracht

Herkomst grond	Diepte in cm van kolom	Gemiddeld aantal *T. teres* per ring				
		a	b	c	d	e
H	0–5	x 220	30	60	140	x 170
	5–10	x 210	75	205	x 330	225
	10–15	x 230	440	x 500	190	315
	15–20	x 580	x2.330	120	80	400
B	0–5	x 105	145	10	90	x 405
	5–10	x 325	285	35	x 160	220
	10–15	x1.555	1.535	x 325	105	825
	15–20	x 985	x1.285	40	75	385

gelijking met kolommen met slechts één besmette ring op verschillende hoogten. Van twee plekken is grond gebruikt (H en B) met gemiddeld resp. 630 en 995 aaltjes per ring; gedurende 6 maanden (van 10-9-1968 tot 15-3-1969) hebben hierop afrikaantjes (*Tagetes patula*) gegroeid. In de groei van het gewas zijn geen waarneembare groeiverschillen opgetreden terwijl de beworteling evenmin opvallende verschillen vertoonde. De resultaten zijn samengevat in tabel 29. In de kolommen a die geheel waren gevuld met besmette grond, was in alle lagen een populatie aanwezig met een groter aantal aaltjes in de onderste ring (H) of in de laag 10–20 cm (B). Bij een besmetting in de onderste ring (kolommen b) ontstond een dergelijke verdeling eveneens. In de kolommen c en d, waar de *Trichodorus*-besmetting steeds een ring hoger is aangebracht, was de populatie aan het eind van de proef gemiddeld lager. Wel hadden de aaltjes zich over de gehele kolommen verspreid maar de verschillen tussen de populaties in de ringen zijn klein. In de kolommen (e) waar de besmetting in de bovenste ringen is aangebracht, lag het aantal aaltjes aan het eind van de proef hoger met een tendens tot een verdeling als in de kolommen a.

4.4.3. *Nadere analyse van het verband tussen de granulaire samenstelling en structuur van de grond en het voorkomen van T. teres.*

In aansluiting op deze ervaringen, met name bij proef 3, is aandacht besteed aan het effect van grondverbeteringen op de aanwezigheid van *T. teres*. Van een tweetal van deze grondverbeteringen is in tabel 30 een overzicht gegeven. Het betreft percelen waar bij de ontginning of kort daarna een zandige bovengrond is vervangen door dieper liggende zwaardere grond.

Op perceel A is dit gebeurd door diepspitten. Op het betreffende perceel wigde de laag zwaardere grond evenwel uit tot een dikte, waarvan het niet meer loonde deze omhoog te brengen. Op het goede gedeelte was een dik pakket zwaardere grond omhoog gebracht, waarbij zowel de bouwvoor, die humus-

TABEL 30. Voorkomen van *T. teres* in grondmonsters van een tweetal percelen waar grondverbetering is toegepast

Gewas: suikerbieten monstername: 14-8-1964			Grondonderzoek is alleen verricht bij die monsters waarvan het resultaat is vermeld									
stand gewas	monsterdiepte in cm	aantal *T.teres* per 500 ml grond	humus	$CACO_3$	afslibbaar	totaal zand	granulometrisch onderzoek fracties in % minerale delen					
							< 2 µm	2–16 µm	16–50 µm	50–105 µm	105–150 µm	> 150 µm
A. perceel K diepspitten												
goed	0–15	5	1,8	8,6	16	74	14	4	13	51	17	1
	15–20	10										
	>20	20										
slecht	0–15	1.515										
	15–20	830										
	>20	425										
matig	0–15	170	1,4	8,2	14	76	13	3	16	53	14	1
	15–20	255										
	>20	865	0,6	7,3	9	83	8	2	6	66	17	1
B. perceel B diepploegen												
goed	0–20	0	1,1	13,2	15	71	13	4,5	29	45	8	1
matig	0–20	95	1,8	9,0	8	81	8	2	14	49	25	2
goed	0–20	0	1,7	11,0	12	75	10	3,5	23	45	17	1,5
matig	0–20	45	1,2	4,0	11	84	9	1,5	16	45	26	1,5

rijker is, als de aangrenzende ondergrond nagenoeg gelijk van samenstelling bleken. Voor *T. teres* zijn de milieu-omstandigheden blijkbaar ongunstig; het gewas, suikerbieten, groeide zeer goed met een normale beworteling. Op het gedeelte waar geen grondverbetering kon worden uitgevoerd, traden in zeer ernstige mate afwijkingen in dit gewas op verband houdend met de aanwezigheid van een grote populatie van *T. teres*. Tussen het goedgroeiende en het slechte gewas kwam een strook voor waar de stand van het gewas matig was. Hier is slechts een dunne laag zwaardere grond bovengebracht waarbij met ploegen, gezien de aanwezigheid van dunne schuingelegen zandlaagjes in de bouwvoor, soms iets van de zandige ondergrond wordt meegeploegd waarvan de granulaire samenstelling overeenkomt met de bouwvoor van de slechtgroeiende bieten.

Deze verschraling van de bouwvoor heeft blijkbaar een voor *T. teres* reeds enigszins gunstig milieu geschapen. Bij vergelijking van de resultaten van het granulometrisch onderzoek dat van enkele monsters is verricht, dient men rekening te houden met deze ongelijkmatigheid in de bouwvoor.

Op perceel B is de grondverbetering uitgevoerd door de zwaardere grond

met diepploegen naar boven te brengen. Dit ging uiteraard met een zekere mate van menging gepaard. Aangezien dit perceel reeds gedraineerd was en de drainreeksen intact gelaten zijn, is de grond boven de drains in de bouwvoor lichter gebleven dan tussen de drains. De groei van de suikerbieten liet vooral boven de drains nog enigszins te wensen over, hetgeen in voorgaande gewassen (graan, aardappelen) niet het geval geweest was. Het groeiverschil op dit perceel was vermoedelijk overwegend te wijten aan de aanwezigheid van bietecystenaaltjes (*Heterodera schachtii*). Daarnaast blijkt de populatie van *T. teres* zich in de lichtere gedeelten wel te hebben kunnen handhaven in tegenstelling tot waar de grond zwaarder geworden is. De aantallen ervan zijn evenwel te klein om ernstige afwijkingen bij bieten te kunnen verklaren; de wortels hadden ook meer het 'baardige' uiterlijk, bekend van aantasting door het bietecystenaaltje.

Het betrekkelijk geringe aantal exemplaren van *T. teres* in overigens voor deze aaltjes geschikte grond en de groei van een geschikte waardplant houdt mogelijk verband met concurrentie van de *Heterodera*-larven. Een overeenkomstige waarneming is gedaan bij bieten op een perceel waar zowel *Meloidogyne naasi* als *T. teres* in de grond voorkwamen. Op het gedeelte van het perceel met voor *T. teres* gunstige grond domineerde de aantasting door deze aaltjes boven die welke door *M. naasi* teweeg gebracht werd. Daarbuiten was *T. teres* nauwelijks aanwezig en kwam de slechte stand van het gewas voor rekening van aantasting door deze wortelknobbelaaltjes.

Onderlinge concurrentie van aaltjes bij aantasting van een gevoelig gewas, is bijvoorbeeld eveneens gebleken bij veldwaarnemingen en proeven met *Heterodera tabaccum* en *Pratylenchus penetrans* + *Tylenchorhynchus claytoni* bij tabak (MILLER & WIHRHEIM 1968, MILLER 1970).

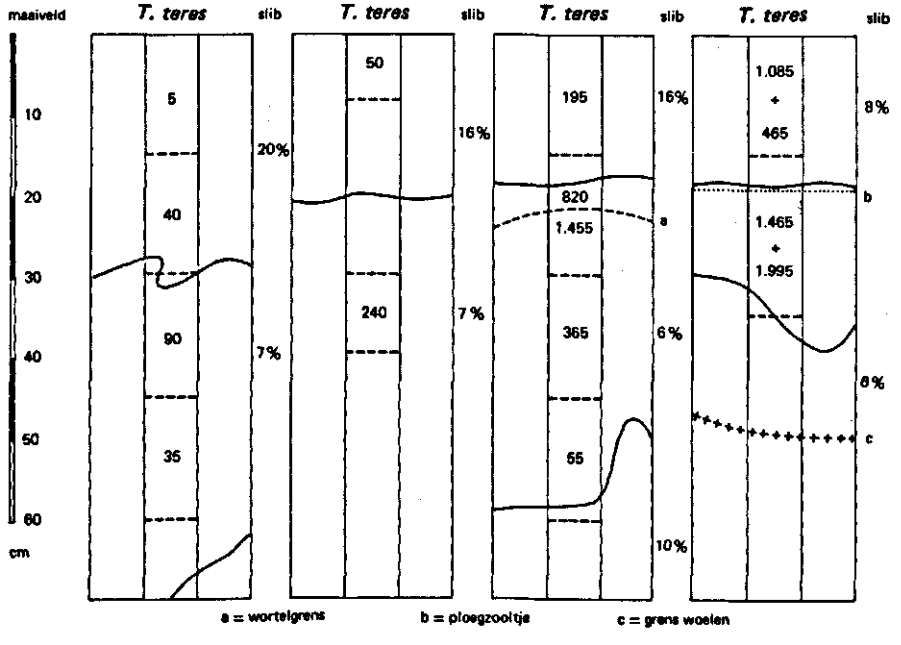
In 1966 is over de invloed van de grond op de aanwezigheid en activiteit van *T. teres* nader onderzoek gedaan in samenwerking met de heer R. K. Koopmans (Rijkslandbouwconsulentschap voor Bodem- en Bemestingsvraagstukken). Er is vooral aandacht besteed aan een tweetal percelen waar de lichte bovengrond door bekleien verzwaard was. Hierbij was het perceel dat in tabel 30 onder A reeds is beschreven. In dit jaar werd het perceel met tulpen (+ gras als nateelt) en vlas (met luzerne onder dekvrucht) beteeld. Bij oriënterend onderzoek in juli bleek *T. teres* in de bouwvoor niet of slechts in geringe mate voor te komen. In de lichte ondergrond was dit daarentegen wel duidelijk het geval, hetgeen enigszins afhankelijk bleek van de dikte van de opgebrachte zwaardere grond; bij een dikte van ongeveer 30, 25 en 20 cm bedroeg dit resp. 60, 240 en 900 aaltjes per 500 ml grond.

In aansluiting hierop zijn op 12 augustus waarnemingen verricht waarbij het profiel is beschreven, grondmonsters zijn genomen voor granulometrisch en aaltjesonderzoek en ringmonsters voor pF-onderzoek. Bovendien zijn monsters genomen van de grond in natuurlijke ligging om slijpplaten te kunnen maken geschikt voor het doen van poriëntellingen. De resultaten van het onderzoek zijn samengevat in tabel 31, waarbij de bodemkundige gegevens zijn ontleend aan bovengenoemd verslag (KOOPMANS 1966). De aanwezigheid van *T.*

TABEL 31. Overzicht van profiel- en grondonderzoek in verband met de zwaarte van de grond en het voorkomen van *T. teres* op een perceel waar bij grondverbetering in afnemende mate lutumarme bovengrond is vervangen door lutumrijkere grond

Profiel nr.	WK 5	WK 4	WK 3	C
grond-verbetering	sterk bekleid	matig bekleid	licht bekleid	niet bekleid
gewas(sen)	tulp/gras	vlas/luzerne	vlas/luzerne	suikerbiet

Profiel en aantal *T. teres* per 500 ml grond.



Grondonderzoek; gehalte in % van de droge grond.

bemonsterde laag in cm	0–30	35–80	0–25	25–65	0–20	20–70	0–35	35–55
humus	2,6	1,1	1,9	0,7	2,0	0,7	1,5	0,1
$CaCO_3$	10,3	6,6	7,7	6,6	7,4	6,5	6,0	4,8
slib	20	7	16	7	16	6	8	6
< 2 μm	17	6	14	5	12	5	7	6
2– 16 μm	7	1,5	5,5	2	5	1,5	1	0,2
16– 50 μm	20	8	15	7	14	5	12	10
50–105 μm	45	65	54	59	52	61	50	45
>105 μm	12	18,5	14	27,5	17	27	30	39

teres blijkt bij deze bemonstering meer algemeen dan bij de vorige, wat verband houdt met de ontwikkeling van de groenbemestingsgewassen (gras, luzerne), die als jong gewas een gunstiger waardplant zijn dan de hoofdgewassen (tulp, vlas).

In het profiel WK 5 is een geringe populatie aanwezig zowel in de ondergrond als, in mindere mate, in de bouwvoor. Op een naburig perceel (gewas suikerbiet) met een overeenkomstige grondsituatie, was de *Trichodorus*-populatie tot beneden het aantoonbare peil teruggelopen. Dat deze aaltjes toch aanwezig waren bleek op dit perceel in een aangrenzend gewas erwten waar pleksgewijze in ernstige mate vroege verbruining optrad. Deze waarneming komt overeen met waarnemingen elders waar onder een zware bovengrond soms een dunne laag zand voorkomt, waarin *T. teres* aanwezig is en deze virusziekte in erwten overbrengt (VAN HOOF 1967). Een zodanige verzwaring van de bovengrond dat deze ongunstig is voor *T. teres* behoeft dan ook geenszins te leiden tot een bestrijding van door dit aaltje overgebrachte virussen. Bovendien is een zeer geringe populatie die niet aantoonbaar is bij de gebruikelijke wijze van grondonderzoek, voldoende voor de virusoverdracht.

Naarmate de dikte van de zwaardere bovengrond afneemt, WK 4 en 5, neemt zowel in de ondergrond als in de bovengrond de *Trichodorus*-populatie toe. Opvallend is dat in profiel WK 3 de planten de zandige ondergrond in sterke mate bewortelden, hetgeen gepaard ging met een groot aantal aaltjes. Op het niet bekleide gedeelte van de kavel is geen onderzoek gedaan. Op een nabijgelegen kavel (C), waar zowel de bouwvoor als de ondergrond bestaat uit voor *T. teres* gunstige zandgrond en waar alleen tot ongeveer 50 cm diepte is gewoeld, werden bieten ernstig aangetast door *T. teres*. De gegevens van het onderzoek op dit perceel zijn ter vergelijking vermeld.

Uit deze gegevens van het granulometrisch onderzoek bleek wederom dat de aanwezigheid van grote populaties van *T. teres* vooral gronden betreft die 5–8% lutum, overeenkomend met 8–12% slib, bevatten. Daarbij bestond de zandfractie in hoofdzaak uit fijn zand met een top tussen 50 en 105 μm. Deze granulaire samenstelling is bepalend voor de fysische eigenschappen van de grond en o.a. voor de poriegrootte van 30–90 μm. Gezien de activiteit van *T. teres*, geeft een klein verschil van enkele procenten lutum op deze lutumarme mariene zandgronden grote en doorslaggevende verschillen. Dit is eveneens tot uiting gekomen in het verloop van de gevonden pF-curves (fig. 12) van de ringmonsters uit de profielen beschreven in tabel 31 (KOOPMANS 1966). Vooral tussen pF 1,5 en 2,0 is het verschil in vochtgehalte tussen lutumarme en -rijkere grond opvallend.

Uit de fysische beoordeling van de bodemprofielen kwam naar voren dat deze voornamelijk bestaan uit sterk gesorteerd uiterst fijn zand. Wanneer het grover materiaal betreft, dan blijft de opbouw van de populatie van *T. teres* doorgaans beperkt en is dan voornamelijk van belang als overbrenger van ratelvirus. Er is sprake van een zeer zwakke (enkelvoudige) structuurontwikkeling. Uit het onderzoek van de slijpplaten bleek dat bijna alle poriën in de grond pakkingsporiën zijn (JONGERIUS 1957). Bij een uniforme verdeling van

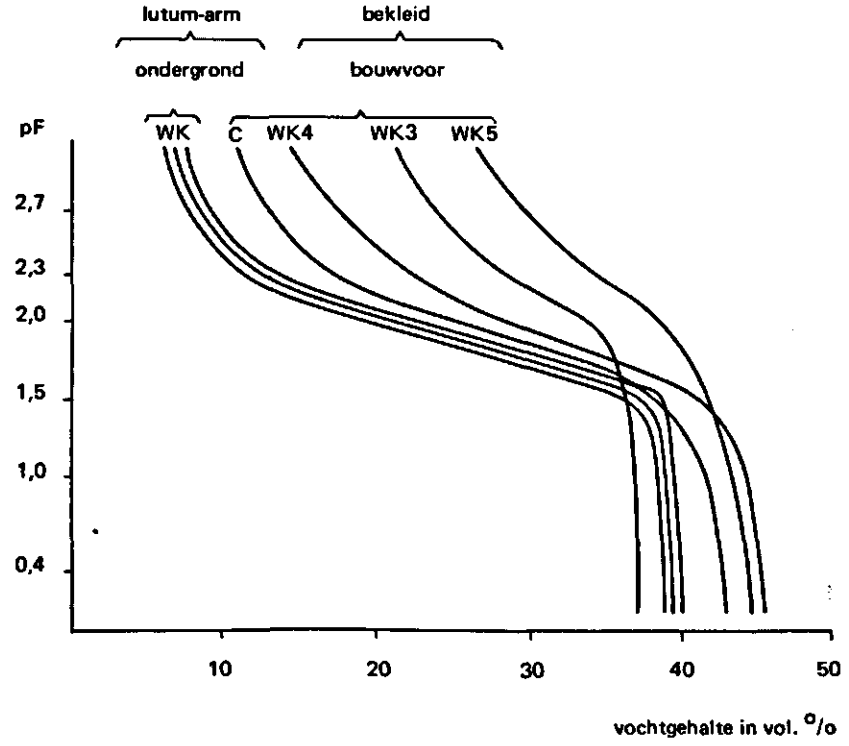


FIG. 12. pF-curve van grondmonsters uit de profielen WK3, WK4, WK5 en C van tabel 31.

de korrelgrootte behoort een overeenkomstige verdeling van de poriëngrootte, hetgeen in het 'stoel'-model van de pF-curve van de lutumarme grond tot uiting komt.

Aangezien het humusarme en lutumarme mariene zandgronden betreft, waarin het water grotendeels capillair gebonden wordt en binding door bijv. adsorptie van geringe betekenis is, is het mogelijk uit deze pF-waarden een redelijke indruk van de verdeling van de poriegrootte te verkrijgen. Hoewel er bij het onderzoek van de slijpplaten nauwelijks poriën werden aangetroffen die duiden op enige biologische activiteit, was er toch enige variatie in vorm en grootte van de pakkingsporiën. Bovendien was er in meer of mindere mate sprake van verstopping van de poriën met fijn verdeelde kalk- en organische stofdeeltjes.

De berekende en gemeten gegevens tonen evenwel duidelijk aan dat de lutumarme grond een relatief hoog percentage poriën bezit in de grootte van 30–90 μm resp. 40–100 μm, in tegenstelling tot iets zwaardere grond, waar een populatie van *T. teres* zich niet of in veel mindere mate ontwikkelt (fig. 13). Gezien deze resultaten en die van Wallace, kan gesteld worden dat de lutumarme fijnzandige mariene gronden blijkbaar een milieu vormen dat een mogelijkheid biedt voor een maximale activiteit van wortelaaltjes waarvan, zoals

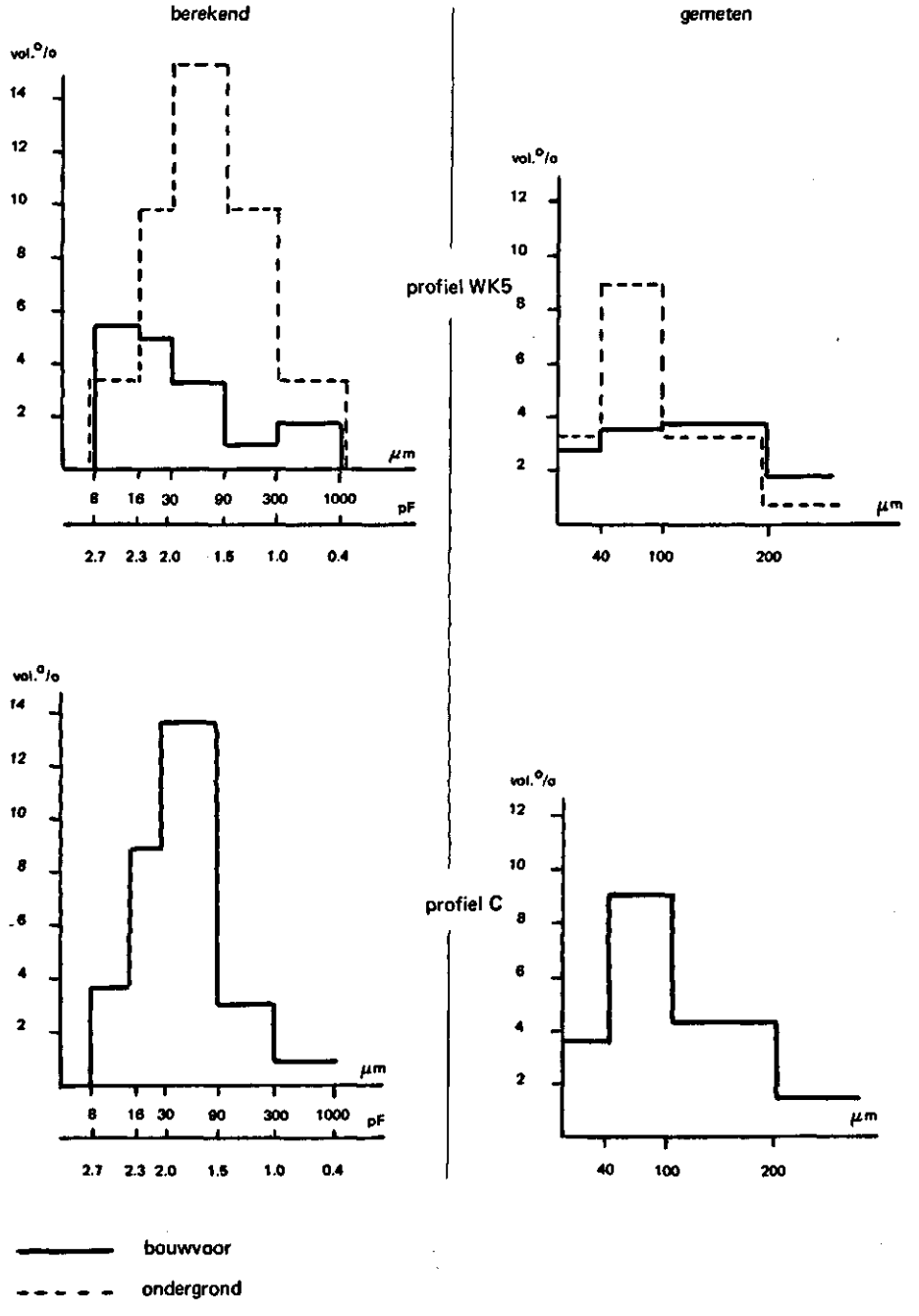


FIG. 13. Overzicht van de poriegrootte-verdeling in grond in verband met de aanwezigheid van *Trichodorus teres*.

uit het veldonderzoek gebleken is, vooral *T. teres* tot dusverre het meest op de voorgrond trad.

In samenwerking met Dr. Ir. L. A. H. de Smet en G. A. van Soesbergen (Stiboka) is dit onderzoek in juni 1967 op meer uitgebreide schaal voortgezet op percelen, waar aantastingen door *T. teres* optraden in aardappelen en suikerbieten. De resultaten zijn samengevat in tabel 32 en stemmen overeen met het vorige onderzoek. Het volume-aandeel van de poriën van 30–90 μm, berekend aan de hand van pF-bepalingen (0,4, 1,0, 1,5, 2,0, 2,3 en 2,7) toont een duidelijk verband met het verschil in stand van de suikerbieten en de *Trichodorus*-populatie in de grond. Het monster uit het perceel aardappelen sluit hierbij goed aan.

Hiernaast komt er, met name in het westen van de Noordoostpolder, een groot aantal percelen voor waar een iets zwaardere bovengrond (plm. 20 cm) rust op een ongeveer even dikke schelprijke zandlaag (fig. 14). Deze bovengrond betreft een humusarme fijnzandige zeer lichte zavel met 10–15% afslibbare delen, overeenkomend met 7–10% lutum, waarin geen of slechts geringe populaties van *T. teres* voorkomen. Het volumepercentage van de poriegrootte 30–90 μm ligt relatief laag (6,4–7,5). In gevoelige gewassen wordt op deze percelen doorgaans geen schade door *T. teres* waargenomen.

De zandlaag is matig humusarm, zeer fijnzandig en kleiarm (6% slib). In deze laag is het aandeel poriën in de grootte van 30–90 μm hoger (10,1–12,1) en biedt gezien de voorgaande waarnemingen een gunstiger milieu voor *T. teres*, hoewel dit niet steeds in aanwezigheid tot uiting komt. Dit kan een gevolg zijn van de schaarse beworteling van de gewassen in deze laag. Bij het veldonderzoek was het opmerkelijk dat schade door *T. teres* op dergelijke per-

TABEL 32. Overzicht van de berekende poriegrootteverdeling (in vol. %) en het gemiddeld aantal *T. teres* per 500 ml grond van de bouwvoor op enkele percelen waar in 1967 aantasting door deze aaltjes optrad

Gewas	Berekende poriegrootte			Aantal *T. teres*
	8–1000 μm	30–90 μm	16–30 μm	
aardappel				
afwijkend	24,6	17,5	2,8	620
suikerbiet				
afwijkend	23,9	17,0	2,5	430
goed	15,3	8,3	2,2	3
suikerbiet				
afwijkend	28,7	13,1	6,9	2.265
suikerbiet				
afwijkend	22,1	11,1	1,3	170
goed	8,3	2,2	1,4	15
suikerbiet				
afwijkend	34,8	22,1	4,2	185
goed	14,9	8,1	2,8	25

celen optrad waar de bovengrond iets zandiger was. Dit was vooral het geval wanneer men door dieper te ploegen, b.v. terwille van een dikkere bouwvoor, de grond van de bouwvoor had gemengd met dit zand. Een overeenkomstige situatie is veelvuldig waargenomen achter op de kavels op de zgn. tochtwal en incidenteel op een voormalig zanddepot waardoor eveneens een verschraling van de oorspronkelijke bovengrond had plaatsgevonden.

Op de proefboerderij 'de Waag' te Creil (Noordoostpolder) is dit in een veldproef nagegaan. In tabel 33 zijn de gegevens uit deze proef samengevat waar naast normaal geploegd (19 cm), waarbij gedeeltelijk met woelen een ploegzool werd losgemaakt, ook dieper (27 cm) is geploegd. In het gewas suikerbieten werd alleen in het laatstgenoemde gedeelte een minder goede groei van het gewas waargenomen. Behalve de invloed van minder gunstige groeiomstandigheden door het toevoegen van humusarme zandgrond aan de bouwvoor, bleek ook ongeveer 10% van de bieten een vlakliggend of vertakte hoofdwortel te bezitten; op de beide andere objecten was de penwortel van de bieten normaal ontwikkeld. In overeenstemming hiermede bleek juist op het diepgeploegde gedeelte in de grond een duidelijke populatie van *T. teres* voor te komen, in tegenstelling tot de beide andere objecten waar deze aaltjes nog niet of in geringe mate aanwezig zijn. De andere aaltjesgeslachten, die ter vergelijking zijn vermeld, tonen eveneens een toename naarmate de grond dieper en grondiger is bewerkt, hoewel in mindere mate dan bij *T. teres*.

Een overeenkomstige ervaring werd opgedaan in 1969 in suikerbieten op een praktijkperceel in de Noordoostpolder, waar men door mengwoelen van

TABEL 33. Invloed van grondbewerking op de aaltjespopulatie in de bouwvoor van zeer lichte zavelgrond rustend op een matig humusarme, kleiarme zeer fijnzandige schelpzandlaag op de proefboerderij 'de Waag' te Creil

Grondbewerking	Monsterdiepte in cm –mv	Gemiddeld aantal aaltjes per 500 ml grond							
		bemonstering 2-9-1966[1]				bemonstering 25-10-1966[2]			
		P	T	Tr	He	P	T	Tr	He
A. normaal ploegen (19 cm)	5–15					3.890	310	0	3.930
	15–25					2.300	375	0	1.545
	30–40					445	55	0	650
B. als A + woelen	5–15	1.080	75	4	7.985	3.395	790	0	2.120
	15–25	970	15	1	7.500	2.315	875	0	2.880
	30–40	110	5	5	5.270	2.130	565	0	660
c. dieper geploegd (27 cm)	5–15	2.065	25	45	1.965	3.330	590	240	4.260
	15–25	1.995	95	95	3.975	4.725	280	105	5.725
	30–40	225	50	225	245	1.980	75	15	2.085

[1] bemonstering R. K. Koopmans.

[2] bij deze bemonstering is grond verzameld uit de laag 25–35 cm –m.v. i.p.v. 30–40 cm.

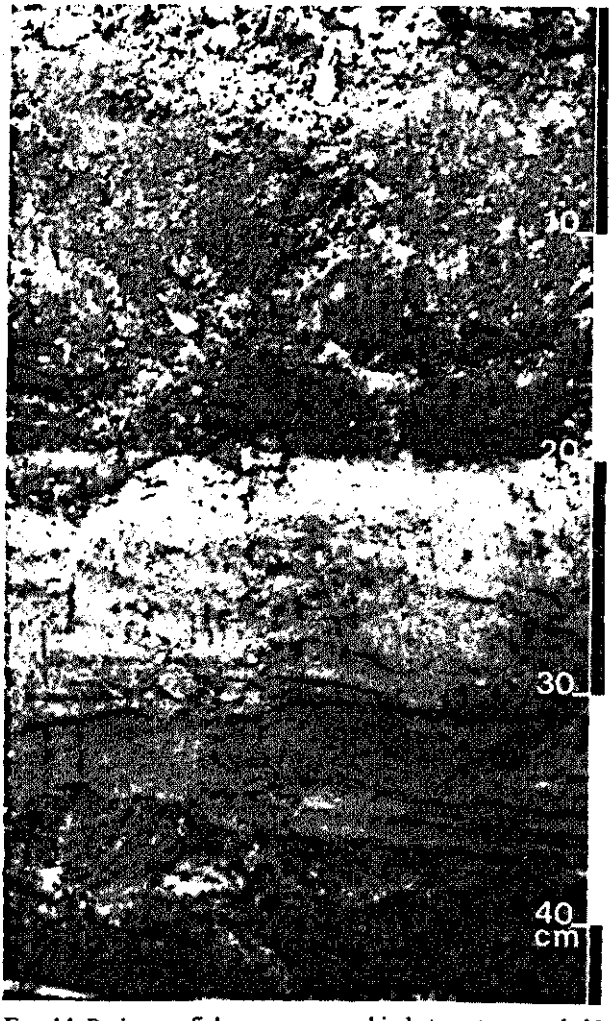


FIG. 14. Bodemprofiel van een perceel in het westen van de Noordoostpolder. De bouwvoor van zeer lichte zavel gaat zeer scherp over in een ongeveer even dikke schelpzandlaag van kleiarm zeer fijn zand. Daaronder een gelaagde sloefafzetting van kleiarm zand afgewisseld met lichte zavel (foto Stiboka - Wageningen).

een 20–25 cm dikke bouwvoor van een vrij zware zavel (17–25% lutum) op een ondergrond van pleistoceen zand, betere groeiomstandigheden voor de verschillende gewassen (gras 2 j., suikerbieten, aardappelen en graan) trachtte te verkrijgen. Het mengwoelen heeft in 1962 (ondiep) en in 1964 (dieper) plaatsgevonden. Tussen beide perceelsgedeelten is een smalle strook in verband met de aanwezigheid van een afrastering onbehandeld gebleven. Op beide gedeelten was in de eerste jaren na de behandeling de groei van de gewassen uitstekend, met uitzondering van de onbehandelde strook waar droog-

teschade optrad. In 1969 was de stand van suikerbieten op het ondiep gemengwoelde gedeelte ook goed in tegenstelling tot het stuk waar dieper gemengdwoeld was. Op dit gedeelte was aanvankelijk de stand van het gewas normaal en gelijkmatig; in juni evenwel stagneerde pleksgewijs de groei van het gewas, met later ogenschijnlijk weer herstel. Ondergronds bleek evenwel een groot deel van deze bieten een liggende of vertakte hoofdwortel te hebben (fig. 15). Bij oriënterend onderzoek bleek er een duidelijk verband met de stand van het gewas en de populatie in de grond van *T. teres* (goed en afwijkend resp. 10 en 140 *T. teres* gemiddeld per 500 ml grond). Een meer gedetailleerde bemonstering in oktober (tabel 34) toonde aan dat door het mengwoelen van de zavel- en zandgrond in de bouwvoor een situatie is geschapen die voor *T. teres* gunstiger is dan in de uitgangssituatie en wel des te gunstiger naarmate dieper is gemengwoeld d.w.z. verdergaand is verschraald. Gezien de toename van de populaties van de overige aanwezige aaltjes, zijn de omstandigheden voor hen eveneens in gunstige zin gewijzigd.

FIG. 15. Suikerbiet uit afwijkende plek in perceelsgedeelte waar diep is gemengwoeld (objekt C in tabel 34).

TABEL 34. Invloed van het mengen van een bovengrond met ca. 20% lutum en ondergrond van pleistoceen zand op de aaltjespopulatie in de bouwvoor en ondergrond. Bemonstering na de oogst van suikerbieten; voorvrucht 2 jaar gras. Gemiddeld aantal aaltjes van drie herhalingen

Grondbewerking	Monster	Gemiddeld aantal aaltjes per 500 ml grond				
		P	Pa	T+R	Tr	S
A. gemengwoeld	bv	1.952	550	10	23	7.190
ondiep	og 1	1.468	2.012	7	45	3.230
	og 2	570	2.780	40	190	2.435
B. onbehandeld	bv	222	640	20	+	2.875
	og 1	25	753	60	22	1.920
	og 2	20	30	55	110	1.585
C. gemengwoeld	bv	4.238	875	25	117	8.920
diep	og 1	5.945	1.692	30	130	5.620
	og 2	165	3.565	25	55	2.365

bv = bouwvoor; og = ondergrond; 1. onder bouwvoor; 2c onder 1.

De structuur van de grond op het proefveld en op het praktijkperceel is niet geanalyseerd omdat de gemengde grond nog zodanig heterogeen was dat het de vraag was of dit onderzoek reeds een betrouwbaar inzicht zou kunnen verschaffen. Men zal in elk geval bij verschraling van de grond niet zover dienen te gaan dat voor planteparasitaire aaltjes, in dit geval voor *T. teres* doch mogelijk ook voor andere, gunstiger ecologische omstandigheden ontstaan.

4.4.4. *Conclusie*

Bij het veldonderzoek is gebleken dat populaties van *T. teres* die schade veroorzaken in gevoelige gewassen, voornamelijk worden aangetroffen in lutumarme mariene zandgronden die humusarm (minder dan 2% humus) en kleiig (minder dan 12% afslibbaar overeenkomend met 8% lutum) zijn. Aantasting treedt veelvuldiger en in ernstiger mate op naarmate de grond lichter is.

Het totaal porievolume van deze gronden bleek weinig of geen invloed te hebben op het optreden van *T. teres*. Wel bleken gronden die een gunstig biotoop voor deze aaltjes zijn, een beduidend hoger vochtgehalte (in volume %) te hebben tussen pF 1,5 en 2,0 dan gronden die, onder gelijke cultuuromstandigheden, blijkbaar niet of minder geschikt zijn. Dit verschil is bij benadering toe te schrijven aan de hoeveelheid poriën in de grond met een grootte tussen 30 en 90 μm. Door poriën van deze grootte kunnen de meeste planteparasitaire aaltjes zich het snelst verplaatsen wanneer het vochtgehalte van de grond op veldcapaciteit is en de grond een gunstige temperatuur heeft (WALLACE 1963). Het schadelijk optreden van *T. teres* in gewassen blijkt voornamelijk beperkt te zijn tot gronden met deze samenstelling en structuur van de bouwvoor (DE SMET & VAN SOESBERGEN 1968). De relatief grote verplaatsingsmogelijkheid voor aaltjes in deze grond kan tevens een ernstige aantasting verklaren van bij-

voorbeeld de hoofdwortel van kiemplantjes van bieten terwijl er bij het zaaien slechts een geringe populatie in de bouwvoor is aangetroffen en er in de grond rondom de wortel een aanzienlijk groter aantal aaltjes voorkomt dan gemiddeld in de bouwvoor (HIJINK & KUIPER 1966).

In laboratoriumproeven is informatie verzameld over de verplaatsing van aaltjes in het algemeen en *T. teres* in het bijzonder. Deze aaltjes bleken daarbij een tussenpositie in te nemen tussen enerzijds *P. neglectus* waarbij nauwelijks enige opwaartse migratie werd waargenomen en anderzijds *Heterodera*-larven waar dit in sterkere mate het geval was. Ook bij *T. teres* was er enigszins sprake van een activerende invloed van wortelexudaten. Onder de proefomstandigheden was de migratie van *T. teres* groter wanneer de grond was verdicht door toevoeging van water dan door aanstampen. De opwaartse migratie van *T. teres* bleek groter en meer algemeen verdeeld in bovengrond met een laag slibgehalte (± 6% afslibbaar = ± 4% lutum) dan in iets kleiiger grond (± 9% afslibbaar = ±6% lutum). Uitgaande van een geheel of gedeeltelijk besmette kolom grond blijkt de populatie zich over de gehele kolom te verdelen met een zekere voorkeur voor grond die een vochtgehalte heeft overeenkomend met die bij veldcapaciteit.

Verzwaring van de bouwvoor door het naar boven brengen van kleiiger ondergrond heeft in de praktijk geresulteerd in een duidelijk geringere activiteit van *T. teres* en eliminatie van schade door aantasting van deze aaltjes in het gewas.

Omgekeerd heeft verschraling van de bouwvoor door mengen met lutumarme fijnzandige (onder)grond geleid tot schade in gewassen door aantasting van *T. teres* in overeenstemming met de mate waarin deze aaltjes in de bouwvoor werden aangetroffen bij bemonstering wanneer de eerste verschijnselen optraden.

4.5. INVLOED VAN HET GEWAS OP DE POPULATIEGROOTTE

4.5.1. *Algemeen*

Bij beschouwing van de problemen die voortvloeien uit de aanwezigheid van *T. teres* in de grond, rees direct de vraag in hoeverre deze verband houden met een onjuiste vruchtwisseling en op welke wijze schade door een wijziging in het bouwplan zou kunnen worden voorkomen of beperkt. Hieraan is ruimschoots aandacht besteed aangezien vruchtwisseling van oudsher een middel is geweest waarmede men allerlei, ook fytopathologische, problemen het hoofd heeft kunnen bieden.

Reeds bij de eerste reeks waarnemingen bleek dat de grootte van de populatie van *T. teres*, gemeten aan de hand van een gemiddeld monster uit de bouwvoor, in de loop van het jaar sterk kan wisselen. Dit was bijvoorbeeld het geval op een perceel met voor deze aaltjes geschikte grond waar ernstige schade in suikerbieten was opgetreden. In september bedroeg het aantal gemiddeld 810 (529–940) per 500 ml grond. Bij het uitzaaien van verschillende gewassen in

TABEL 35. Populatiedichtheden van *T. teres* in de bouwvoor na het zaaien van gewassen op 26 april 1962

Gewassen	Monsterdata			
	3/7	10/8	28/9	30/10
witte klaver	385	500	790	360
Engels raaigras	1.825	1.335	2.200	520
afrikaantjes	3.050	915	845	570
zomergerst		555	1.475	1.660
suikerbiet		1.175	1.525	1.420

het daaropvolgende voorjaar bleek dit aantal te zijn gedaald tot gemiddeld slechts 40 (35–50). Periodiek zijn daarna bemonsteringen uitgevoerd waarvan de resultaten voor enkele gewassen in tabel 35 zijn weergegeven. Reeds op 3 juli is de populatie in de bouwvoor zeer sterk toegenomen. Bij witte klaver en Engels raaigras zien wij later nog een verdere toename met een maximum bij de bemonstering op 28 september; bij afrikaantjes (*Tagetes patula*) daarentegen daalt het aantal scherp naar een verder geleidelijk afnemend niveau. Opmerkelijk is het resultaat bij zomergerst waar een relatief laag aantal op 10 augustus nadien toeneemt hoewel het gewas reeds was geoogst hetgeen waarschijnlijk verband houdt met het vrijkomen van larven uit eieren. Bij de te velde staande suikerbieten beweegt het aantal zich op een gemiddeld hoog niveau. Na de laatste bemonstering op 30 oktober is het gehele proefveld gespit. Evenals bij de vorige bemonstering in het voorjaar bleek op 19 april 1963 het aantal *T. teres* in de bouwvoor weer zeer te zijn afgenomen tot gemiddeld 16 (5–25). Van enige invloed van de gewassen in 1962 op de populatiegrootte was daarbij niets meer te registreren.

In aansluiting op deze proef is getracht informatie te verkrijgen over de invloed van gewassen op de populatiegrootte van *T. teres* in de grond.

4.5.2. *De invloed van gewassen in veldproeven*

In veldproeven is de invloed van een reeks gewassen nagegaan waarbij de gebruikelijke teeltwijze is gevolgd. De gewassen zijn geteeld op onbehandelde grond en op grond die met een nematicide was behandeld. In het najaar zijn grondmonsters genomen om de populatiegrootte van *T. teres* te bepalen. Naast monsters uit de bouwvoor is bij een aantal gewassen eveneens een monster uit de ondergrond verzameld. Daarnaast is de wederopbouw van de aaltjespopulatie in de behandelde grond gebruikt als een maat voor de geschiktheid van een gewas als waardplant van *T. teres*. In het algemeen stemden deze gegevens goed overeen met die van de gewassen op onbehandelde grond. Met de teelt van een gevoelig gewas in het volgende jaar en een beoordeling van de wortelafwijkingen daarin, is getracht een indruk te krijgen van de praktische betekenis van de gevonden verschillen in populatiegrootte van *T. teres* na de verschillende gewassen.

Zoals reeds eerder is gemeld (tabel 13) zijn alle gewassen in meer of mindere mate waardplant voor deze aaltjes. De graduele verschillen die uit bovengenoemde proeven en praktijkwaarnemingen naar voren zijn gekomen zijn in tabel 36 samengevat, waarbij, gezien de verschillende factoren die van invloed zijn op de populatiegrootte en activiteit van *T. teres*, slechts 3 categorieën zijn onderscheiden. Uit deze gegevens blijkt dat vruchtwisseling weinig of geen perspectief biedt om de problemen die op daartoe geschikte gronden door *T. teres* worden veroorzaakt, te voorkomen. De slechte groei van gevoelige toetsgewassen na deze gewassen bevestigde dit. Wel is het mogelijk gebleken het effect van een goed geslaagde grondontsmetting door een gerichte gewassenkeuze aan de hand van deze gegevens uit te buiten. Zo houdt bijvoorbeeld op ontsmette grond de teelt van uien na bieten (beide gevoelige gewassen) meer risico voor het uiengewas in dan omgekeerd voor het bietegewas na uien of aardappelen.

Opmerkelijk is dat de meest gebruikelijke groenbemesters goede waardplanten blijken te zijn. Het gebruik hiervan is voor de voorziening van organische stof om een goed produktievermogen van deze gronden te behouden, essentieel. In de praktijk blijkt dit tot schadelijke neveneffecten te kunnen leiden door het optreden van *T. teres* (blz. 111). Dit kan eveneens het geval zijn wanneer bijv. een 2-jarige kunstweide in de vruchtwisseling is opgenomen.

De invloed van de in tabel 36 gerubriceerde gewassen op de populatiegrootte in de grond geeft vooral de onderlinge verhouding tussen de gewassen weer.

TABEL 36. Invloed van de teelt van gewassen op de populatiegrootte van *T. teres*; g, m en w geven aan dat na de teelt van het gewas in het algemeen resp. een relatief grote, matige of geringe populatie van *T. teres* in de grond is aangetroffen

Gewas	Categorie	Gewas	Categorie
suikerbiet	g	phacelia	m
aardappel	w/m	stoppelknollen	w/m
erwt	w	Italiaans raaigras	g
vlas	w/m	Westerwolds raaigras	g
koolzaad	g	Engels raaigras	g
gerst	g	kropaar	g
haver	w		
tarwe	m/g	stamboon	m
rogge	m/g	peen	m
mais	w	ui	m
witte klaver	m/g	gladiool	w
rode klaver	g	tulp	w
Alexandrijnse klaver	m/g	iris	w
luzerne	w	lelie	w
wikke	g	dahlia	g
hopperupsklaver	g	anemoon	m
bladramenas	w/m	afrikaantjes	m/g

Afhankelijk van andere factoren als de aard van de grond en de weersomstandigheden, kan het niveau waarop deze onderlinge verschillen optreden, variëren. Na bijvoorbeeld rode klaver of andere gunstige waardplanten zal dan ook niet altijd schade in gevoelige gewassen optreden al is het risico wel groter dan na uien hoewel omgekeerd dit gewas als voorvrucht ook wel eens tegenvalt in een volgend gevoelig gewas. De teelt van enkele bloembolgewassen laat doorgaans slechts een geringe, nauwelijks aantoonbare populatie van *T. teres* in de grond achter hetgeen met praktijkervaringen overeenstemt. Een ongunstige uitzondering wordt gevormd door anemonen en vooral dahlia. De omvang van de bloembollenteelt op een landbouwbedrijf is echter te beperkt om in de vruchtwisseling van praktische betekenis te kunnen zijn.

4.5.3. *Fluctuaties in de populatiegrootte bij de teelt van zomertarwe en gras in twee opeenvolgende jaren*

Om informatie te verkrijgen over de fluctuaties in de populatiegrootte zijn in een gelijkmatig door *T. teres* aangetast gedeelte van een bietegewas een drietal proefplekken uitgezet waar gedurende 2 jaar maandelijks grondmonsters uit de bouwvoor en de bijbehorende ondergrond zijn verzameld. De grond is op de gebruikelijke wijze verzorgd en beteeld met zomertarwe (1967) en Engels raaigras (1968). De populatiegrootte in deze serie grondmonsters is in fig. 16 weergegeven; bij enkele punten is tevens de spreiding van de waarnemingen aangegeven. De verbindingslijnen tussen de waarnemingspunten geven een indruk van de schommelingen in de populatiegrootte.

Bij de bemonstering in november en december 1966 was zowel in de bouwvoor als in de ondergrond een grote populatie van *T. teres* aanwezig. Deze populaties bevatten resp. 17 (16–19) en 22 (21–23) % volwassen dieren; de juvenielen betroffen grotendeels de stadia 3 en 4. Na de bemonstering in december is het land geploegd hetgeen vooral in de bouwvoor en in mindere mate in de ondergrond tot uiting kwam in een scherpe daling van het aantal aaltjes in de grond bij de bemonstering in januari. In de bouwvoor ging dit gepaard met een daling van het aandeel volwassen dieren in de populatie tot 9 (7–12) %; in de ondergrond bleef het gelijk. Bij de volgende bemonsteringen was er in de bouwvoor sprake van een toename van de populatie tegenover een geleidelijke daling in de monsters uit de ondergrond. In de monsters genomen in april kort na het zaaien van de zomertarwe, was het percentage volwassen dieren in de bouwvoor en ondergrond resp. 14 en 20% hetgeen kan duiden op een zekere opwaartse migratie van aaltjes uit de ondergrond naar de bouwvoor. Evenals bij de vorige bemonsteringen betroffen de larven overwegend stadia 3 en 4. Bij de populaties in mei was dit sterk gewijzigd en in de bouwvoor en ondergrond was het aandeel van volwassen exemplaren gestegen tot resp. 34 en 53%. In de bouwvoor nam daarna de populatie nauwelijks toe om in juli scherp te dalen. Dit hield verband met een periode van droogte. In de ondergrond was aanvankelijk nog een duidelijke toename van de populatie die daarna, enigszins vertraagd, eveneens een daling toonde.

Tussen de aard van de populaties op het dieptepunt was een opmerkelijk

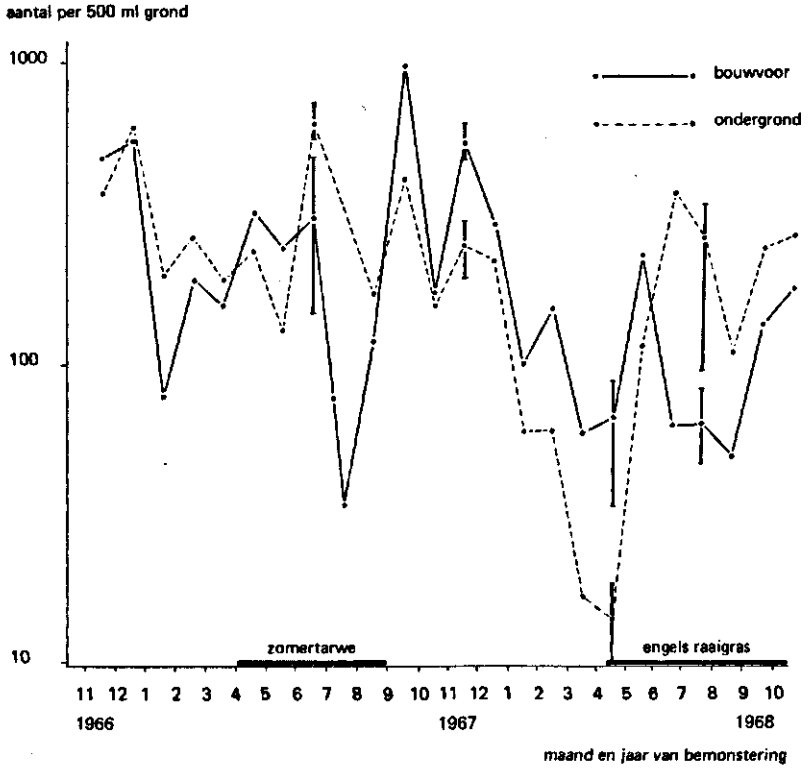


FIG. 16. Gemiddelde populatiegrootte van *T. teres* in de grond van een drietal monsterplekken; maandelijkse bemonstering gedurende twee jaren.

verschil. Terwijl de populatie in de bouwvoor in juli met 29% volwassen aaltjes niet verschilde van die in juni (28%), heeft de aanvankelijk sterke stijging van de populatie in de ondergrond dit aandeel tot 11% gereduceerd. De daling onder invloed van de droogte heeft op alle aanwezige stadia blijkbaar een gelijke invloed gehad. Opmerkelijk was het herstel van de populatie zoals dat in de september-bemonstering tot uiting komt.

Deze stijging heeft plaats gevonden terwijl het gewas reeds geoogst was. Gezien de daling van het aandeel adulte nematoden tot 9% had deze toename voornamelijk betrekking op juveniele aaltjes. Aangezien de daaropvolgende daling van de populaties in beide grondlagen gepaard ging met een stijging van het aandeel adulten tot 26 en 24%, betrof dit voornamelijk een afname van het aantal juveniele exemplaren. De stijging en daling in november en december gaven een overeenkomstig verloop van de samenstelling van de populatie. De bemonstering in januari was weer een afspiegeling van de invloed van het ploegen, vooral in de bouwvoor, zoals dat ook een jaar eerder tot uiting kwam.

De volgende bemonsteringen gaven evenwel, in vergelijking met dezelfde periode in 1967, een veel grotere daling van de populatiegrootte van *T. teres*

te zien. Het aandeel volwassen exemplaren in de populaties uit de bouwvoor en ondergrond nam daarbij toe van resp. 25 en 23% in december tot 36 en 50% bij de bemonstering in april. Met de ontwikkeling van het gras is de populatie aanvankelijk in sterke mate toegenomen; voor de volgende daling en herstel zijn geen aanknopingspuntên gevonden. In de bouwvoor liep het percentage adulten hoog op (tot 70% in juni); daarna schommelde het tussen 30 en 45% zonder een duidelijk verband met de verschillen in grootte van de populatie. In de ondergrond liep, met de sterke toename, het percentage aanvankelijk terug tot 17% in juni om vervolgens te variëren tussen 30 en 40%.

Uit de gegevens van deze periodieke bemonstering gedurende twee jaren blijkt dat het verloop van het aantal *T. teres* in de grond grote schommelingen vertoont die voor een groot deel worden veroorzaakt door juveniele stadia. Deze kunnen, zoals na zomertarwe in de herfst is gebleken, een betrekkelijk korte levensduur hebben wanneer geen waardplant aanwezig is. In dit verband heeft de braakperiode tussen hoofdgewassen mogelijk een sanerende betekenis hetgeen de tussenteelt van een groenbemestingsgewas een minder gunstig aspect geeft. Dit is eveneens het geval bij lang doorgroeiende gewassen als bieten of kunstweide. De daling van de populatie gedurende de winter vertoont van jaar tot jaar opmerkelijke verschillen die van praktische betekenis kunnen zijn. Welke factoren hierbij een rol spelen is aan de hand van de beschikbare gegevens niet aan te geven.

4.5.4. *Invloed van gewassen op het optreden van ratelvirus*

In enkele vruchtwisselingsproeven trad in meer of mindere mate overdracht van ratelvirus (Nicotiana-virus 5) door *T. teres* op. Aangezien over deze relatie reeds door anderen onderzoek werd verricht (CREMER & SCHENK 1967, VAN HOOF 1968, RICHTER 1968, AYALA 1965, SYMALLA 1971) is dit facet van de aanwezigheid van deze aaltjes in de grond niet in het onderzoekprogramma opgenomen. Wel zijn bij proeven waar infectie van ratelvirus is waargenomen, gegevens hierover verzameld.

Dit was o.m. het geval op een vruchtwisselingsproef op zandgrond te Ens (N.O.P.) waar in 1964 gladiolen ('Lovely Melody') als toetsgewas werden geteeld na 10 verschillende voorvruchten. In deze gladiolen trad voornamelijk na bloemkool een relatief ernstige besmetting met ratelvirus ('kartelblad') op. In de grondmonsters die vlak voor het planten van ieder veldje zijn genomen, is slechts een relatief geringe populatie van *T. teres* aangetroffen hetgeen in overeenstemming is met de algemene situatie op deze zandgrond. De grootte van de populaties (gemiddeld van 6 herhalingen) liep uiteen van 65 ex. na prei tot 15–22 ex. na bloemkool, slaboon en afrikaantjes (*Tagetes patula*) terwijl deze aantallen na de overige gewassen (tabel 37) nog geringer waren. In de ondergrond waren deze aantallen doorgaans wel hoger doch in dezelfde orde van grootte. In verband met het tweejarig effect van deze virusziekte in gladiolen (CREMER & SCHENK 1967), zijn monsters uitgeplant op zwaardere grond waarin de aaltjesvector *Trichodorus* spp. niet voorkomt. In deze nateelt bleek de mate van overdracht te worden beïnvloed door de voorvrucht (tabel 37). In vergelij-

TABEL 37. De invloed van enkele gewassen op het optreden van ratelvirussymptomen in de nateelt van gladiolen ('Lovely Melody')

Voorvrucht 1963	Ratelvirussymptomen in			
	nateelt 1965	%	nateelt 1966	%
bloemkool	108/435*	25	84/294*	29
slaboon	28/489	6	28/250	11
afrikaantjes	41/520	8	26/229	11
peen	4/494	1		
prei	9/468	2		
witlof	10/455	2		
tulp	16/516	3	2/268	<1
narcis	4/519	1		
iris	10/514	2		
gladiool	1/475	<1		

*: noemer = aantal gladiolen dat is nageteeld.
teller = aantal ervan met symptomen van ratelvirus.

king met gewassen als peen, prei, witlof, tulp, narcis, iris en gladiool heeft na bloemkool in opmerkelijke mate overdracht plaats gevonden terwijl ook na slaboon en afrikaantjes het percentage besmette planten hoger ligt. In de praktijk zijn overeenkomstige ervaringen over het in versterkte mate optreden van ratelvirus in gladiolen en tulpen na de teelt van bloemkool opgedaan. Dit effect is niet af te leiden uit de populatiegrootte van *T. teres*; omgekeerd heeft de relatief hoge populatie na prei geen duidelijke invloed op de mate van overdracht gehad.

Van gladioleplanten besmet met ratelvirus zijn, najaar 1968, 'kralen' verzameld. In 1967 zijn deze uitgezaaid op zware zavelgrond en zijn geen symptomen van ratelvirus in het kruid waargenomen. In 1968, wederom op deze grond, toonden evenwel 13 van de 87 planten (15%) symptomen.

Op een proefveld, eveneens op zandgrond te Ens, waar in 1966 gladiolen ('Elan') werden geteeld na groenbemestingsgewassen in het voorafgaande najaar, kwamen planten voor met kartelblad. Op de gedeelten van het proefveld waar de grond voor de teelt van de groenbemestingsgewassen met een nematicide was behandeld, was dit niet het geval zodat er sprake was van grondbesmetting in de onbehandelde gedeelten. Evenals bij de vorige proef was het aantal aaltjes in de grond relatief laag; gemiddeld per 500 ml grond en 6 herhalingen was dit het hoogst na wikken (24 ex.) en Westerwolds raaigras (16 ex.). Na de overige gewassen (tabel 38) was dit aantal 10 of lager. Ook in de ondergrond was *T. teres* in iets grotere aantallen regelmatig aanwezig. Onderzoek van grondmonsters van het niet-ontsmette deel van het proefveld met tabak ('White Burley') als vang- en toetsplant toonde een algemene besmetting met ratelvirus aan.

De resultaten van de waarnemingen over het voorkomen van kartelblad

TABEL 38. De invloed van enkele groenbemestingsgewassen op het optreden van ratelvirus-symptomen bij de teelt en nateelt van gladiolen ('Elan')

Groenbemestingsgewas	Aantal planten met symptomen van ratelvirus		
	teelt 1966	nateelt 1967	
wikke	60	16	6,4%
Engels raaigras	31	5	2,0%
Westerwolds raaigras	19	11	4,6%
rogge	14	12	5,0%
bladramenas	37	9	3,6%
stoppelknol	120	23	8,7%

bij de gladiolen tijdens de groei op het proefveld en bij de nateelt op zwaardere grond, zijn samengevat in tabel 38. Van de groenbemestingsgewassen steken in verband met deze virusoverdracht stoppelknollen en wikken ongunstig af tegen b.v. rogge. Door de grondontsmetting was een goede bestrijding van de besmetting verkregen. In de nateelt bleken evenwel toch nog 3 van de 756 planten besmet waarvan één uit de monsters gladiolen geteeld na wikke en de beide andere na stoppelknollen.

Onderzoek van grondmonsters van een vruchtwisselingsproefveld met landbouwgewassen toonde, met tabak als vang- en toetsplant, aan dat zomertarwe suikerbiet, aardappel, koolzaad, Engels raaigras en uien een zeer duidelijke en algemene besmetting van ratelvirus in de bouwvoor en ondergrond achterlaten (35 grondmonsters na ieder genoemd gewas alle besmet). Na zomergerst bleek de virusbesmetting van 42 grondmonsters slechts bij 5 in lichte en bij 3 in zeer lichte mate aantoonbaar hetgeen enigermate aansluit bij de bevindingen van SYMALLA (1971). De praktische betekenis van deze waarneming is niet getoetst. Opmerkelijk was de hoge mate waarin ratelvirus nog werd aangetroffen in grondmonsters afkomstig van een strook grond die braak gelegen had.

Enig verband tussen deze waarnemingen en de populatiegrootte in de grond is niet gevonden. Na zomergerst, Engels raaigras en zomertarwe was de populatie het hoogst met gemiddeld resp. 156, 121 en 115 ex. en na aardappel het laagst (15 ex.); koolzaad en suikerbieten namen een tussenpositie in (resp. 60 en 38 ex.). In de grondmonsters van de onbeteelde grond waren slechts geringe aantallen (5–10 ex.) aanwezig. In de ondergrond was het aantal aaltjes na deze gewassen ongeveer gelijk aan of lager dan in de bouwvoor.

De aanwezigheid van *T. teres* en ratelvirus is in deze proef tot uiting gekomen bij aardappelen (Amaryl). Na de voorvrucht koolzaad hadden 50% van de knollen symptomen van kringerigheid; na zomertarwe, aardappelen en suikerbieten was dit slechts 1–3%. Grondontsmetting na deze gewassen had een praktisch afdoende resultaat in tegenstelling tot koolzaad waar nog 10% van de knollen symptomen vertoonden.

4.5.5. *Conclusie*

Het polyfage karakter, bekend van verschillende andere *Trichodorus*-soorten, is in veldproeven ook bij *T. teres* naar voren gekomen. Met vruchtwisseling is het dan ook niet mogelijk gebleken de schade die deze aaltjes in gevoelige gewassen kunnen veroorzaken, op een voor de praktijk bruikbare wijze te voorkomen.

Tijdens de groei van het gewas neemt de populatie in de bouwvoor in meer of mindere mate toe. De verschillen die daarbij zijn gevonden bleken in het algemeen na de winter te zijn genivelleerd op een relatief laag niveau. De teelt van groenbemestingsgewassen kan in dit verband een minder gunstige invloed hebben doordat enerzijds de populatie langer op een relatief hoog niveau kan blijven of toenemen en anderzijds de periode zonder gewas waarbij een daling optreedt, korter wordt. De verschillen tussen de gewassen in de mate waarin zij waardplanten voor *T. teres* zijn, kunnen toch wel enige betekenis hebben. Door een gerichte keuze van de volgorde van de gewassen na een grondontsmetting, is het mogelijk gebleken een meerjarig effect van deze behandeling te verkrijgen.

De grootte en de samenstelling van de populatie van *T. teres* in de grond blijkt zowel tijdens de groei van de gewassen als daarbuiten sterk te kunnen wisselen. Dit is niet alleen van betekenis bij de interpretatie van de resultaten van het onderzoek doch kan in vele gevallen mede een rol spelen bij de grilligheid van het optreden van schade in gewassen.

Bij de teelt van gladiolen trad, in vergelijking met enkele andere groente-, bloembol- en groenbemestingsgewassen, na bloemkool en stoppelknollen en in mindere mate na slaboon, afrikaantjes en wikken, een hogere besmetting met ratelvirus op.

In grondmonsters genomen na de teelt van enkele landbouwgewassen, uien, Engels raaigras en na braak werd, met behulp van tabak als vangplant, een algemene en ernstige besmetting met ratelvirus aangetroffen hetgeen evenwel na zomergerst slechts in opmerkelijk geringe mate het geval bleek te zijn. De aanwezigheid van ratelvirus kwam bij de teelt van aardappelen voornamelijk na koolzaad tot uiting.

De waarnemingen over het optreden van ratelvirus toonden geen relatie met de populatiegrootte van *T. teres* in de bouwvoor of ondergrond.

4.6. Invloed van bemesting op de populatiegrootte en activiteit

4.6.1. *Algemeen*

Op de lichte gronden met weinig lutum en organische stof is de voedselreserve gering en spoelen meststoffen gemakkelijk zo ver naar beneden dat deze buiten het bereik van wortels komen vooral als de beworteling door aantasting voornamelijk oppervlakkig is.

Als begeleidend verschijnsel treden bij aantasting in het gewas dan ook verschillende gebreksverschijnselen op. Bij aardappelen zijn dat vooral sympto-

men van fosfaatgebrek doch het bemesten met fosfaat had geen effect (CREMER 1965). Bij bieten lijkt het stikstofgebrek en een overbemesting heeft soms een goed resultaat wat betreft de loofontwikkeling, doch de opbrengst valt tegen. In 1965 en 1966 gaf toediening van sporenelementen (borium, zink, koper en mangaan) in een gebruikelijke hoeveelheid en vorm geen noemenswaardige verbetering bij enkele gevoelige gewassen (bieten, aardappelen, uien).

Van de voedingselementen die in grotere hoeveelheden worden toegediend (N.P.K.) is bekend dat een goede kalivoorziening van de plant een zeker herstel van de groei van een door wortelaaltjes aangetast gewas kan geven. In sommige gewassen leidde dit ook tot een geringere vermeerdering van de aaltjes (CURTIS 1964).

Bij het gebruik van stalmest is zowel een remming van de aantasting als een geringere vermeerdering van verschillende planteparasitaire aaltjes (*Pratylenchus pratensis*, *Meloidogyne hapla*, *Heterodera rostochiensis*) geconstateerd (OOSTENBRINK 1954, VAN DER LAAN 1956).

In veldproeven is nagegaan in hoeverre de verhouding van gevoelige gewassen tot aantasting en schade door *T. teres* kan worden beïnvloed door minerale of organische bemesting van de grond.

4.6.2. *Invloed van minerale bemesting*

De toediening van N, P en K in hoeveelheden zoals deze voor een goede groei van de gewassen noodzakelijk zijn geeft, tijdelijk, een verhoging van de osmotische druk in het bodemvocht. Verschillende aaltjessoorten blijken evenwel, althans in vitro, een osmotische druk te kunnen verdragen die ruimschoots boven het verwelkingspunt van planten ($\pm$ 15 at.) ligt (BLAKE 1961, WALLACE & GREET 1964, BOR & KUIPER 1966). Bij het laatstgenoemde onderzoek bleek evenwel dat zowel *T. teres* als *T. pachydermus* in een oplossing van suiker en KCl reeds gedood werden bij een osmotische druk van ongeveer 2 at. zodat een tijdelijk hoge zoutconcentratie zoals na de toediening van minerale meststoffen optreedt, van betekenis kan zijn voor de verhouding plant–parasiet. De geringe buffering bij een hoge kunstmestgift van de zandgronden waarin deze aaltjes voorkomen ondersteunt deze mogelijkheid die echter sterk afhankelijk is van de neerslag. In 1963 zijn in dit verband op het kalibemestingsproefveld van de proefboerderij 'Prof. Dr. J. M. van Bemmelenhoeve' in de Wieringermeer waarnemingen gedaan bij suikerbieten.

Dit proefveld ligt sedert 1937 op slibhoudende zandgrond met een slibgehalte van ca. 8% waar zich voornamelijk in bieten moeilijkheden voordoen door *T. teres*. De voorvrucht was vlas met hopperupsklaver als groenbemester. Op 12 april werd 600 kg super 20% en 600 kg KS per ha gegeven terwijl de kalibemesting één week later is toegediend in de vorm van K40 in hoeveelheden van 0, 40, 80, 120, 160 en 200 kg K_2O per ha. Op 13 april zijn de bieten (Zwaanpoly) gezaaid. De ontwikkeling van het gewas was aanvankelijk regelmatig zonder verschillen tussen de objecten. Bij het op-één-zetten op 21 mei kwam de hoogste kaligift er duidelijk gunstiger uit. Nadien werden de groeiverschillen steeds groter en hoewel de loofontwikkeling van de bieten op de

O-veldjes in de tweede helft van augustus enigszins bijtrok, bleef het een zeer matig gewas. Bij de drie hoogste K-giften was de stand goed tot uitstekend terwijl de overigen een tussenpositie innamen. Bij het rooien bleek op de O-veldjes bij ±20% van de bieten de penwortel te ontbreken en was er sprake van een oppervlakkige vertakte beworteling. Naarmate er meer kali was gegeven nam dit af en bij 160 kg K_2O/ha of meer waren de bieten normaal. Door een misverstand is bemonstering achterwege gebleven. Andere waarnemingen in suikerbieten op dit kavelgedeelte hebben aangetoond dat ernstige schade door *T. teres* in dit gewas kan optreden vooral na de teelt van groenbemestingsgewassen.

In 1964 is aan dit aspect aandacht besteed op een perceel zandgrond met een slibgehalte van ca. 6% waar naast een basisbemesting van 1000 kg kalksalpeter en 100 kg superfosfaat 20% per ha, een bemesting van 0, 300 en 500 kg kali 40%/ha is gegeven vlak voor het zaaien van suikerbieten. In deze proef is evenwel geen merkbare invloed van deze bemestingen op het aantal aaltjes in de grond waargenomen. In het gewas trad een ernstige aantasting op waarbij 56–62% van de planten een afwijkende penwortel vertoonden; een invloed van de kalibemesting is niet tot uiting gekomen.

Hoewel het mogelijk is dat de minerale bemesting enige invloed heeft op de *Trichodorus*-populatie in de grond, zijn er blijkbaar factoren in het spel die het effect wisselvallig maken zodat er in het algemeen geen praktische betekenis aan kan worden toegekend.

4.6.3. *Invloed van organische mest*

In 1965 t/m 1967 is op proefvelden in de Wieringermeer en Noordoostpolder de invloed van toediening van organische mest nagegaan. Naast giften stalmest en stro is ter vergelijking de invloed van grondontsmetting met een aaltjesdodend middel nagegaan.

In een proef op grond met ± 6% slib is een vergelijking gemaakt tussen stalmest (30 en 60 ton/ha), strorijke mest (15 ton/ha), stro (7,5 ton/ha + extra stikstof) en een ontsmetting met een lichte dosis DD (120 l/ha). Gelijkmatig over het gehele veld was een populatie van *T. teres* aanwezig; in de bouwvoor bedroeg deze gemiddeld 47 (30–75) en eronder 178 (80–380) ex. per 500 ml grond. Het toetsgewas suikerbieten groeide zeer matig en er trad duidelijk schade door *T. teres* op. Uit de oogstresultaten bleek dat een relatief gunstig effect werd bereikt met grondontsmetting, met een gift van 60 ton stalmest per ha en met stro-rijke mest. Dit laatste is in overeenstemming met ervaringen uit de praktijk. De overige giften hebben slechts een geringe of geen verbetering gegeven. Er werd geen duidelijke invloed van de behandelingen op de *Trichodorus*-populatie gevonden.

In het voorjaar van 1966 is de organische stofvoorziening herhaald en wederom een ontsmetting uitgevoerd (200 l DD/ha). Daarna is kropaar gezaaid om met deze gunstige waardplant een betere indruk te kunnen krijgen van de invloed van de behandelingen op de populatie van *T. teres*. Dit grasgewas vertoonde aanvankelijk een matige stand met een goede groei doch tamelijk holle

stand op de ontsmette veldjes en de veldjes waarop 60 ton/ha stalmest was toegediend. Later in het seizoen daalde de stand op de ontsmette veldjes terwijl de veldjes met stalmest en ruige mest een goede stand toonden hetgeen in een 20–30% hogere opbrengst tot uiting kwam. In het najaar is het proefveld geploegd en de helft van ieder veldje ontsmet (200 l DD/ha). Van de gedeelten van de veldjes waar deze behandeling niet is toegepast, is in het voorjaar 1967 de grootte van de *Trichodorus*-populatie bepaald. Het aantal *T. teres* in de grond van de veldjes waar een organische bemesting was gegeven verschilde daarbij niet betrouwbaar van onbehandeld; resp. gemiddeld 67 en 50 ex. Opmerkelijk was het grote aantal (gem. 358 ex.) op de veldjes ontsmet in 1965 en 1966. In hoeverre naast de aanvankelijk goede ontwikkeling van het gewas andere factoren hierop van invloed zijn geweest, is niet nagegaan.

In 1967 is deze proef wederom ingezaaid met suikerbieten waarbij alleen een minerale bemesting is gegeven. Het gewas ontwikkelde zich aanvankelijk goed doch ondervond later enige last van droogte. Het ontsmette deel van de veldjes kwam daarbij gunstig naar voren met onderling weinig verschil tussen de objecten uitgezonderd een betere stand bij de hoogste stalmestgift. Zonder ontsmetting traden er tussen de behandelingen duidelijke verschillen in de groei van de bieten op, hetgeen ook in de opbrengst tot uiting komt (tabel 39). Naast de opbrengst waarbij de vochtvoorziening en bemestingstoestand een belangrijke rol spelen is de vorm van de bieten van belang die op het onbehandelde gedeelte van de veldjes het duidelijkst tot uiting komt. Op onbehandeld heeft slechts 20% van de bieten een normale penwortel en op de veldjes waar in de beide voorgaande jaren is ontsmet is dit in overeenstemming met de grote populatie in de grond, slechts 24% met bovendien een lagere opbrengst. Toevoeging van organische stof heeft een groter percentage normale bieten (51–59) gegeven hetgeen er op kan duiden dat, gezien de vrijwel gelijke populatiegrootte van *T. teres* in de grond van deze veldjes en van onbehandeld, door

TABEL 39. De invloed van giften organische mest en grondontsmetting op de opbrengst en kwaliteit van suikerbieten op grond waar *Trichodorus teres* schade in dit gewas veroorzaakt. Gemiddelde opbrengst van onbehandeld (30 kg/10 m²) is 100

Bemesting en behandeling		Relatieve opbrengst	Percentage bieten met penwortel
voorjaar 1965 en 1966	najaar 1966		
onbehandeld	onbehandeld	100	20
	ontsmet	169	73
strorijke mest 15 ton/ha	onbehandeld	163	59
	ontsmet	177	76
stalmest 30 ton/ha	onbehandeld	152	54
	ontsmet	184	74
stalmest 60 ton/ha	onbehandeld	176	51
	ontsmet	209	69
ontsmet resp. 120 en 200 l/ha	onbehandeld	84	24
	ontsmet	168	73

deze toevoeging er een geringere activiteit van de aaltjes is geweest. Vermoedelijk houdt dit verband met een kleine wijziging in de structuur van de grond. Uit de oogstresultaten van het ontsmette deel blijkt dat de verschillen in de vorm van de bieten door de behandeling nagenoeg zijn verdwenen. In de opbrengsten tekent zich nog een gunstige invloed van de toediening van organische stof af.

Een tweede proef waar de invloed van organische mest op de populatie van *T. teres* is nagegaan, was gelegen op een perceel grond met 7–8% afslibbare delen waar in 1964 suikerbieten ernstig waren aangetast door deze aaltjes. Bij bemonstering in het daaropvolgende voorjaar bleek *T. teres*, gemiddeld 46 (25–80) ex. per 500 ml grond, gelijkmatig over het proefterrein voor te komen. In het voorjaar 1965 zijn verschillende doses stalmest gegeven (15, 30 en 60 ton/ha); in december 1965 zijn wederom stalmestgiften (40, 60 en 80 ton/ha) gegeven òf in combinatie met giften van het vorig jaar òf afzonderlijk d.w.z. op veldjes die in 1965 geen stalmest hadden ontvangen. Nadat in het najaar van 1966 van alle veldjes de helft was ontsmet met DD (200 l/ha) is het proefveld in 1967 met gewassen beteeld waarvoor alleen een minerale bemesting is gegeven. Gedurende deze drie jaren zijn uien, bieten en aardappelen geteeld; de aardappelen met of zonder een nateelt van gras. Daarbij is een vruchtwisseling toegepast waarbij uien zijn verbouwd na bieten, bieten na aardappelen (met of zonder nateelt van gras) en aardappelen na uien.

Op dit proefveld bleek er afhankelijk van het gewas wel enig effect van deze stalmestgiften op het aantal *T. teres* in de bouwvoor en ondergrond in vergelijking met de populatie in de grond van de veldjes waar geen stalmest gegeven was (tabel 40). Na uien en bieten was bij deze bemonstering een kleinere populatie in de grond van de stalmestveldjes aanwezig. Na aardappelen was de populatie relatief laag zonder dit verschil. Een nateelt van gras heeft evenwel een duidelijke toename van de populatie gegeven vooral op de stalmestveldjes. In het voorjaar van 1967 bleek de populatie van *T. teres* over het gehele proefveld op een hoger niveau te liggen. Na de teelt van bieten bedroeg het aantal in de monsters van de veldjes waar verschillende giften stalmest waren toegediend gemiddeld 370 (285–465) hetgeen niet verschilde van het aantal (gem. 350 (275–480)) dat werd aangetroffen in de monsters van de veldjes waar geen stalmest was gegeven.

Opmerkelijke groeiverschillen, verband houdende met de aanwezigheid van

TABEL 40. Gemiddeld aantal *T. teres* per 500 ml grond na stalmestgiften en de teelt van enkele gewassen in 1965

Gewassen	Geen stalmest	Stalmest
uien	93 (70–120)	30 (20–45)
suikerbieten	85 (50–105)	27 (10–50)
aardappelen	33 (15–65)	30 (15–50)
idem + gras	87 (65–130)	247 (150–330)

TABEL 41. Het effect van enkele stalmestgiften op de opbrengst van uien ('Wijbo') in een proef op een perceel waar schade door aantasting van *T. teres* optrad

Stalmestgift in ton/ha vóór het gewas in:		Opbrengst uien 1966 in kg/10 m²	Opbrengst uien 1967 in kg/10 m²	
			niet ontsmet	ontsmet
1965	1966			
0	0	4,8	22,9	51,3
0	40	5,3	30,0	55,5
0	80	10,0	31,4	55,0
60	60	18,3	32,9	51,0
30	40	7,0	29,8	58,3

T. teres, zijn in uien waargenomen. In 1965 werd dit vertroebeld door een slechts matige groei van het gewas en een zeer onregelmatige stand. In het volgende jaar kwam de aantasting zeer duidelijk in de groei van het uiengewas ('Wijbo') tot uiting (tabel 41). Op 'onbehandeld' stond een geheel mislukt gewas en met de verschillende stalmestgiften is wel enige doch onvoldoende groeiverbetering verkregen. Onder overigens gelijke teeltomstandigheden werd op een aangrenzende proef na grondontsmetting (200 l DD/ha) gemiddeld 44,5 kg/10 m² geoogst. In het derde jaar was de schade in het gewas, ondanks de beduidend hogere populatie van *T. teres*, aanzienlijk minder ernstig. In overeenstemming met de standcijfers ligt de opbrengst in het algemeen hoger waarbij toediening van stalmest een duidelijke verbetering heeft gegeven. Op het ontsmette deel van de proef ligt het opbrengstniveau nog beduidend hoger, evenwel met een geringer effect van de stalmestgiften.

In deze proef zijn bij bieten ('K.W. Polybeta') op de veldjes zonder stalmest slechts incidenteel symptomen van ernstige aantasting waargenomen bij bieten geteeld na aardappelen met een nateelt van gras als groenbemester. De afwijkingen betroffen voornamelijk een vertakking van de penwortel waarbij ook andere oorzaken in het spel kunnen zijn. In het eerste jaar waarbij bieten na bieten werden geteeld had op de veldjes zonder stalmest slechts 45% van de bieten een normale penwortel. Op het naburige proefveld waar grondontsmetting was toegepast, was dit 74%. Op de veldjes waar stalmest was gegeven varieerde dit percentage tussen 53 en 60. De bieten die in 1966 zijn ingezaaid na de voorvrucht aardappelen al of niet met een nateelt van gras, zijn na een goede opkomst ernstig beschadigd door hagel, wind en stuivend zand. Een goede beoordeling was daarna door de zeer onregelmatige stand niet mogelijk. Bij de beoordeling van de vorm van de bieten bij de oogst bleek, overeenkomstig de relatief geringe populatie van *T. teres* na aardappelen, het percentage met een goede penwortel beduidend hoger te zijn dan bij de vorige teelt nl. gemiddeld 73%. Op de veldjes mét stalmest verschilde dit percentage (66%) slechts weinig. De stijging van de aaltjespopulatie bij een nateelt van gras komt tot uiting in een daling van de percentages goede bieten tot resp. 51 en 56% zo-

dat de opmerkelijke stijging van de aaltjespopulatie op de veldjes met stalmest en gras niet in de mate van wortelafwijkingen tot uiting is gekomen. De ontwikkeling van de bieten in het derde jaar was in het algemeen goed waarbij onbehandeld iets bij de overige veldjes achterbleef. De afwijkingen in de wortel bleken evenmin ernstig en voornamelijk beperkt tot enige vertakking. Na aardappel had op de veldjes waar al dan niet stalmest was gegeven, resp. gem. 86 en 87% van de bieten een normale penwortel; waar was ontsmet bleek dit bij 91 resp. 92% het geval. Op de veldjes met een nateelt van gras zijn deze percentages lager (resp. 53 en 51) hetgeen evenwel met ontsmetting weer wordt gecorrigeerd (resp. 93 en 97). De minder gunstige invloed van een nateelt van gras kwam ook in een ongeveer 10% lagere opbrengst, waarop ook andere factoren van invloed zijn, tot uiting voornamelijk op het niet ontsmette deel van de proef.

In de aardappelen ('Sirtema') traden geen symptomen van aantasting op en in het algemeen stond er een goed en gelijkmatig gewas. De opbrengstverschillen waren dan ook relatief gering en duiden op iets gunstiger groeiomstandigheden voornamelijk bij de hoge giften stalmest en in geringe mate na grondontsmetting. Onder de beproefde omstandigheden behoeft men bij de teelt van aardappelen geen grote moeilijkheden te vrezen. In andere jaren was dit echter na andere voorvruchten (suikerbieten, gras) op dit perceel wel het geval.

In een proef op zandgrond met een geringe populatie van *T. teres* is bij de teelt van gladiolen ('Joli Coeur') een invloed van organische bemesting tot uiting gekomen in het voorkomen van ratelvirus ('kartelblad'). In het gewas op de 18 veldjes waar 50 ton stalmest per ha was toegediend, toonden 89 planten symptomen van deze infectie in vergelijking met 161 op onbehandeld en geen waar grondontsmetting (400 l DD/ha) was toegepast. Uit het opgezuiverde gewas zijn monsters genomen die in het volgend jaar zijn geplant op zware zavelgrond zonder *Trichodorus* spp.

In deze nateelt werden er in de 18 monsters, elk ± 100 knollen, van de stalmestveldjes 45 aangetaste planten aangetroffen. In de nateelt van de ontsmette veldjes bedroeg dit aantal slechts 3 en van onbehandeld 27. Het effect van de stalmestgift in het eerste jaar geeft, gezien de resultaten in de nateelt, een te gunstig beeld van de mate van infectie met ratelvirus door *T. teres*. De ervaringen over de invloed van groenbemestingsgewassen ten aanzien van dit probleem zijn in tabel 38 weergegeven.

4.6.4. *Conclusie*

In veldproeven is geen invloed waargenomen van de toediening van de sporenelementen borium, zink, koper en mangaan op de groei van enkele gevoelige gewassen (bieten, aardappelen, uien).

In laboratoriumproeven is gebleken dat *T. teres* in vitro relatief gevoelig is voor een osmotische druk gelegen onder die van het verwelkingspunt voor planten. Een gunstig effect van een minerale bemesting in bieten op een bemestingsproefveld, dat mogelijk verband hield met deze gevoeligheid van *T.*

teres, is in andere veldproeven niet herhaald kunnen worden. In het algemeen kan dan ook geen praktische betekenis aan de invloed van een minerale bemesting op de *Trichodorus*-populatie worden gehecht.

Grote giften organische stof hebben weliswaar enige verbetering gegeven in de groei en opbrengst van gevoelige gewassen doch in de desbetreffende proeven is daarbij slechts in één veldproef een redelijk produktieniveau bereikt. De populatie van *T. teres* was ook in dat geval niet verlaagd zoals dat bij enkele andere planteparasitaire aaltjes is geconstateerd. Het is echter niet uitgesloten dat dit met regelmatig gebruik van organische mest op langere termijn wel het geval kan zijn. Dit zou in de toekomst dan tevens kunnen leiden tot een geringere stuif-, slemp- en droogtegevoeligheid van deze gronden en tot een vermindering van de hoge stikstofgiften, die men op deze gronden moet geven vanwege het snel uitspoelen van deze meststof (CREMER 1965).

De nateelt van gras als groenbemestingsgewas verhoogde het aantal *T. teres* zodanig dat dit in de groei en opbrengst van gevoelige gewassen tot uiting kwam. Deze ongunstige invloed op de produktie van deze gewassen verband houdend met aantasting door deze aaltjes, is eveneens bij andere groenbemestingsgewassen (rode en Alexandrijnse klaver, wikken) geconstateerd en plaatst de teler op deze gronden voor een moeilijk dilemma.

Bij gladiolen kan toediening van stalmest een te gunstig beeld geven van de mate waarin het gewas door *T. teres* is geïnfecteerd met ratelvirus.

4.7. INVLOED VAN GRONDBEWERKING OP DE POPULATIEGROOTTE EN ACTIVITEIT

4.7.1. *Algemeen*

Reeds eerder is vermeld dat verstoring van de pakking van de grond zoals deze in het veld voorkomt, ongunstig is voor deze aaltjes (2.2.). Een geringere activiteit werd geconstateerd wanneer op deze aaltjes, in een druppel water op een objectglas, gedurende korte tijd een zekere druk werd uitgeoefend (BOR & KUIPER 1966). In vergelijking met andere planteparasitaire aaltjes bleek *T. teres* zeer gevoelig voor deze manipulatie. Daarnaast wordt de mobiliteit van deze aaltjes in de grond in belangrijke mate beïnvloed door de pakking van de grond waarbij een dichte pakking relatief gunstiger is gebleken (4.4.2.).

Beide aspecten worden beïnvloed door de gebruikelijke grondbewerkingen. Dat bewerking van de grond een factor van belang kan zijn, was gebleken op een proefveld op diluviale zandgrond met voornamelijk *T. pachydermus*, waar veel ratelvirus in tabak, overgebracht door deze aaltjes, optrad op het onbewerkte deel (ROOZENDAAL & VAN DER WANT 1948). De ervaring dat het optreden van stengelbont in aardappelen wordt vergroot door dieper ploegen, sluit hierbij aan (ROOZENDAAL 1947). Het is mogelijk dat door het dieper ploegen een relatief grote populatie uit de ondergrond omhoog wordt gebracht en bovendien vindt bij het dieper ploegen een geringere verkruimeling (verstoring) van de grond plaats waardoor een grotere activiteit van deze aaltjes mogelijk blijft. In dit verband kan het minder gunstige effect van groenbemestingsge-

wassen en kunstweide, naast een verhoging van het aantal *T. teres*, ook of mede verband houden met een grotere stabiliteit van de structuur van de grond (JONES et al. 1969). Bij het omploegen treedt door de sterke doorworteling minder verkruimeling op en blijft de structuur van de grond grotendeels gehandhaafd. Gezien de invloed van de structuur van de grond op de activiteit van *T. teres* is ook deze factor van belang.

Bij het veldonderzoek bleken enkele aspecten van de invloed van grondbewerking van betekenis te kunnen zijn op het optreden van *T. teres*. Oriënterend is in veldproeven de praktische betekenis nagegaan.

4.7.2. *Waarnemingen over de invloed van grondbewerkingen op het optreden van T. teres*

In de zandgrond bij Ens in de Noordoostpolder geeft de grootte en activiteit van de populatie van *T. teres* doorgaans geen aanleiding tot directe schade in het gewas en de aanwezigheid van deze aaltjes blijkt voornamelijk door overdracht van ratelvirus in gevoelige gewassen. Bij het veldonderzoek bleek toch in enkele gevallen van slechte groei een verband met de grootte van de *Trichodorus*-populatie, zoals bij schorseneren waar ten behoeve van deze teelt extra diep was geploegd. Door deze aantasting werd de hoofdwortel beschadigd en ontstonden slechts korte wortels, zgn. 'sigaartjes'. Op deze zandgronden met een gelijkmatig profiel is eveneens incidenteel schade door *T. teres* opgetreden nadat dieper dan gewoonlijk was geploegd om bijvoorbeeld een dikkere bouwvoor te verkrijgen.

Afwijkingen in de penwortel van bieten en spinazie overeenkomend met de symptomen veroorzaakt door *T. teres*, werden waargenomen in een proef op zandgrond die drie jaar onbewerkt was gelaten en waarin een populatie van *T. pachydermus* aanwezig was. Door ontsmetting waarbij de grond weinig of niet werd verstoord (DD ingebracht met handinjector of methylbromide onder plastic), bleek de afwijking te worden opgeheven. Op de ontsmette veldjes was op ongeveer 15 cm diepte de wortel wel vertakt hetgeen verband hield met de aanwezigheid van een ploegzool.

Naast deze veldwaarnemingen waarbij geen of geringe verstoring van de structuur van de grond van invloed is geweest op het optreden van *Trichodorus* spp., is op enkele proefvelden getracht enige informatie te verkrijgen over de invloed van grondbewerking op de activiteit van *T. teres*. Deze proeven hebben gelegen op zandgronden die gunstig zijn voor de activiteit van deze aaltjes. In 1963 is op een perceelsgedeelte waar ernstige aantasting door *T. teres* in bieten optrad, in juni dit gewas afgeschoffeld (= onbehandeld) en zijn er, nadat daarnaast de grond op verschillende diepte (10, 15 en 20 cm) 1 of 2 maal is gefreesd, opnieuw bieten gezaaid. De invloed van deze behandelingen op de populatie van *T. teres* is, in vergelijking met de overige nematoden in de grond, opmerkelijk groot (tabel 42A). In overeenstemming met deze verschillen verbeterde de vorm van de penwortel en had de wortel na 20 cm frezen weer een normaal aanzien.

In 1964 is de invloed van minder rigoureuze grondbehandelingen nagegaan.

TABEL 42. Invloed van grondbewerkingen kort voor het zaaien van bieten, op de aaltjespopulatie (A) en op de ontwikkeling van de penwortel (B)

A Behandeling	Gemiddeld aantal aaltjes per 500 ml grond *T. teres*	overige nematoden
geen	605	7.650
frees 10 cm 1 ×	545	5.625
id. 15 cm 1 ×	320	7.620
id. 20 cm 1 ×	235	6.980
id. 20 cm 2 ×	80	8.150

B Behandeling	Percentage bieten met afwijkende penwortel
geen	65
cultivator 1 ×	46
id. 2 ×	28
frees 10 cm 1 ×	30
id. 20 cm 1 ×	26

Het effect van de behandelingen, waarbij de ontwikkeling van de penwortel van de bieteplant als maatstaf is gehanteerd, is in tabel 42B samengevat. Ook in deze proef is zowel door frezen als door bewerking met een cultivator kort voor het zaaien, een gunstig hoewel geen afdoend resultaat bereikt.

Aangezien bewerkingen met een cultivator binnen het directe bereik van de praktijk liggen, is de invloed van extra grondbewerking op praktijkschaal nader beproefd. Hierbij is evenwel gebleken dat van deze mogelijkheid om de kans van schade bij de teelt van bieten te beperken, in de praktijk moeilijk gebruik gemaakt kan worden. Bovendien kan gemakkelijk structuurbederf optreden, zodanig dat het een zeer nadelige invloed heeft op de groei van het gewas. In de praktijk zijn wel gunstige resultaten verkregen bij aardappelen door, bij het poten en aanaarden, de grond waarin de plant zich zal ontwikkelen eerst te frezen.

4.7.3. *Conclusie*

Nagegaan is of van de gevoeligheid van *T. teres* voor verstoring van de grond en van de invloed ervan op de verplaatsing van deze aaltjes, gebruik gemaakt kan worden om aantasting te beperken of te voorkomen. Op proefvelden is met een grondbewerking (frees of cultivator) kort voor het zaaien van bieten een gunstig resultaat verkregen. In de praktijk stuitte dit evenwel bij de teelt van dit gewas op moeilijkheden vanwege een te groot risico van structuurbederf.

4.8. SCHADE

4.8.1. *Algemeen*

Bij het onderzoek naar het verband tussen het optreden van afwijkingen in verschillende gewassen en de populatie van *T. teres* in de grond, zijn aanvankelijk moeilijkheden ondervonden door de enigszins afwijkende gedragingen van deze aaltjes vergeleken met andere bekende aaltjessoorten. Bij het nemen en transporteren van grondmonsters kan bij een ongunstige samenloop van omstandigheden, een verlies van ongeveer 90% van de aanwezige populatie optreden. Bovendien zijn de aaltjes zeer beweeglijk en hebben de neiging zich bij de wortelpunten te concentreren (PITCHER 1967), hetgeen tot grote variaties in de resultaten van het monsteronderzoek kan leiden. Er is een opmerkelijk verschil tussen het aantal aaltjes in de grond nabij de planten en een gemiddeld grondmonster èn een opmerkelijke variatie van de aantallen *T. teres* bij bemonstering van verschillende lagen van de grond (KUIPER & LOOF 1962, HIJINK & KUIPER 1966). Deze gegevens zijn verzameld door monstername op percelen waar symptomen van aantasting reeds in een gewas aanwezig waren. De invloed van de structuur van de grond op de mobiliteit van deze aaltjes maakte het praktisch ondoenlijk om door voorafgaand onderzoek met voldoende nauwkeurigheid aan te geven in welke mate, afgezien van de groeiomstandigheden voor het gewas, aantasting en schade kon worden verwacht. Bij dit onderzoek bleek dat, hoewel in het najaar een grote populatie van *T. teres* in de bouwvoor aanwezig was, het aantal aaltjes in het voorjaar nauwelijks aantoonbaar kan zijn (HIJINK & KUIPER 1966, tabel 4). In gevoelige gewassen die daarna werden gezaaid of gepoot trad echter wel een ernstige aantasting op gepaard met weer een grote populatie van deze aaltjes in de grond nabij de betreffende plantedelen. In dit opzicht gedraagt *T. teres* zich grilliger dan andere wortelaaltjes en ook andere *Trichodorus*-soorten (*T. anemones*, *T. similis*).

Bij het grondonderzoek zijn naast *T. teres* ook andere aaltjes aangetroffen (vnl. *Pratylenchus neglectus*, *Tylenchorhynchus dubius* en *Paratylenchus* spp.). Soms was daarbij eveneens een verband met de stand van het gewas. Gezien de gegevens uit veld- en vruchtwisselingsonderzoek elders in het land, waren de aantallen aaltjes niet zo groot dat daarmede de schade bij de gewassen, nog afgezien van de symptomen, zou kunnen worden verklaard.

4.8.2. *Suikerbieten en enkele andere wortelgewassen*

Een verband tussen de groei en ontwikkeling van een gewas en het aantal *T. teres* in de grond, is het eerst bij bieten geconstateerd (KUIPER & LOOF 1962). Afwijkingen in de groei van dit gewas door deze aaltjesaantasting, tekenen zich reeds vroeg af, vaak reeds vóór het stadium van op-één-zetten, door een achterblijven in ontwikkeling. Bij bemonstering vóór het sluiten van het gewas werd steeds een duidelijke correlatie met de grootte van de *T. teres*-populatie in de grond gevonden (tabel 43). Later was dit in afnemende mate het geval en bij de oogst werd doorgaans niet alleen een veel geringere populatie gevonden doch bovendien bleek dan de populatie bij het matig groeiend gewas groter

TABEL 43. Het aantal *T. teres* in vijf reeksen grondmonsters op een tweetal tijdstippen op een perceel waar ernstige aantasting in suikerbieten optrad

Stand gewas	Bemonstering 1 juni		Bemonstering 18 oktober	
	gem.	(min.–max.)	gem.	(min.–max.)
goed	0		+	(0–1)
matig	190	(95– 330)	130	(95–195)
slecht	1.409	(695–2.400)	20	(15–25)

te zijn dan waar het gewas ernstig was aangetast. Het verschijnsel van een relatief grotere populatie na een matig of nog goed groeiend gewas is bij verschillende andere aaltjesaantastingen waargenomen o.m. bij het aardappelcystenaaltje (OOSTENBRINK 1950). In dit geval houdt de geringe populatie bij het goed groeiende gewas verband met een zwaardere grond die ongeschikt is voor deze aaltjes, zoals ook het geval was bij het perceel waarop tabel 20 betrekking heeft.

Over een toename van het aantal bij matig aangetaste bieten zijn enige gegevens verzameld op een perceel waar bieten niet of in meer of mindere mate waren aangetast. In en om een drietal plekken in de rijen bij goed, matig en slecht groeiende planten zijn grondmonsters genomen in de vorm van plakken grond (lengte en diepte $\pm$ 25 cm, dikte 7,5 cm). Uit de resultaten van het onderzoek van deelmonsters (7,5 $\times$ 7,5 $\times$ 7,5 cm^3) uit deze negen schijven bleek dat het gemiddeld grotere aantal aaltjes bij deze matig groeiende bieten voornamelijk berustte op een relatief hogere populatie in de deelmonsters uit de laag 15–22,5 cm onder het maaiveld (tabel 44). Bij de slechtgroeiende bieten is de ontwikkeling van zijwortels zeer oppervlakkig. Bij de matig groeiende bieten waren nog één of meer zijwortels naar diepere lagen gegroeid. In de drie series uit 'slecht' en 'matig' is het aantal *T. teres* in de bovenste laag nagenoeg gelijk. Binnen deze laag kunnen echter nog grote verschillen in populatiegrootte voorkomen (HIJINK & KUIPER 1966, tabel VI).

Tijdens het groeiseizoen bleek de *Trichodorus*-populatie in de bouwvoor, na aanvankelijk vooral om de planten te zijn geconcentreerd, later meer gelijkmatig verspreid te zijn (tabel 45).

In grondmonsters genomen bij vlak vertakte bieten bij de oogst bleek het aantal aaltjes in de grond onder de plant, bij de zijwortels of tussen de zijwortels

TABEL 44. De grootte en verdeling van de populatie van *T. teres* in de grond in verband met de groei van suikerbieten. Aantal aaltjes per 422 ml grond

Monsterdiepte in cm	Stand van het gewas		
	goed	matig	slecht
0 – 7,5	0	470 (410–510)	460 (360–620)
7,5–15,0	0	140 (90–180)	93 (50–120)
15,0–22,5	0	223 (130–300)	43 (10–70)

TABEL 45. Grootte en spreiding van een populatie van *T. teres* bij aangetaste bieteplanten in de loop van het groeiseizoen

Gemiddeld aantal *T. teres* per monsterplek	Monstername juni	juli	oktober
	705	3.761	227
rondom bieteplant	40%	49%	35%
in rij tussen planten	49%	29%	28%
tussen de rijen	11%	22%	37%

niet betrouwbaar te verschillen (o.m. resp. gem. 95, 52 en 85 ex./500 ml). De bemonstering van bieteveldjes na de oogst op proefvelden is dan ook op dezelfde wijze als na andere gewassen uitgevoerd.

De aantasting van bieten kan zo ernstig zijn dat er in het najaar geen oogstbaar gewas is. Bij een gewas waar de aanvankelijke verschillen in stand later in het seizoen verdwijnen, zodat het op het oog weer een tamelijk egaal en goed gewas lijkt, blijkt dit bij de oogst echter allerminst het geval te zijn. Er zijn moeilijkheden bij de oogst van oppervlakkig ontwikkelde en vertakte bieten en er werd op dergelijke perceelsgedeelten soms slechts de helft van een normale opbrengst verkregen.

Op deze zandgronden werd eveneens een aantasting van *T. teres* bij witlof waargenomen met dezelfde afwijkingen van de penwortel als bij suikerbieten, met een geringere opbrengst en een onbruikbaar produkt voor de verdere teelt. Een aantasting van schorseneren resulteerde eveneens in een oogst van vertakte korte stompe wortels die onverkoopbaar is.

4.8.3. *Aardappelen*

Aan de opmerkelijke afwijkingen in dit gewas (fig. 17A) is uitvoerig aandacht besteed. De symptomen en aard van de aantasting zijn in 4.3. vermeld. Bij het veldonderzoek, waarbij een gemiddeld grondmonster uit de ruggen op het veld werd genomen, is een correlatie gevonden tussen de afwijkingen in het gewas en het gemiddeld aantal aaltjes in de grond. Deze aantallen waren relatief laag, namelijk gemiddeld 293 (110–800) bij de slechtgroeiende planten en 127 (75–205) in de grond bij planten waar de aantasting minder ernstig was. Meestal groeiden de planten met een normale ontwikkeling op gedeelten van het perceel waar in de slibrijkere grond geen of slechts weinig aaltjes werden aangetroffen.

Bij de afwijkende spruiten is de hoeveelheid wortels in vergelijking met normaal ontwikkelde planten geringer en bovendien zijn de wortels in meer of mindere mate beschadigd ('stubby root', fig. 17B). Bij het veldonderzoek bleek dat, in vergelijking met het aantal aaltjes in een gemiddeld grondmonster uit de rug, de populatie in de grond rondom de aangetaste wortels en spruiten groter was, namelijk respectievelijk 251 (40–500) en 1.063 (470–1.625). De aaltjes concentreren zich, althans in het begin van de groei van het gewas,

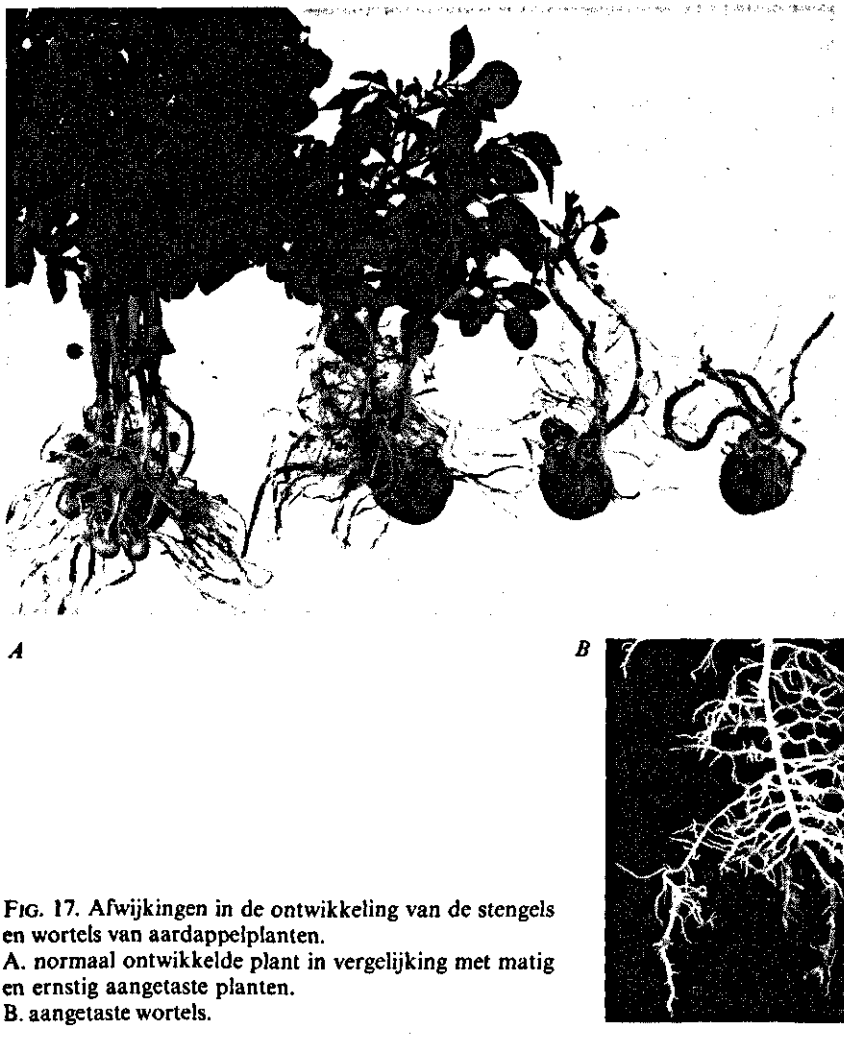


FIG. 17. Afwijkingen in de ontwikkeling van de stengels en wortels van aardappelplanten.
A. normaal ontwikkelde plant in vergelijking met matig en ernstig aangetaste planten.
B. aangetaste wortels.

dicht bij de wortels evenals bij bieten werd waargenomen. Bij ernstige aantasting is de opbrengst nihil; bij een geringere mate van aantasting waarbij het gewas zich enigszins herstelde, liet de opbrengst en vooral de sortering toch veel te wensen over. Bij de teelt van pootaardappelen was dit in nog veel sterkere mate het geval waarbij bovendien de onregelmatige stand een goede selectie moeilijk of onmogelijk maakte. Dergelijke perceelsgedeelten worden dan ook meestal uit de keuring genomen of gedeklasseerd.

4.8.4. *Granen*

Bij slechtgroeiende granen (haver, tarwe en gerst) op mariene zandgronden bleek met name bij haver en tarwe, meestal sprake te zijn van een aantasting door het havercystenaaltje (*Heterodera avenae*).

Slechts in enkele gevallen werd bij zomertarwe en -gerst een verband gevonden met de populatie van *T. teres*. Op de aangetaste plekken in het gewas varieerde het aantal van 185–250. Tarwe bleek het gevoeligst te reageren. Het gewas bleef aanvankelijk achter in groei, schoot later in de aar en vormde een fijnere korrel. Bij de oogst was de opbrengst van dergelijke perceelsgedeelten soms slechts ongeveer de helft van hetgeen men op deze gronden kan verwachten. Bij gerst groeit het gewas, na groeiverschillen in het jeugdstadium, er later meestal doorheen en is er bij de oogst, afgezien van iets minder stro, geen sprake van een oogstderving van betekenis. Het aangetaste gewas bleek wel gevoeliger te zijn voor droogte. Bij haver zijn geen veldwaarnemingen in verband met aantasting door deze aaltjes verricht.

Mais werd tijdens de onderzoekperiode slechts incidenteel geteeld. Op een perceel waar de groei van het gewas tamelijk onregelmatig was, bleek het wortelstelsel van ernstig afwijkende planten oppervlakkiger te zijn dan bij de relatief beter groeiende planten. Bovendien waren de wortels sterk vertakt en de zijworteltjes kort, gedrongen en in meer of mindere mate verbruind. Deze afwijkingen komen overeen met de symptomen die in de Verenigde Staten zijn waargenomen bij aantasting van mais door *T. christiei* (CHRISTIE & PERRY 1951). Reeds in de vijftiger jaren zijn afwijkingen in de groei van mais waargenomen op percelen waar later afwijkingen in de groei van bieten en aardappelen optraden (pers. med. C. Zijdewind, Schagen). Het is dan ook niet uitgesloten dat toen reeds aantasting door deze aaltjes in het spel was. Bij de teelt van mais zal men op deze gronden rekening dienen te houden met de mogelijkheid van schade door aantasting.

4.8.5. *Uien*

Dit gewas is zeer gevoelig gebleken voor een aantasting door *T. teres* waarbij na een goede en gelijkmatige opkomst, in toenemende mate verschillen in de verdere groei van het gewas kunnen optreden (fig. 18A). Dit kan aanmerkelijk geringere opbrengst en een ongunstige sortering geven en zelfs een volslagen misgewas. Bij een matige aantasting bleek het gewas zich wel in belangrijke mate te kunnen herstellen doch dan rijpte het aangetaste gewas later af wat tot moeilijkheden bij de oogst leidde.

Er bleek een duidelijk verband te zijn tussen de stand van het gewas en de populatiegrootte van *T. teres*. De aantallen bij goed, matig en slecht groeiende planten bedroegen gemiddeld resp. 23 (0–60), 265 (40–370) en 1.100 (430–2.160). Bij ernstig aangetaste planten bleef de wortelontwikkeling beperkt tot de bovenlaag van de bouwvoor en in overeenstemming hiermede zijn bij laagsgewijze bemonstering verschillen in populatiegrootte gevonden. De wortels van de aangetaste planten zijn, al naar de mate van aantasting, in meer of mindere mate verkort, vertakt en meestal vergeeld (fig. 18B). In de Verenigde Staten zijn deze symptomen eveneens waargenomen bij uien aangetast door *T. christiei* (HOFF & MAI 1962).

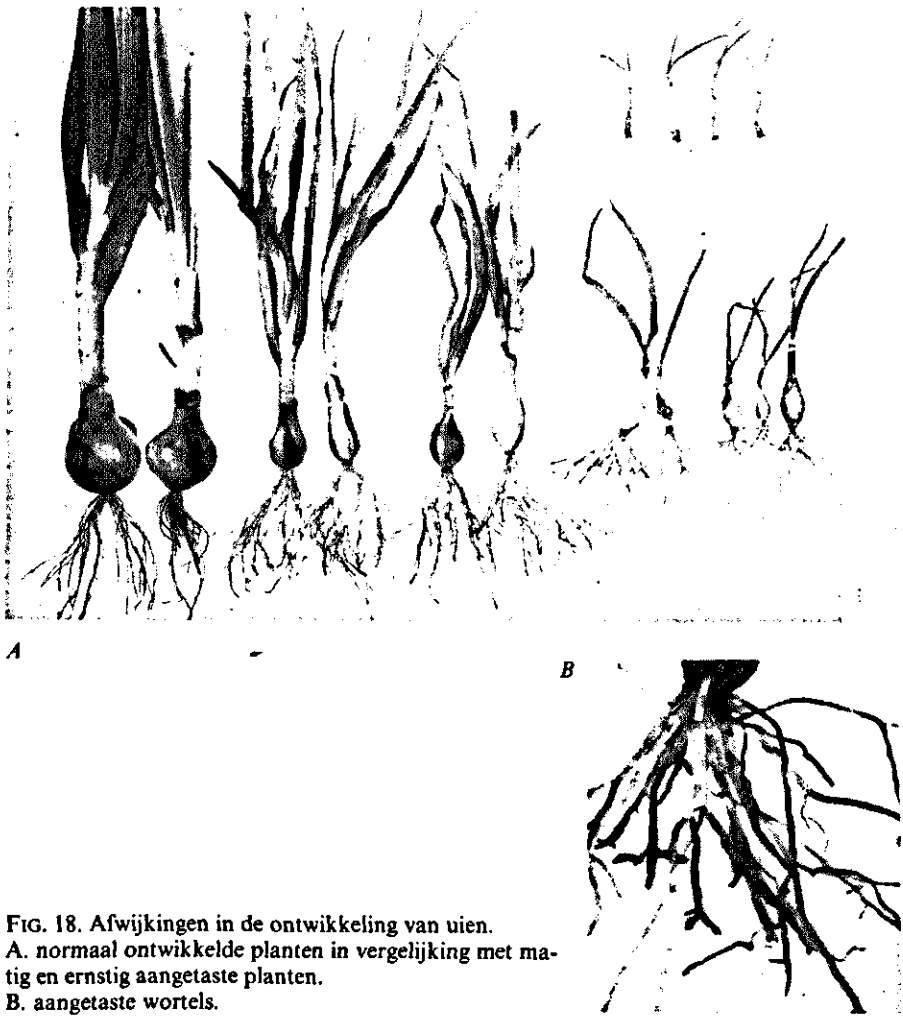


FIG. 18. Afwijkingen in de ontwikkeling van uien.
A. normaal ontwikkelde planten in vergelijking met matig en ernstig aangetaste planten.
B. aangetaste wortels.

4.8.6. *Grassen*

In verband met de bodemvruchtbaarheid rust op bedrijven met overwegend zandgrond een zogenaamde graslandverplichting waarbij een bepaald deel van de bedrijfsoppervlakte als grasland in gebruik dient te zijn. Doorgaans is dit als tweejarige kunstweide in de vruchtwisseling opgenomen. Bovendien wordt op deze gronden regelmatig gras, Italiaans of Westerwolds raaigras, als groenbemesting geteeld. Op percelen met een aantasting van *T. teres* in bieten bleek bij navraag soms dat de groei van het gras dat ervoor was geteeld ook al te wensen had overgelaten.

Op blz. 24 is reeds een waarneming vermeld waarbij het achterblijven van de groei van gras, gezaaid voor groenbemesting, verband hield met een grote populatie van *T. teres*. In het algemeen verloopt, na een goede en regelmatige

opkomst, de verdere ontwikkeling van de aangetaste planten zeer traag. In enkele gevallen heeft een overbemesting of een extra watergift om de groei te verbeteren nagenoeg geen gunstig effect gegeven. Het wortelstelsel van de aangetaste plantjes bleek, in vergelijking met dat van de goedgroeiende planten, veel geringer en oppervlakkiger te zijn, met symptomen van 'stubby root' (fig. 19). Deze verschijnselen komen overeen met de waarnemingen bij schade door *Trichodorus* sp. in grassen van gazons en golfvelden in de Verenigde Staten (KELSHEIMER & OVERMAN 1953).

De resultaten van het onderzoek van enkele percelen waar de groei van gras als groenbemester of als kunstweide te wensen overliet zijn in tabel 46 weergegeven. Naast het verband met het gemiddelde aantal *T. teres* in de bouwvoor is er een verband gevonden tussen de diepte van de beworteling en de verdeling van de populatie van *T. teres* in grond (tabel 47). Dit overzicht heeft betrekking op een bemonstering waarbij kolommen grond zijn genomen waar het gewas, kropaar na vlas, na een gelijkmatige opkomst plaatselijk achterbleef in groei. Bij de goedgroeiende planten liep de wortelmat door tot ongeveer 10 cm diepte met daaronder nog incidenteel enkele grovere wortels. Bij het slecht groeiend gras was de wortelmat slechts 5 à 6 cm dik en werden daaronder geen zwaardere wortels aangetroffen. In beide kolommen blijkt de begrenzing van de wortelmat samen te vallen met de overgang van een kleine naar een grote aaltjespopulatie.

In de ondergrond komt een grote populatie voor. Gezien de aanwezigheid van zwaardere wortels in diepere lagen bij de goed groeiende planten, is de beworteling mogelijk van onderaf door een opkomende *Trichodorus*-popu-

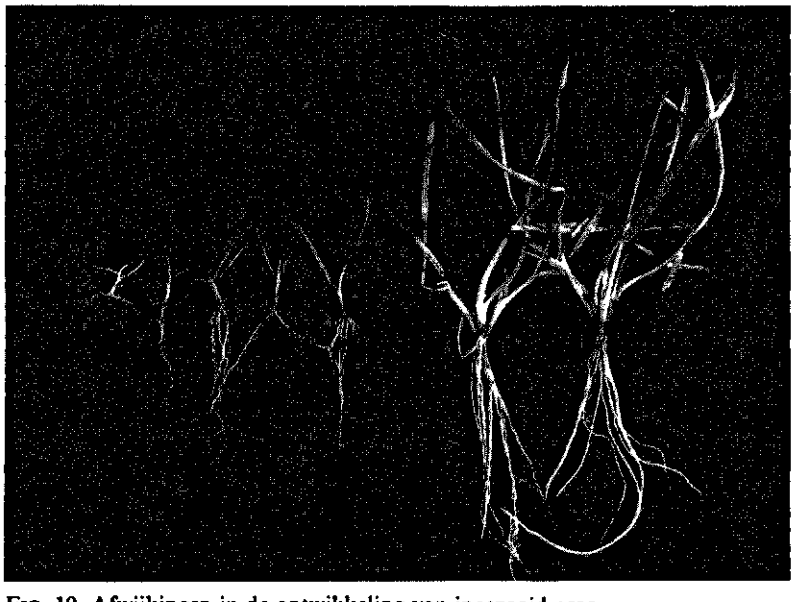


FIG. 19. Afwijkingen in de ontwikkeling van ingezaaid gras.

TABEL 46. De populatiegrootte van *T. teres* in verband met de groei van grassen

Gewassen	Groei van de gewassen	
	goed	afwijkend
Westerwolds raaigras	55	670
Italiaans raaigras	0	950
grasland (BG 8)	0	1.100
		1.680
grasland (BG 8)	0	290
	5	350

TABEL 47. Verticale verdeling van de populatie van *T. teres* in de bouwvoor in verband met de groei van gras (kropaar). Gemiddeld aantal *T. teres* per 350 ml grond

Monsterdiepte in cm	Groei van gras	
	goed	slecht
0–2	0	20
2–4	5	135
4–6	15	180*
6–8	80	540
8–10	325*	1.145
10–12	460	530
12–14	450	715
14–16	600	660
16–18	620	550
18–20	420	640
20–36	465 (256–595)	345 (205–530)

* diepte van de wortelmat.

latie 'ingekort'. Bij een gebruikelijke bemonstering (0–20 cm) zou in dit geval slechts een betrekkelijk gering verschil in aantal aaltjes tussen de goed en slecht groeiende planten zijn gevonden, namelijk resp. ongeveer 300 en 500 *T. teres* per 350 ml grond.

Uit andere waarnemingen is gebleken dat het aantal aaltjes in de bouwvoor na opkomst van het gras aanvankelijk snel kan toenemen en daarna met enige schommeling daalt tot een min of meer gelijkmatig niveau (4.5.3.). In dit geval is te verwachten dat door een verdergaande wortel-'snoei' bij de goedgroeiende planten, het verschil met de slechtgroeiende en de diepte van beworteling kleiner zal worden. Op deze mariene zandgronden is een dergelijke ondiep wortelende grasmat relatief gevoelig voor de verdeling van vocht en voedingsstoffen in de grond. Schade in gras, zowel voor groenvoeder als -bemesting, is voornamelijk waargenomen in de periode direct na opkomst van het gewas.

De invloed op de aaltjespopulatie (tabel 48) is bovendien van betekenis voor de volgende teelt van gevoelige gewassen. Uit de waarnemingen over het op-

treden van ratelvirus (tabel 15 en 38) is gebleken dat de teelt van vatbare gewassen na gras enig risico inhoudt.

4.8.7. *Overige gewassen*

Koolzaad is een gewas waarbij slechts incidenteel aantasting door *T. teres* is waargenomen. De hoofdwortel van de aangetaste planten vertoonde daarbij dezelfde afwijkingen als bij suikerbiet en schorseneer. Waar de groei van de hoofdwortel stagneerde vertoonde deze duidelijk 'stubby root'. Ook bij dit gewas werd later een zeker herstel van de groei waargenomen. Aanhoudende droogte tijdens of kort na de bloei had bij het aangetaste gewas met een oppervlakkige beworteling een aanzienlijke oogstderving tot gevolg.

Slechts éénmaal is bij spinazie aantasting waargenomen. De beworteling van de aangetaste plantjes was zeer slecht en het gewas had bovendien een opmerkelijk dunne stand. Ook bij stoppelknollen viel een pleksgewijze dunne stand van het gewas het meest op. De overgebleven planten groeiden nog redelijk door met vertakte wortels. Deze wortels waren overwegend normaal ontwikkeld, hetgeen mogelijk verband houdt met de slechts geringe vermeerdering van *T. teres* bij dit gewas.

Bij het veldonderzoek bleek het aantal *T. teres* in de grond bij een goede, matige en slechte stand van het gewas resp. 0, 35–65 en 130–435.

In aansluiting op de waarnemingen van slechte groei van anemonen in verband met de populatie van een vijftal *Trichodorus*-soorten (Loof 1965), is dit gewas geplant in grond met *T. teres*. Bij deze planten traden, naast een zeer ernstige aantasting van de wortels ('stubby root'), de opmerkelijke kromming en verbruining van de ondergrondse stengeldelen op zoals door deze aaltjes bij aardappelen en door de andere *Trichodorus*-soorten bij anemonen werd veroorzaakt. Wanneer een bloemstengel was aangetast veroorzaakte dit een ondergrondse ontwikkeling van de bloem. Onder gelijke teeltomstandigheden op ontsmette grond was de groei van de planten normaal. Bij het veldonderzoek is eenmaal een lichte aantasting geconstateerd waarbij een verband met het aantal *T. teres* is gevonden op een relatief laag niveau (goed en afwijkend resp. 15 en 150 ex.). Later herstelde de groei van het gewas weer redelijk.

Eveneens incidenteel zijn waarnemingen verricht bij vlinderbloemige groenvoeder- en bemestingsgewassen waarbij eveneens een verband met het aantal aaltjes in de grond werd gevonden vooral wanneer de bemonstering werd gericht op de afwijkingen in de beworteling. Naast het optreden van 'stubby root' was bij deze gewassen het geringere aantal stikstofknolletjes bij de aangetaste planten opvallend (fig. 20). Ernstige groeistagnatie is waargenomen bij Alexandrijnse klaver, bij rode en witte klaver en bij luzerne voornamelijk in de eerste groei na opkomst hetgeen bovendien gepaard ging met een te dunne stand van het gewas. Bij luzerne herstelde de groei van de planten meestal spoedig waarbij de vertakte hoofdwortel verder naar diepere lagen in de grond doorgroeide. Dit houdt waarschijnlijk verband met de geringe geschiktheid als waardplant voor deze aaltjes waardoor geen sterke belemmering door een vermeerderende populatie in de grond aanwezig is zoals bij de andere gewassen.

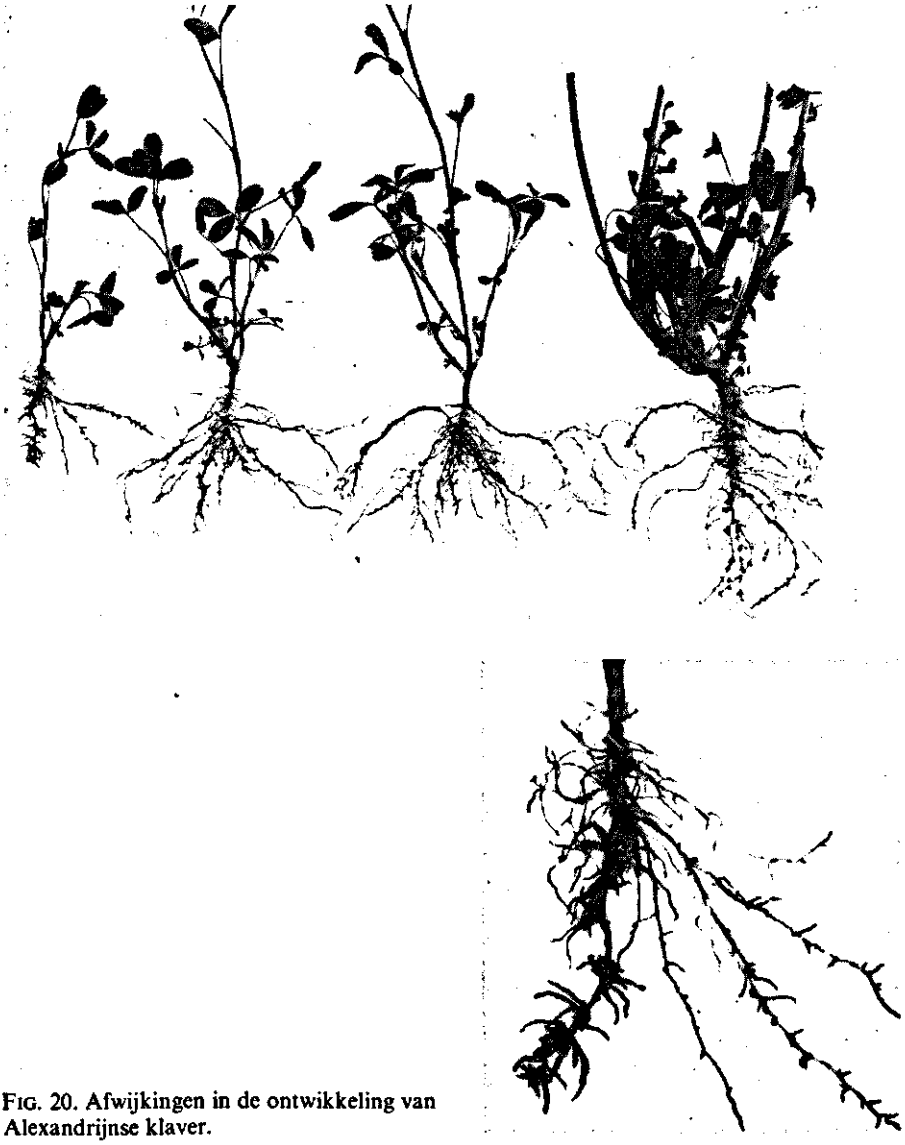


FIG. 20. Afwijkingen in de ontwikkeling van Alexandrijnse klaver.

Deze vlinderbloemige gewassen en ook grassen waren soms als groenvoeder en -bemesting ingezaaid op perceelsgedeelten waar de groei van suikerbieten zeer slecht was of als teelt na een gewas dat vroeg het veld geruimd had. In beide categorieën is daarbij meestal een opmerkelijke toename van de aaltjespopulatie waargenomen (tabel 48). Naast een minder goede produktie van de groenvoeder- en -bemestingsgewassen heeft de teelt van deze gewassen door de toename van het aantal *T. teres* in de grond bovendien problemen gegeven bij volgende gewassen die gevoelig zijn voor aantasting door deze aaltjes.

TABEL 48. Invloed van groenvoeder- en groenbemestingsgewassen op het voorkomen van *T. teres* in het najaar

a. percelen waar slechtgroeiende suikerbieten zijn vervangen door een ander gewas

Perceel	Stand gewas		Vervangen door:	
	goed	afwijkend		
1	0	200	gras	225
2	0	275	Alexandr. klaver	1.050
3	12	150	gras	2.000

b. percelen waar na het hoofdgewas een groenbemestingsgewas is ingezaaid

Perceel	Hoofdgewas	Groenbemester
1	tulp 45 (15–80)	wikke 1.375 (695–1.840)
2	aardappel 26 (10–60)	gras 268 (250–400)

4.8.8. *Conclusie*

Het schadelijk optreden van *T. teres* komt reeds in een vroeg stadium van de ontwikkeling van de gewassen tot uiting. Bij gezaaide gewassen stagneert, na een goede en gelijkmatige opkomst, de groei hetgeen gepaard gaat met min of meer kenmerkende afwijkingen van de wortels ('stubby root'). Bij ernstige aantasting geeft dit aanleiding tot wegvallen van de jonge plantjes en een dunnere stand van het gewas. Aantasting bij aardappelen en anemonen ging, behalve met wortelafwijkingen bovendien gepaard met afwijkingen in de ondergrondse ontwikkeling van de spruiten hetgeen een onregelmatige opkomst en stand van het gewas tot gevolg had.

In de eerste fase van de groei van de planten is een verband gevonden tussen de mate van aantasting van het gewas en het aantal aaltjes in de grond. Dit verband kon aanzienlijk worden verduidelijkt door aangepaste bemonstering waarbij rekening gehouden werd met het voorkomen van de aaltjes nabij de aangetaste wortels of in bepaalde lagen in de grond.

Later in het groeiseizoen was de aaltjespopulatie in het algemeen lager hetgeen waarschijnlijk verband hield met een meer verspreid voorkomen van de aaltjes in de grond. Het verband tussen het aantal aaltjes in de grond en de stand van het gewas vervaagt daarbij terwijl dan bovendien een tendens aanwezig is dat in de grond bij matig groeiende planten gemiddeld een hogere populatie wordt aangetroffen dan bij slechtgroeiende. Deze verschuiving is ook bij andere aaltjesaantastingen gevonden en wordt in belangrijke mate bepaald door verschillen in reproduktie.

Bij ernstige aantasting ontwikkelden de planten slechts een oppervlakkig wortelstelsel hetgeen gepaard ging met oogstverlies en grotere gevoeligheid van het gewas voor perioden van droogte. Daarnaast was het oogstprodukt van mindere kwaliteit door het verloren gaan van de penwortel (bieten, witlof, schorseneren), door een ongunstige sortering (aardappelen, uien) of traden

bovendien door een ongelijke afrijping van het gewas moeilijkheden op (tarwe, uien). De ongelijke opkomst bij aardappelen beperkte de mogelijkheid van keuring voor pootgoed soms zodanig dat aangetaste gedeelten van het gewas uit de keuring genomen moesten worden. Dit was eveneens het geval wanneer *T. teres* als vector optrad van ratelvirus in vatbare gewassen zoals gladiolen en sommige cultivars van tulpen.

Ook bij verschillende groenvoeder- en -bemestingsgewassen liet de produktie in meer of mindere mate te wensen over tengevolge van een te dunne stand en/of verminderde groei en oppervlakkige beworteling. Bij vlinderbloemige gewassen werd bovendien een aanzienlijk geringere vorming van stikstofknolletjes waargenomen. Met de teelt van deze gewassen werd een sterke toename van de aaltjespopulatie waargenomen hetgeen risico's voor de teelt van een volgend gevoelig gewas inhoudt.

4.9. Bestrijding

4.9.1. *Algemeen*

Naast de eerder besproken teeltmaatregelen zoals vruchtwisseling en bemesting om schade door *T. teres* in gevoelige gewassen te voorkomen of te beperken, is het gebruik van nematiciden beproefd. Daarbij is voornamelijk een dichloorpropeen-dichloorpropaan-mengsel (DD) gebruikt.

De gebruikte doses nematicide waren aanvankelijk afgestemd op het gebruik bij de teelt van relatief kostbare gewassen waarbij hoge eisen aan het resultaat van de behandeling worden gesteld. Voor de minder kostbare landbouwgewassen is gezocht naar een economische bestrijdingsmogelijkheid door het effect van lagere doses te beproeven waarvoor op deze lichte gronden goede perspectieven aanwezig waren (Ritter 1957, Kuiper & Hietbrink 1965).

Daarnaast is in aansluiting op de resultaten van het onder 4.4. beschreven onderzoek, het effect van grondverzwaring op de aaltjespopulatie bestudeerd. In samenwerking met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, de Stichting voor Bodemkartering en het Rijkslandbouwconsulentschap voor Bodem en Bemesting, is daarvoor een grondverzwaringsproef aangelegd op de 'Prof. Dr. J. M. van Bemmelenhoeve' te Wieringerwerf. Daarbij werd nagegaan of door bekleien de toestand van de grond in de bouwvoor zodanig kan worden gewijzigd dat de aanwezigheid en/of activiteit van *T. teres* dermate wordt beperkt dat dit aaltje geen problemen meer geeft ten aanzien van de groei van gevoelige gewassen. De ervaringen op deze proef worden in 4.9.3. weergegeven.

4.9.2. *Grondontsmetting*

Aanvankelijk is proefsgewijze in het najaar een hoge dosis DD (420–600 l/ha) toegepast. Op percelen waar *T. teres* ernstige schade veroorzaakte, werd daarmede een opmerkelijk goede en gelijkmatige groei van gevoelige gewassen verkregen met een normale ontwikkeling van het wortelstelsel of ondergrondse spruiten. In niet of weinig gevoelige gewassen was het effect van de behande-

ling gering hetgeen overeenstemt met de ervaringen in Engeland (GREET 1967).

Een dergelijke behandeling kan echter naast doding van aaltjes ook andere invloeden hebben met voor de teelt van gewassen schadelijke en gunstige effecten (HIJINK 1969). Er kan bijvoorbeeld enige onkruiddoding optreden terwijl de kieming van sommige onkruidzaden bleek te worden bevorderd. Een fungicide werking kan eveneens van betekenis zijn (ANDERSON 1966). Ook is waargenomen dat er na een DD-behandeling in de grond sprake kan zijn van een verhoogde bacteriële activiteit waarbij stoffen worden geproduceerd die van betekenis zijn voor de voeding en groei van planten (ALTMAN & TSUE 1965, ALTMAN 1969). Bepaalde cellulose-afbrekende bacteriën kunnen daarentegen juist door grondontsmetting sterk in hun activiteiten worden geremd. Bij een najaarsbehandeling in gescheurd grasland veroorzaakte dit een slechtere vertering van de zoderesten. Ook de activiteit van nitrificerende bacteriën wordt door een DD-behandeling geremd (GOOD & CANTER 1965). Deze remming kan een grote invloed hebben op de hoeveelheid en aard van de stikstof die voor de plant beschikbaar is en daarmede van invloed zijn zowel op de groei van gewassen als op het optreden van wortelrot (HUBER & WATSON 1970). Door de remming van de nitrificatie, is er een toename van stikstof in ammoniakvorm. Door de geringere uitspoeling hiervan kan een extra hoeveelheid stikstof voor de planten beschikbaar zijn.

Met medewerking van Dr. A. van Schreven (Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders te Kampen) is de invloed van een behandeling op het gehalte aan minerale stikstof in de grond van de bouwvoor nagegaan aan de hand van grondmonsters afkomstig van een proefveld op mariene zandgrond waar in oktober 1959 een ontsmetting met 600 l DD/ha was uitgevoerd. Het gehalte aan ammonium-stikstof in de monsters uit de behandelde veldjes bleek 6 weken na de behandeling duidelijk verhoogd. Bij het onderzoek van grondmonsters die het daaropvolgende voorjaar zijn genomen vóór het bemesten, was dit niet meer het geval. Bovendien was in deze proef niet het N-effect van de behandeling meer aanwezig dat later algemeen is waargenomen na een behandeling met een nematicide en dat samen met stikstof die is vrijgekomen door een extra afbraak van organische stof, ca. 20 kg N/ha bedraagt. Dit is voor aardappelen en bieten relatief van weinig belang doch wel voor vlas en granen gezien het risico van legeren.

Bij een vergelijking van de groei en de minerale samenstelling van gewassen die hebben gegroeid op wel of niet ontsmette grond is het verschil in ontwikkeling van het wortelstelsel van betekenis. Wanneer door grondontsmetting de aaltjesaantasting is bestreden hebben de planten een uitgebreider en diepergaand wortelstelsel waardoor er, in vergelijking met aangetaste planten, grote verschillen kunnen zijn in de beschikbare hoeveelheid vocht en voedingsstoffen. Bij ontsmettingsproeven is het effect van de behandeling beoordeeld zowel aan de hand van aaltjesonderzoek als aan de mate van aantasting.

Bij de teelt van suikerbieten traden nadat het zaad regelmatig was gekiemd grote groeiverschillen op. Op de behandelde grond was de penwortel van de bieteplanten goed ontwikkeld terwijl deze bij de planten op niet behandelde

TABEL 49. Het effect van de toepassing van lage doses DD op het aantal *P. neglectus* en *T. teres* in de bouwvoor en ondergrond. Behandeling 26 september 1963; ingebracht op ca. 20 cm diepte. Bemonstering 19 maart 1964

Monsterdiepte in cm	*Pratylenchus neglectus*				*Trichodorus teres*			
	dosis in l/ha				dosis in l/ha			
	0	100	200	300	0	100	200	300
0–20	2.110	785	470	390	300	4	2	.
20–30	1.770	9	10	3	440	1	.	.
30–40	80	8	5	.	190	+	.	.
40–60	15	.	.	.	465	15	.	.
60–80	20	.	.	+	275	53	+	.

grond ernstig was aangetast. Bij aardappelen waren de verschillen in opkomst in verband met het al of niet optreden van afwijkingen in de ontwikkeling van de ondergrondse stengeldelen, zeer opmerkelijk en gedurende het gehele groeiseizoen waarneembaar in de stand van het gewas.

In aansluiting op deze eerste resultaten van grondontsmetting is nagegaan of voor de groei van deze gewassen een geringere aaltjesdoding voldoende zou kunnen zijn omdat, gezien de aard van de aantasting, vooral een bescherming in de eerste meest gevoelige fase van de ontwikkeling van het gewas van belang is. Ook geeft de toepassing van een lagere dosis minder kans op een fytotoxische nawerking van het middel.

Op zandgronden waar aantasting door *T. teres* in verschillende gewassen optrad zijn gedurende enkele jaren veldproeven aangelegd waarbij is gebleken dat met de toepassing van lagere doses gunstige resultaten zijn te bereiken (tabel 49). In dit geval leek de invloed van de behandelingen in de bouwvoor (0–20 cm) op het aantal *T. teres* groter dan op *P. neglectus* en de overige aaltjes. Deze tendens was ook in andere proeven aanwezig. Opmerkelijk was het afnemend effect in de bouwvoor van een hogere dosis hetgeen eveneens in andere proeven en bij andere aaltjessoorten werd waargenomen. In de ondergrond is er wel een duidelijke invloed aanwezig van een grotere dosis op het aantal aaltjes in de grond.

Bij de teelt van suikerbieten werd in deze proef een zeer gunstig resultaat bereikt (fig. 21). Behalve een zeer duidelijke opbrengstverbetering was het effect op de wortelvorm zeer gunstig; op onbehandeld waren 52% van de penwortels in meer of mindere mate afwijkend en op de behandelde veldjes slechts 4–6%. Uit de resultaten van de bemonstering na dit bietegewas bleek dat het aantal *T. teres* in de bouwvoor van de behandelde veldjes hoger lag dan van de onbehandelde (gem. 80 ex.). Bij een bemonstering tijdens de groei van de bieten tekende zich reeds vanaf juni een herstel van de populatie in de bouwvoor af. Een relatief sterke toename van lage populatie bij een goed groeiend gewas is eveneens waargenomen bij andere *Trichodorus* spp. o.a. bij *T. christiei* (AL-HASSAN & HOLLIS 1966, RHOADES 1968).

FIG. 21. Overzicht van gemiddelde monsters suikerbieten afkomstig van veldjes behandeld met verschillende doses DD; van boven naar onder: onbehandeld, 300 l/ha, onbehandeld, 200 l/ha, onbehandeld, 100 l/ha.

De grotere populatie van *T. teres* na suikerbieten op ontsmette grond bleek duidelijk in de aantasting van uien die erna werden geteeld. Op de onbehandelde veldjes was deze zodanig dat de opbrengst gemiddeld slechts 4,8 kg/10 m² bedroeg. Na de goedgroeiende bieten op de ontsmette veldjes was de opbrengst van uien, in overeenstemming met de grotere aantallen, een volledige mislukking (0,75 kg/10 m²) maar was na een herhaalde grondontsmetting weer ongeveer normaal (ca. 46 kg/10 m²). Dit gunstige resultaat van een grondontsmetting is bij het gevoelige gewas uien in verschillende proeven regelmatig verkregen waarbij voornamelijk de opbrengst van de onbehandelde veldjes, afhankelijk van de mate van aantasting, sterk varieerde en soms aanzienlijk lager was dan in het gegeven voorbeeld (tabel 50).

De gunstige resultaten van grondontsmetting zijn voor de praktijk aanleiding geweest in bepaalde gevallen deze behandeling (200–300 l/ha) te gaan toepassen. Het grillige verloop van de grens tussen lichte en zwaardere grond veroorzaakte daarbij op sommige percelen variaties in aantasting. Enkele waarnemingen bij suikerbieten en aardappelen zijn in tabel 51 weergegeven.

TABEL 50. Het effect van de toepassing van lage doses DD op het aantal *T. teres* in de bouwvoor en de opbrengst van uien ('Wijbo'). Behandeling najaar 1966; bemonstering maart 1967

	Aantal *T. teres*		Opbrengst uien in kg/10 m²	
	gem.	(min.–max.)	gem.	(min.–max.)
onbehandeld	322	(155–480)	20,4	(15,8–25,5)
100 l/ha	34	(13–75)	21,5	(18,8–24,3)
200 l/ha	6	(0–15)	49,9	(44,5–53,8)
300 l/ha	+	(0–1)	52,8	(46,3–59,3)

TABEL 51. Invloed van grondontsmetting (300 l DD/ha) op enkele percelen waar plaatselijk aantasting door *T. teres* optrad bij de teelt van aardappelen en suikerbieten. Opbrengsten in kg/m²

	Grond zonder *T. teres*		Grond met *T. teres*	
	niet ontsmet	ontsmet	niet ontsmet	ontsmet
aardappelen				
perceel 1	33,1	35,4	18,8	29,6
perceel 2	35,3	39,1	17,3	36,0
suikerbieten				
perceel 1			21,3	57,4
			(15,0–27,5)	(54,3–60,5)
perceel 2	57,1		30,1	71,7
	(53,6–59,6)		(25,2–35,6)	(70,8–73,2)
vertakt	2–4%		±60%	2–4%
perceel 3			51,7	67,1
			(42,4–57,8)	(63,4–73,0)
vertakt			38%	4%
			(27–50)	(2–5)

Deze geven, naast de opbrengstderving door de aantasting een duidelijk beeld van het resultaat dat met een geslaagde grondontsmetting kan worden verkregen. De hogere opbrengst bij aardappelen die vroeg gerooid zijn, was voornamelijk een gevolg van een betere sortering terwijl bij de suikerbieten weer een oogst met weinig vertakte bieten werd verkregen. Daarnaast was ook het suikergehalte van aangetaste bieten veelal lager en bijvoorbeeld bij het gewas van perceel 2 van onbehandeld 15,25% tegenover behandeld 16,75%. De lagere opbrengsten van bieten hield tevens verband met een lager aantal geoogste bieten. Omgerekend per ha bedroeg op de monsterplekken van het niet ontsmette deel van perceel 1, het aantal gemiddeld slechts 34.250 (30.000–38.500) terwijl dit op het behandelde gedeelte 55.750 (51.500–60.000) was. Behalve een dunnere stand van het gewas door het wegvallen van kiemplanten, was dit mede een gevolg van een zeer slechte ontwikkeling van een deel van de planten.

Bij het toepassen van grondontsmetting was het van betekenis na te gaan of er mogelijkheden aanwezig waren, deze behandeling zodanig in de vruchtwisseling in te passen dat voor de teelt van meerdere gewassen een gunstige invloed zou kunnen worden bereikt en een eventueel ongunstig effect zou kunnen worden voorkomen. Gezien de verschillende variabele factoren die hierop in meer of mindere mate van invloed kunnen zijn, is slechts een globale aanduiding mogelijk gebleken waarvan de resultaten van een tweetal proeven een gemiddeld beeld geven (tabel 52). Bij proef A is alleen na uien nog een duidelijk effect aanwezig. Na aardappelen was dit gering doch was het aantal relatief laag. Een nateelt van gras gaf evenwel een sterke toename vooral in de grond van de ontsmette veldjes. Deze verschillen in populatiegrootte van *T. teres* kwamen duidelijk tot uiting in de mate van aantasting van suikerbieten. Na aardappelen

TABEL 52. De populatiegrootte van *T. teres* in de grond van een tweetal proefvelden na de teelt van enkele gewassen op behandelde (200 l DD/ha) en onbehandelde grond

Monsterdiepte in cm	Onbehandeld		Behandeld	
	0–20	20–40	0–20	20–40
Proefveld A				
uien	93		5	
suikerbieten	27		365	
aardappelen	33		20	
idem + gras	87		375	
Proefveld B				
uien	16		1	
	(2–35)		(0–2)	
suikerbieten	26	12	35	11
	(1–90)	(0–20)	(0–90)	(3–20)
aardappelen	4	1	2	1
	(0–15)	(0–3)	(0–6)	(0–4)
zomertarwe	66	34	59	15
	(15–195)	(5–135)	(11–120)	(1–60)
zomergerst	156		160	
	(45–405)		(45–370)	
Engels raaigras	116	73	72	36
	(60–185)	(35–205)	(3–200)	(1–85)

op niet behandelde en behandelde veldjes hadden resp. 73 en 81% van de planten een normale penwortel terwijl dit in combinatie met een nateelt van gras slechts bij resp. 51 en 34% van de planten het geval was. Een herhaling van de ontsmetting op de behandelde veldjes na de teelt van aardappelen zonder of met gras, gaf weer een oogst met gemiddeld resp. 92 en 97% normale bieten.

Na suikerbieten is de populatie ook in deze proef in de grond van de behandelde veldjes opmerkelijk toegenomen. Bij proefveld B is dit geenszins het geval hetgeen jaarverschillen illustreert. Overigens geeft dit laatste proefveld een gemiddeld beeld van de onderlinge verhouding tussen de gewassen die in een reeks van proeven is geconstateerd en sluit aan bij de invloed van de teelt van gewassen op de populatiegrootte van *T. teres* (4.5., tabel 36).

Ten aanzien van overdracht van ratelvirus is van belang dat een zeer geringe, niet of nauwelijks op de gebruikelijke wijze aantoonbare populatie, in schadelijke mate dit virus kan overbrengen en dat deze aaltjes als vector ook in de ondergrond kunnen voorkomen. Voor een goede bestrijding van overdracht van ratelvirus is op deze gronden dan ook een hogere dosis DD (400 l/ha of meer) nodig om een praktisch bruikbaar resultaat te verkrijgen, vooral ook in verband met het belang van een gezonde nateelt. Dit bleek onder meer uit waarnemingen op een praktijkperceel dat, door onjuiste afstelling van de machine, gedeeltelijk met slechts 200 l was behandeld naast de gebruikelijke 400 l/ha. In het gladiolegewas ('H. v. d. Mark') trad alleen na de lage dosis pleksgewijze in meer of mindere mate kartelblad op. Uit het gewas zijn, na opzuiveren, bij het rooien monsters genomen waarvan het volgend jaar 100 knol-

len op zwaardere grond zijn uitgeplant. In de nateelt van de planten afkomstig van de met 400 l behandelde grond zijn geen symptomen van ratelvirus (kartelblad) waargenomen. In de praktijk is echter ervaren dat met deze behandeling soms toch nog een gering percentage planten in de nateelt besmet kan zijn, zodat men meestal een nog hogere dosis gebruikt. In de nateelt van de planten afkomstig van het deel waar 200 l/ha was ingebracht, werd een virusaantasting geconstateerd. Bij de planten van het monster uit het ogenschijnlijk gezonde deel van het gewas bleek dit bij 6 van de 106 te beoordelen stengels het geval te zijn terwijl bij de planten afkomstig uit de plekken, dit bij 21 van de 92 was. De virusaantasting ging hier ook gepaard met slechte groei.

Opgemerkt kan worden dat wanneer voor de teelt van gewassen die vatbaar zijn voor ratelvirus (aardappelen, gladiolen, tulpen) een grondontsmetting is toegepast, er ná deze teelt doorgaans nog een zodanig effect van de behandeling op de aaltjespopulatie aanwezig is dat dit, mits geen groenbemestingsgewas wordt geteeld, voor de teelt van een volgend gewas nog van praktische betekenis kan zijn.

4.9.3. *Grondverzwaring*

Aan de hand van de resultaten van het onderzoek over de relatie tussen de samenstelling en structuur van de grond en de populatiegrootte en activiteit van *T. teres* (4.4.), is een proefveld aangelegd om na te gaan in hoeverre met verzwaring van grond, waar aantasting door *T. teres* schade veroorzaakt bij de teelt van gevoelige gewassen, een meer blijvende oplossing verkregen kan worden. Deze proef is aangelegd op een perceelsgedeelte van de proefboerderij 'de Prof. Dr. J. M. van Bemmelenhoeve' waar deze aantasting regelmatig, met name bij suikerbieten, optrad en waar op korte afstand (ca. 200 m) lichte klei (slibgehalte ca. 38%) in voldoende hoeveelheid beschikbaar was. Na een gedetailleerde kartering door de Stichting voor Bodemkartering, zijn door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid berekeningen uitgevoerd om door vervanging van een gedeelte van de bouwvoor, die oorspronkelijk ca. 8% afslibbaar (± 5% lutum) bevatte, te komen tot veldjes met een bouwvoor van 11 en 14% afslibbaar (resp. ca. 7 en 10% lutum).

In het najaar van 1967 werd een dunne laag van resp. ca. 3 en 6 cm grond vervangen door een overeenkomstige hoeveelheid kleigrond die daarna door verschillende bewerkingen (stoppelploegen, dwars en overlangs frezen) zo goed mogelijk door de bovengrond gemengd werd. Nadat de grond weer voldoende was bezakt is deze half november op wintervoor geploegd. De proef is aangelegd in vier herhalingen met een veldjesgrootte van 15 × 40 m.

In 1968 is op deze proef zomergerst geteeld omdat dit gewas nagenoeg niet gevoelig is voor aantasting door *T. teres* en doorgaans een hoge populatie in de grond achterlaat. Bovendien is witte klaver onder dekvrucht gezaaid. De zomergerst reageerde na een gelijkmatige opkomst evenwel duidelijk op de grondverzwaring waarbij het gewas op de veldjes met 14% slib, ging legeren hetgeen in een lagere opbrengst en in slechte groei van de witte klaver tot uiting kwam. Na de graanoogst is daarom de stoppel geploegd en de grond met een

cultivator bewerkt. Van alle veldjes is daarna op 21 oktober onder gunstige omstandigheden de helft (15 × 20 m) behandeld met 300 l DD/ha. Om te voldoen aan de grote behoefte van de grond aan organische stof is eind november stalmest (40 ton/ha) gestrooid en is in aansluiting daarop de grond op wintervoor geploegd.

Uit de gegevens van het grondmonsteronderzoek bleek *T. teres* na de teelt zomergerst algemeen verspreid over het gehele proefveld voor te komen. In de bouwvoor was het aantal gemiddeld 128 wisselend van 38–280. Enig verband met de uitgevoerde verzwaring was niet aanwezig. In de onbehandelde ondergrond was dit aantal lager, gemiddeld 79 (30–170) en eveneens zonder verband met de aard van de bouwvoor. De grondontsmetting is zeer effectief geweest vooral ten aanzien van *T. teres*.

Hoewel in 1969 bij de teelt van suikerbieten nog geen opmerkelijke invloed van de grondverzwaring was te verwachten op de aanwezigheid en activiteit van de populatie van *T. teres* aangezien de menging van de grond nog geenszins gelijkmatig was, zijn er toch enkele vermeldenswaardige resultaten verkregen. Begin juli traden er namelijk in de groei van het gewas, dat regelmatig was opgekomen, duidelijke verschillen op. Op de veldjes waar geen verzwaring en ontsmetting was toegepast, was sprake van een zeer onregelmatige loofontwikkeling van het gewas waarbij goede en zeer slechte planten elkaar afwisselden. Op de veldjes met 11% slib was de stand van het gewas wat beter doch bleef nog duidelijk achter bij de veldjes met 14%. Het gewas op de ontsmette veldjes was in het algemeen goed ontwikkeld waarbij 14% slib duidelijk uitmuntte en op 8% slib het gewas nog een enigszins onregelmatige stand toonde. In de loop van de maand juli verdwenen deze groeiverschillen en waren er uiteindelijk nagenoeg geen waarneembare verschillen in de loofontwikkeling meer aanwezig.

Bij de oogst op 8 en 9 oktober was het opvallend dat, gezien de geringe verschillen in loofontwikkeling, er nog opmerkelijke verschillen in de opbrengst werden aangetroffen (tabel 53), hoewel op het ongunstigste object (8% slib, niet ontsmet) nog geenszins sprake was van een misgewas. Bij de vorige teelt van zomergerst, was reeds duidelijk gebleken dat met grondverzwaring tevens een grotere bodemvruchtbaarheid wordt verkregen. Bij deze proef bleek bovendien dat het aantal geoogste bieteplanten in de proefvakken hoger lag naarmate er was verzwaard en als zodanig betrouwbaar verband hield met de opbrengst. Daarnaast was er echter eveneens een verschil in de kwaliteit van het geoogste produkt (fig. 22). Alleen op de onbehandelde en niet-verzwaarde grond zijn ernstig vertakte vlakwortelende bieten aangetroffen. Bij de planten van de verzwaarde veldjes kwamen wel symptomen van aantasting voor doch voornamelijk in een milde vorm waarbij de hoofdwortel wel min of meer is vertakt doch dieper is kunnen doorgroeien en zich forser heeft kunnen ontwikkelen.

Hoewel de opbrengsten mede door verschillende andere factoren dan aantasting door *T. teres* zijn bepaald, bleek er op de ontsmette veldjes waar de aaltjespopulatie nauwelijks meer aantoonbaar was, betrekkelijk weinig ver-

TABEL 53. Opbrengsten van suikerbieten in kg/10 m² van een proefveld op grond waar aantasting door *T. teres* optrad en waar het slibgehalte van de bouwvoor is verhoogd en/of grondontsmetting (300 l DD/ha) is toegepast

Slibgehalte	Niet ontsmet	Ontsmet
ca. 8%	47,4	63,1
	(39,6–52,9)	(59,9–67,7)
ca. 11%	55,6	65,7
	(51,4–58,0)	(64,5–67,2)
ca. 14%	59,7	67,0
	(58,1–61,0)	(65,6–69,0)

schil aanwezig tussen de opbrengsten op 8, 11 en 14% afslibbaar. Bij de opbrengsten van de veldjes die niet zijn ontsmet is er op de niet-verzwaarde grond een verband met het aantal aaltjes in de grond voor het zaaien. Dit verband is op de veldjes met 11% afslibbaar in mindere mate aanwezig en bij 14% afslibbaar nagenoeg afwezig (fig. 23). Hoewel in deze laatste categorie het aantal aaltjes varieerde van 73 tot 280 ex. werd een relatief goede opbrengst met onderling geringe verschillen verkregen. Deze tendens duidt op een verschuiving in de verhouding plant-parasiet ten gunste van de plant en op een mindere mobiliteit van de aaltjes.

Na de oogst van de bieten bleek op de ontsmette veldjes de aaltjespopulatie weer ongeveer even groot als of groter dan op de onbehandelde waarbij geen waarneembare invloed van het slibgehalte van de bouwvoor aanwezig was.

In volgende gewassen (zomertarwe, aardappelen) is geen opmerkelijke aantasting door *T. teres* waargenomen en zijn geen duidelijke verschuivingen in de populatiegrootte van deze aaltjes in verband met het slibgehalte van de grond waargenomen. Uit praktisch oogpunt was de grondverzwaring in het

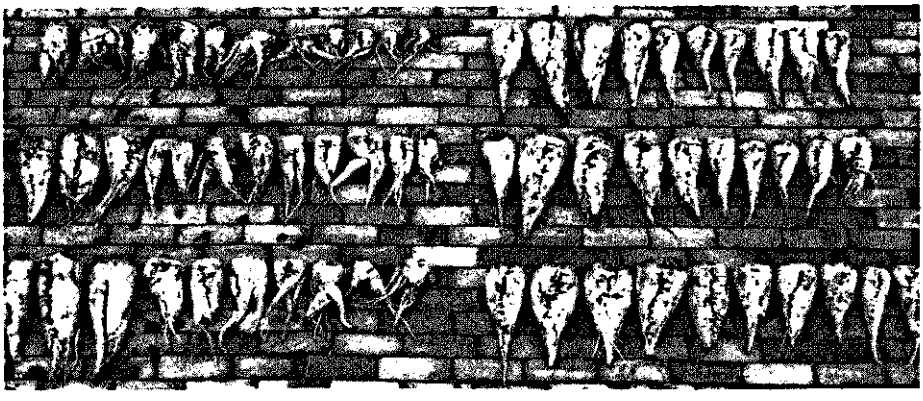


FIG. 22. Overzicht van gemiddelde monsters suikerbieten afkomstig van veldjes waar grondverzwaring en/of grondontsmetting is uitgevoerd. Van boven naar onder: niet verzwaard (ca. 8% afslibbaar), verzwaard (ca. 11% afslibbaar) en verzwaard (ca. 14% afslibbaar). Links zonder grondontsmetting, rechts na een behandeling van de grond met 300 l DD/ha.

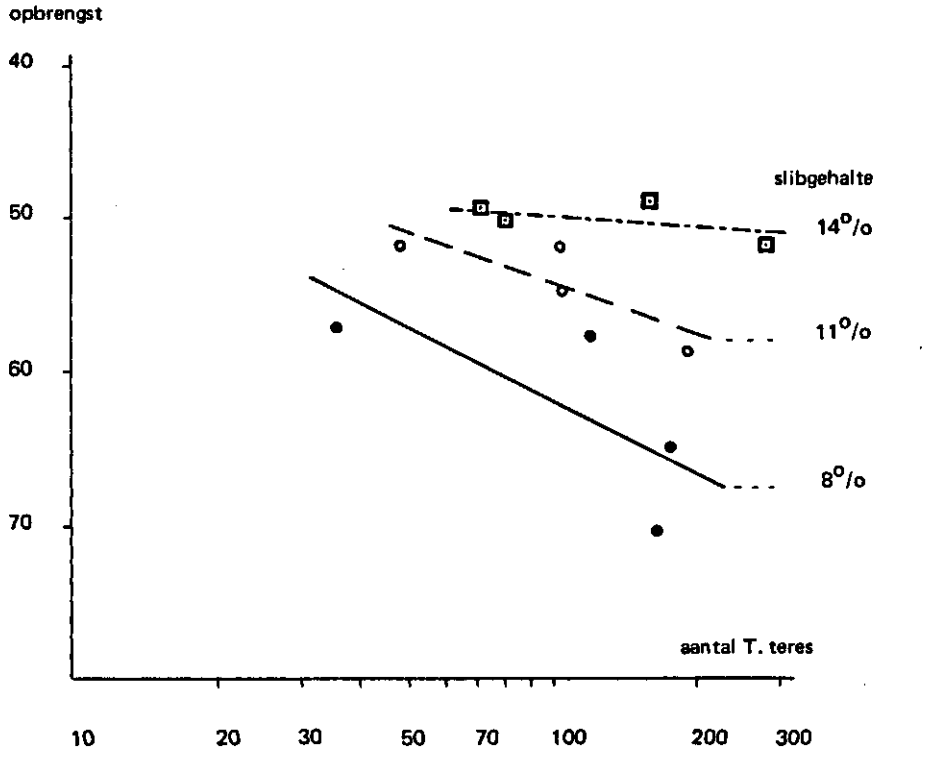


FIG. 23 De opbrengst van suikerbieten (kg/10m²) in verband met het slibgehalte van de bouwvoor en het gemiddeld aantal *T. teres* per 500 ml grond van de bouwvoor vóór het zaaien.

algemeen aantrekkelijker door een vlottere en gelijkmatiger ontwikkeling van de gewassen.

4.9.4. *Conclusie*

Zowel op proefvelden als bij toepassing op praktijkschaal zijn door behandeling van de grond met een nematicide op percelen waar *T. teres* ernstige schade veroorzaakte, opmerkelijke verbeteringen verkregen in de ontwikkeling en beworteling van gevoelige gewassen. Op de betreffende lichte gronden is gebleken dat met lagere doses DD (1–3 l/are) reeds een goede tot zeer goede doding van deze aaltjes kan worden verkregen en daarmede een regelmatiger ontwikkeling van het gewas en verbetering van opbrengst en kwaliteit. De toepassing van lagere doses nematicide bood in bepaalde gevallen ook voor minder kostbare gewassen de mogelijkheid schade door deze aaltjesaantasting te voorkomen of te beperken.

Het effect van een behandeling is afhankelijk van de gewassen die erna worden geteeld. Betreft dit een relatief gunstige waardplant zoals bieten, dan is het in het algemeen slechts kort durend, meestal éénjarig. In hoeverre het zinvol is grondontsmetting toe te passen naast andere teeltmaatregelen (vruchtwis-

seling, stalmest) om schade door aantasting van *T. teres* in gevoelige gewassen te beperken, zal door iedere teler voor zijn bedrijfssituatie dienen te worden nagegaan.

Voor een bestrijding van overdracht van ratelvirus bleek een hogere dosis DD (4 l/are of meer) voor de teelt van vatbare gewassen nodig om een praktisch bruikbaar resultaat te verkrijgen.

Uit de resultaten van het onderzoek op een proefveld waarbij wordt nagegaan in hoeverre door een verhoging van het slibgehalte van de bouwvoor een meer blijvende beperking van schade door aantasting van *T. teres* kan worden verkregen, bleek deze verhoging nog geen meetbare invloed te hebben op de populatiegrootte van deze aaltjes. Wel werd bij suikerbieten al naar de mate van verzwaring, een vermindering van de ernst van de aantasting geconstateerd en, in combinatie met andere factoren een betere en gelijkmatiger opbrengst.

5. SAMENVATTING

In de grond van nieuwe polders kunnen aanvankelijk geen planteparasitaire aaltjes aangetoond worden. Gedurende een reeks van jaren kunnen dan ook gewassen geteeld worden zonder de op het 'oude' land noodzakelijke vruchtwisseling. Na enkele jaren echter blijken er aantoonbare aaltjespopulaties aanwezig te zijn met de daarmede verbonden problemen en beperkingen voor de bedrijfsvoering. In de Noordoostpolder, drooggelegd in 1942, werd de eerste besmetting reeds waargenomen in 1949; in Oostelijk Flevoland, drooggelegd in 1958, was dit reeds het geval in 1959 nabij tijdelijke behuizing te Lelystad en Roggebotsluis.

Door middel van veldonderzoek, veld- en laboratoriumproeven is getracht enig inzicht te verkrijgen omtrent het binnenkomen van planteparasitaire aaltjes in nieuwe polders. Aandacht is hierbij besteed aan de factoren die op hun vestiging en gedrag van invloed zijn, de schade die zij kunnen veroorzaken alsmede aan de mogelijkheden tot bestrijding.

Binnenkomen en vestiging

De eerst waargenomen besmettingen vonden plaats met jonge bomen, struiken en vaste planten afkomstig van het 'oude' land, bestemd voor bebossing en voor beplanting langs wegen, rondom dorpen en op boerderijerven en volkstuinen (tabel 1, 2 en 3). Vele soorten planteparasitaire aaltjes werden op deze wijze in grote concentraties meegebracht. Ook de bermen van de wegen bleken lijnen van besmetting te vormen doordat grond vallend van transportmiddelen, soms afkomstig van het oude land, infectie veroorzaakt. Daarnaast zijn met zaaizaad en poot- en plantgoed besmettingen het nieuwe gebied binnengebracht (3.2.1.).

Bij het onderzoek is gebleken dat er bovendien sprake is van een meer algemene en verspreide infectie die reeds aantoonbaar kan zijn (fig. 2) wanneer de grond voor landbouwkundig gebruik gereed gemaakt wordt. Mogelijk speelt verspreiding door vogels of door de wind hierbij een rol waardoor een lichte infectie van de rietbegroeiing kan optreden waarna zich hierop een aaltjespopulatie kan opbouwen (3.2.4.). Verspreiding door vogels of wind is bij dit onderzoek evenwel niet experimenteel aangetoond kunnen worden.

In hoeverre de aaltjes zich kunnen vestigen en verder verspreiden hangt o.a. af van hun vermeerderingswijze (3.3.1.), de aanwezigheid van waardplanten (3.3.2.) en van de grondsoort (3.3.3.). Opmerkelijk was dat de eerst waarneembare infecties in land- en tuinbouwgewassen voornamelijk soorten betroffen met een ongeslachtelijke vermeerdering. De vestiging van bisexuele soorten wordt mogelijk geremd doordat te weinig dieren tegelijk worden verspreid en er sprake is van zgn. 'under-population'. Bij cystevormende aaltjes of bij aaltjes die met een wortelpruik of grondkluiten verspreid worden, biedt de lokale besmetting wel een kans tot aanslaan.

De invloed van waardplanten die vooral tot uiting komt in de gewassenkeuze en -volgorde op de bedrijven, werd duidelijk gedemonstreerd in een vruchtwisselingsproef (tabel 13). Polyfage aaltjessoorten zoals *Trichodorus teres* toonden daarbij een snelle opbouw en algemene verspreiding onafhankelijk van de vruchtwisseling. Daartegenover staan cystevormende aaltjes (*Heterodera* spp.) met een beperkte waardplantenreeks en daarmede corresponderende verspreiding. Andere soorten nemen een tussenpositie in, afhankelijk van de samenstelling van de waardplantgewassen (tabel 11 en 13), hetgeen evenals bij cystevormende aaltjes mogelijkheden biedt voor een vruchtwisselingsschema om schade te voorkomen of te beperken.

De aard van de grond is eveneens van doorslaggevende betekenis voor de vestiging van de aaltjessoorten gebleken. In het algemeen zijn de lichtere gronden gunstig voor de ontwikkeling van populaties van de meeste parasitaire wortelaaltjes; stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) daarentegen vestigen zich vooral in zwaardere gronden met meer dan 25% lutum (3.3.5.4.).

Naarmate de grond langer in gebruik is, is er sprake van een toename van het aantal aaltjessoorten waarbij de aanvankelijk gunstige verschillen met de situatie op het 'oude' land geleidelijk kleiner worden. In nematologisch opzicht kan er gesproken worden van een soms onverwacht snelle veroudering van de grond waarbij de gunstige uitgangspositie verloren gaat.

Bij de teelt van verschillende gewassen op de lichtere gronden in de Wieringermeer en de Noordoostpolder ondervond men schade die verband hield met een tweetal *Hemicycliophora*-soorten (*H. conida* en *H. thienemanni*) en *Trichodorus teres*. Deze aaltjes zijn nader bestudeerd omdat zij voordien als planteparasiet onbekend waren, maar hier ernstige schade veroorzaakten. Buiten deze polders komen zij slechts incidenteel schadelijk voor in mariene zandgronden, o.a. in de Braakmanpolder. Onderzoek van overeenkomstige gronden op Texel en Terschelling en in de Makkummerwaard toonde aan dat deze aaltjes daar eveneens voorkomen, zowel bij een natuurlijke begroeiing als in grasland.

Optreden van Hemicycliophora spp. en Trichodorus teres

Ernstige aantasting door de beide *Hemicycliophora*-soorten werd het eerst waargenomen bij de teelt van verschillende gewassen, vnl. peen, iris en gladiool, op zandgrond in de omgeving van Ens in de Noordoostpolder en naderhand ook bij suikerbieten op landbouwbedrijven (3.3.5.6.). Deze aaltjes zijn polyfaag gebleken zodat vruchtwisseling weinig of geen perspectief biedt om schade te voorkomen. De gebruikelijke groenbemestingsgewassen verhogen de populatie zodanig dat er daarna een groot risico voor de teelt van gevoelige gewassen aanwezig is. Toevoeging van organische stof, met name stalmest, heeft een remmende invloed op de populatietoename. Het effect van grondontsmetting is zodanig dat dit thans algemeen wordt toegepast bij de teelt van de gevoeligste gewassen. Bij de teelt van deze gevoelige gewassen op soortgelijke zandgronden elders in de polders, zal met de mogelijke aanwezigheid van deze aaltjes rekening dienen te worden gehouden.

Opmerkelijk was het verschil in voorkomen van beide soorten in grondmonsters uit het bodemprofiel. *H. conida* werd voornamelijk in de bovengrond aangetroffen terwijl *H. thienemanni* in de diepere lagen domineerde; beide soorten hadden een maximale populatiegrootte in de laag, gelegen onder de bouwvoor (fig. 4). Dit verschijnsel kon in een buizenproef worden gereproduceerd waarbij aanwijzingen werden verkregen dat dit verschil in voorkomen verband houdt met de vochttoestand van de grond (tabel 18).

Een ernstige aantasting van *T. teres* komt vooral in een vroeg stadium van de ontwikkeling van de planten tot uiting in een stagnatie van de groei, afwijkende wortelontwikkeling en, zoals bij aardappelen en anemonen, afwijkende ontwikkeling van de spruiten. In dit stadium is er steeds een goed verband met de aaltjespopulatie in de grond gevonden. Aangetaste gewassen waren gevoeliger voor perioden van droogte, hadden een lagere opbrengst, een mindere kwaliteit of ongunstige sortering terwijl ook verschillen optraden bij het afrijpen van het gewas (4.8.).

De slechte groei van verschillende gewassen door aantasting van *T. teres* hield duidelijk verband met de aard van de grond. Deze trad voornamelijk op bij slib- en humusarme fijnzandige gronden die overigens goede produktiemogelijkheden bieden. Naarmate het gehalte aan afslibbare delen van de grond lager is, trad ernstiger en veelvuldiger schade op, ook in minder gevoelige gewassen (4.4.1.). Deze verschillen hangen samen met een grotere mobiliteit van de aaltjes in de grond (4.4.2.). Bijna alle poriën in deze mariene zandgronden, vooral waar de aantasting van *T. teres* het ernstigst is, bleken pakkingsporiën te zijn met een relatief hoog percentage in de grootte van 30–90 μm. Deze poriëngrootte is in belangrijke mate bepalend voor de mobiliteit van aaltjes in de grond (WALLACE 1963) hetgeen betekent dat deze gronden een goed milieu vormen, bij gunstig vochtgehalte en temperatuur, voor een maximale activiteit van wortelaaltjes, waarvan vooral *T. teres* op de voorgrond is getreden (4.4.3.). In gronden met een slibgehalte boven 12% werden zij niet of nauwelijks meer aangetroffen. Verschraling van de bouwvoor leidde tot een toename van het aantal aaltjes (tabel 31 en 32) terwijl omgekeerd een verzwaring van de lichte grond hoopvolle resultaten ten aanzien van de mate van aantasting gaf (4.9.3.).

Vanwege het polyfage karakter van *T. teres* biedt vruchtwisseling weinig perspectieven voor de praktijk om schade te voorkomen (4.5.2.). Met relatief lage doses nematiciden werd op deze gronden een zeer goede doding van deze aaltjes verkregen hetgeen resulteerde in opmerkelijke verbetering in de bewortéling en ontwikkeling van gevoelige gewassen (4.9.2.). Grote giften stalmest verlaagden de populatie van *T. teres* niet (4.6.3.). *T. teres* is gevoelig voor verstoring van de grond zodat grondbewerking vlak voor het zaaien een gunstig resultaat heeft. Dit brengt evenwel het risico van structuurbederf met zich mee (4.7.2.).

T. teres treedt als vector op van tabaksratelvirus. Bij gladiolen werd een verband gevonden tussen de mate van virusbesmetting en de voorvrucht waarbij met name na bloemkool en in iets mindere mate na slaboon en afrikaantjes, een hogere besmetting is waargenomen dan na enkele andere bloembol- en

groentegewassen. Er werd daarbij geen relatie gevonden met de grootte van de aaltjespopulatie. Na de teelt van enkele landbouwgewassen (zomertarwe, aardappelen, suikerbiet, koolzaad) en ook na braak, kon algemeen overdracht van ratelvirus vanuit de grond worden aangetoond hetgeen bij aardappelen alleen na koolzaad tot uiting kwam. Ook na de teelt van Engels raaigras en uien werd, met behulp van tabak als vang- en toetsplant, algemeen virusbesmetting uit de grond verkregen; onder gelijke omstandigheden was dit na zomergerst echter in opmerkelijk geringe mate het geval (4.5.4.). Voor het tegengaan van virusoverdracht is een hogere dosis nematicide nodig dan voor de bestrijding van wortelaantasting (4.9.2.). Bij gladiolen bleek toediening van stalmest de symptomen van infectie met ratelvirus enigszins te kunnen maskeren (4.6.3.). Op deze gronden zal men bij de teelt van enkele belangrijke gewassen die vatbaar zijn voor deze infectie (aardappelen, gladiolen, tulpen) voldoende aandacht dienen te besteden aan het risico van besmetting met ratelvirus .

6. SUMMARY

The soil of the newly reclaimed polders of the former Zuiderzee was initially found to be free from plant parasitic nematodes. This meant that the practice of crop rotation, as used with 'old' land, did not need to be applied for a number of years.

After several years however, nematode populations became quite noticeable, sometimes to such a degree that the associated problems and restrictions have become important for agricultural management. The first infestations in the Northeastpolder, reclaimed in 1942, were already noticeable in 1949; in Eastern Flevoland, reclaimed in 1958, the first infestations were already noted in the neighbourhood of temporary housing at Lelystad and Roggebotsluis in 1959.

Information has been collected from field research, field and laboratory trials in an attempt to discover the mode of entry of plant parasitic nematodes in the new polders. Special attention has been paid to the factors influencing their establishment and behaviour, the damage they can cause and the possibilities of control.

Entrance and establishment

The first infestations to be noted involved young trees, shrubs and perennials which had been brought in from 'old' land for afforestation and for planting along the roads, around the villages and farmhouses and on allotments (table 1, 2 and 3). Many species of plant parasitic nematodes were in large concentrations tranfered in this way. The road verges also appeared to be lines of contamination as infection can be caused by the soil fallen from transport carriers which often come from outside the polders. In addition, infection can accompany seeds and planting material (3.2.1.).

Moreover, research indicates a more general and scattered infestation; this infestation was already noticeable (fig. 2) before the soil was prepared for agricultural use. It is possible that introduction by birds or by wind may be responsible for light infections of the reed-vegetation whereby nematode populations can build up (3.2.4.). Spreading by birds or wind could not, however, be demonstrated in our experiments.

Just how far nematodes can settle and spread depends on a number of factors such as their way of reproduction (3.3.1.), the presence of host plants (3.3.2.) and on the soil type (3.3.3.).

It was curious that the first noticeable attacks of agricultural and horticultural crops were mainly caused by nematode species with an asexual reproduction. The establishment of bisexual species is possibly restricted because of the extremely low numbers of nematodes spread, when the question of so-called underpopulation can arise. Cyst-forming nematodes or nematodes present in soil clods or in the soil adhering to roots can be an ideal means of causing a local infestation.

The influence of host crops, mainly expressed by the choice and sequence of the crops grown on farms, was clearly shown by a crop rotation trial (table 13). Quite independant of crop rotation, polyphagous nematode species, such as *Trichodorus teres*, demonstrated a rapid increase in population and a general distribution. On the other hand cyst-forming nematodes (*Heterodera* spp.) with a limited number of host crops, showed only a spreading which corresponded with the type of crops grown. Other species show an intermediate position which, dependant on the range of host-crops (table 11 and 13) offers the possibility of preventing or restricting damage by the use of crop rotation as is the case with cyst-forming species.

The soil-type has also been shown to be of major importance for the establishment of nematode-species. The lighter soils are generally more suitable for the build up of populations from most plant parasitic nematodes. However, stem eelworms (*Ditylenchus dipsaci*) establish themselves better in heavier soils with more than 25% lutum (3.3.5.4.). It appears that there is an increase in the number of nematode species found in the soil the longer that it is in use for agriculture, whereby the initial favourable differences between reclaimed and 'old' land decrease. There is sometimes talk, from a nematological point of view, of unexpected rapid aging of soil which looses its favourable starting point.

Damage to several crops grown in the lighter soils of the Wieringermeer and the Northeastpolder, was associated with populations of two *Hemicycliophora*-species (*H. conida* and *H. thienemanni*) and of *Trichodorus teres*. Although these nematodes were previously unknown as plant parasites they have been studied more precisely as they have caused considerable damage in this area. Outside these polders only incidental damage is to be found in marine sandy soils, e.g. in the Braakmanpolder. These nematodes were also found to be present in similar soils on the isles of Texel and Terschelling and in the polder Makkummerwaard with both natural vegetation and grassland alike.

Occurrence and behaviour of Hemicycliophora spp. and Trichodorus teres

Serious damage caused by the two *Hemicycliophora*-species was first observed in the cultivation of a variety of crops on sandy soils near Ens in the Northeastpolder, principally carrot, bulbous iris and gladiolus. Later, it was also found in sugarbeet on other farms in the polder (3.3.5.6.). As these nematodes were found to be polyphagous, crop rotation offers little hope in damage prevention. The usual green manuring crops cause a population increase at such a rate that the growth of following susceptible crops becomes very risky. The use of organic matter, especially farmyard manure, has an inhibiting influence on population increase.

The effect of nematicide treatments of the soil was so favourable in this area that it is generally applied before the most susceptible crops are grown. When susceptible crops are grown on this type of sandy soil elsewhere in the polders, one should take into account the possible presence of these nematodes.

There was a remarkable difference in the occurrence of both species present

in soil samples taken down the profil. *H. conida* was mostly found in the topsoil whereas *H. thienemanni* dominated the deeper layers. The population sizes of both species were greatest in the layer just below the tilth (fig. 4). In a trial using vertically placed tubes, this phenomenon could be reproduced. Results indicated a relationship between this difference of presence in the soil and soil moisture (table 18).

A serious attack by *T. teres* finds expression mainly in an early stage of plant development as seen by stagnation of the growth, aberrant development of the roots and, as with potatoes and anemones, aberrant development of the sprouts. At this stage a definite relationship with the nematode population in the soil can always be found. Affected crops were more sensitive to periods of drought, produced a lower yield and an inferior quality or unfavourable grading. There were, moreover, differences in ripening of the crop (4.8.).

There was a clear connection between the poor growth of different crops caused by *T. teres* and the type of soil. This was mainly the case in soils with a low amount of silt and organic matter. The lower the siltpercentage of the soil, the more serious and more frequent was the damage. This was also the case with less susceptible crops (4.4.1.). These differences are associated with a greater mobility of the nematodes in the soil (4.4.2.). Nearly all pores in these marine sandy soils, especially where attack of *T. teres* is most serious, appear to be weak or unaggregated having a relative high pore percentage between 30–90 μm. As well as moisture, the pore size appears to be an important factor in determining the mobility of nematodes in the soil (WALLACE 1963). Together with favourable moisture content and temperature, it means that these soils are a suitable environment for the maximum activity of free-living nematodes of which mainly *T. teres* has become so prominent (4.4.3.). In soils with a silt and clay content above 12% these nematodes are not or rarely found. Such top soils, when mixed with sand, lead to an increase of nematode populations (table 31 and 32), whereas, with the addition of clay to light soils, hopeful results were obtained regarding the rate of attack (4.9.3.).

As *T. teres* is polyphagous, crop rotation offers little prospect of practical prevention of damage (4.5.2.). A very good reduction of these nematode populations in these soils was obtained with relative low doses of nematicides which resulted in marked improvement in root development and growth of susceptible crops (4.9.2.). Populations of *T. teres* were not found to be reduced by application of large amounts of farmyard manure (4.6.3.). *T. teres* is sensitive to soil disturbance so that tillage prior to sowing can give good results. However, this treatment carries the risk of soil structure deterioration (4.7.2.).

It is known that *T. teres* also acts as a vector for tobacco rattle virus. A correlation was found between the degree of virus infection and the type of crop which may proceed gladiolus cultivation. A higher rate of infection was found especially after cauliflower and, to lesser extend, after French beans and African marigolds than with some other flowerbulbs and vegetable crops (table 35). There was no obvious relationship between these differences and the size of the nematode population.

After the growth of a number of agricultural crops (spring wheat, potatoes, sugarbeet, winter oilseed) and following fallow, a general transmission of rattle virus could be demonstrated from soil samples. In the case of potatoes grown in the field, symptom expression only followed winter oilseed. By using tobacco as bait plant and test plant a general virus infection was obtained from soil samples after the growth of perennial ryegrass and onions. The rate of transmission after spring barley grown under the same conditions was remarkably low (4.5.4.).

To prevent virus-transmission a larger quantity of a nematicide is necessary than is the case with the control of root damage (4.9.2.). The symptoms of infection with rattle virus can be masked when farmyard manure is used in gladiolus cultivation (4.6.3.). Sufficient attention should be paid to the risk of infection with rattle virus when important crops susceptible for the infection (potatoes, gladiolus, tulips) are to be grown in these soils.

7. LITERATUUR

ALHASSAN, S. A. & HOLLIS, J. P. (1966). Parasitism of *Trichodorus christiei* on cotton seedlings. Phytopathology **56**: 573–574.

ALLEN, M. W. (1957). A review of the nematode genus *Trichodorus* with descriptions of ten new species. Nematologica **2**: 32–62.

ALTMAN, J. (1963). Increase in nitrogenous compounds in soil following soil fumigation. Phytopathology **53**: 870.

— & TSUE, K. M. (1965). Changes in plant growth with chemicals used as soil fumigants. Pl. Dis. Reptr **49**: 600–602.

ANDERSON, E. J. (1966). 1.3 Dichloropropene, 1.2 dichloropropane mixture found active against *Pythium arrhenomanes* in field soil. Down to Earth **22**: 23.

ANONYMUS (1943). Stengelaaltjes in stambonen. Jversl. Ver. Bedrijfsvoorl. Wieringermeer 1942: 11.

— (1946). Stengelaaltjes in aardappelen. Jversl. Ver. Bedrijfsvoorl. Wieringermeer 1945/1946: 43.

AYALA, A. (1965). Transmission of the California tobacco rattle virus by three species of the nematode genus *Trichodorus* Cobb, 1913. Ph.D. Thesis Univ. California, Davis: 119 p.

BAKKER, H. DE & SCHELLING J. (1966). Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus, Pudoc, Wageningen: 22 p.

BEEKOM, C. W. C. VAN (1940). Enkele opmerkingen naar aanleiding van een onder de uientelers gehouden enquête betreffende het optreden van kroefziekte (*Tylenchus dipsaci* Kühn). Tijdschr. PlZiekt. **46**: 205–207.

BESSEY, E. A. (1911). Root-knot and its control. Bur. Plant Ind., U.S. Dept. of Agr. Bull. 217.

BIRD, G. W. & JENKINS W. R. (1965). Effect of cranberry bog flooding and low dissolved oxygen concentrations on nematode populations. Pl. Dis. Reptr **49**: 517–518.

— & MAI W. F. (1967). Morphometric and allometric variations of *Trichodorus christiei*. Nematologica **13**: 617–632.

—, GOODMAN, R. M. & MAI, W. F. (1968). Observations on the embryogenesis of *Trichodorus christiei* (Nematodea: Diphtherophoroidea). Can. J.Zool. **46**: 292–293.

—, & MAI, W. F. (1968). A numerical study of the growth and development of *Trichodorus christiei*. Can. J. Zool. **46**: 109–114.

BLAKE, C. D. (1961). Importance of osmotic potential as a component of the total potential of the soil water on the movement of nematodes. Nature, Lond. **192**: 144–145.

—, (1962). The etiology of tulip-root disease in susceptible and in resistant varieties of oats infested by the stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. II Histopathology of tulip-root and development of the nematode. Ann. appl. Biol. **50**: 713–722.

BOEKEL, P. (1961). Het fysisch onderzoek naar de oorzaak van T-ziekte. Rapp. Inst. Bodemvruchtb. Groningen.

BOR, N. A. & KUIPER, K. (1966). Gevoeligheid van *Trichodorus teres* en *T. pachydermus* voor uitwendige invloeden. Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent **31**: 609–616.

— & 's JACOB, J. J. (1966). *Pratylenchus maritimus*, a new species from the Boschplaat, Terschelling. Nematologica **12**: 462–466.

BROWN, L. N. (1933). Flooding to control root-knot nematodes. J. Agr. Research **47**: 883–888.

CAYROL, J. C. (1964). Etudes préliminaires sur le cycle évolutif de *Ditylenchus myceliophagus* Goodey. Nematologica **10**: 361–368.

— (1967). Etude du cycle évolutif d'*Aphelenchoides composticola*. Nematologica **13**: 23–32.

CHITWOOD, B. G. & BIRCHFIELD, W. (1956). Nematodes; their kinds and characteristics. Fla. State Plant Board, bull. **9**: 49 p.

CHRISTIE, J. R. & PERRY, V. G. (1951). A root disease of plants caused by a nematode of the genus *Trichodorus*. Science, N.Y. **113**: 491–493.

COOLEN, W., GOORIS, J. & D'HERDE, J. (1969). Een methode voor de kwantitatieve extractie

van eitjes en larven, en van *Meloidogyne* wijfjes uit plantewortels. Summ. 21 int. Symp. Fytofarmacie en Fytiatrie Gent.
— (1971). Bijdrage tot de methodiek van het extraheren van nematoden uit plantaardig weefsel. Thesis, RijksUniv. Gent: 100 p.
COOMANS, A. (1962). Systematisch-ecologisch onderzoek van de vrijlevende bodemnematoden in België. De vrijlevende nematodenfauna van weideland 1. Natuurw. Tijdschr. **43**: 87–132.
CREMER, L. C. N. DE LA LANDE. (1965). De ontwikkelingen van het T-ziekte-onderzoek. Rapp. Inst. Bodemvruchtb. Groningen.
CREMER, M. C. & KOOISTRA, G. (1964). Investigations on notched leaf ('kartelblad') of *Gladiolus* and its relation to rattle virus. Nematologica **10**: 69–70.
— & SCHENK, P. K. (1967). Notched leaf in *Gladiolus* spp., caused by viruses of the tobacco rattle virus group. Neth. J. Pl. Path. **73**: 33–48.
CURTIS, G. J. (1964). The effect of potassium chloride on the infestation of sugar beet by beet eelworm, *Heterodera schachtii* Schmidt. Ann. appl. Biol. **54**: 269–280.
DANIELS, J. (1965). On the nature of the damage leading to Docking Disorder in sugar beet. Pl. Path. **14**: 69–73.
DARLING, H. M., FAULKNER, L. R. & WALLENDAL, P. (1957). Culturing the potato rot nematode. Phytopathology **47**: 7.
DECKER, H. (1963). Pflanzenparasitäre Nematoden und ihre Bekämpfung. VEB dt. Landwirtschaftsverlag, Berl.: 374 p.
— (1969). Phytonematology. VEB dt. Landwirtschaftsverlag, Berl.: 526 p.
DERN, R. (1966). *Ditylenchus destructor* als Schädling an Rhabarber (*Rheum rhaponticum* L.). NachrBl. dt. PflSchutzdienst., Stuttg. **18**: 43–44.
DEWEZ, W. J. (1940). Het optreden van het stengelaaltje (*Tylenchus dipsaci*) in Limburg. Tijdschr. PlZiekt. **46**: 194–204.
DIJKEMA, L. R. (1947). Enige waarnemingen met betrekking tot eenzijdige graanbouw. Tijdschr. PlZiekt. **53**: 16–18.
DOBBEN, W. H. VAN (1969). Annual report of the Institute of ecological research, Arnhem for the year 1968. Verh. K. ned. Akad. Wet. [afd. Natuurk.] reeks 2, **58**: 24–32.
— (1971). Institute of Ecological Research; Progress Report 1970. Verh. K. ned. Akad. Wet. [afd. Natuurk.] reeks 2, **60**: 49–73.
— & WOLDENDORP, J. W. (1972). Institute of ecological research; Progress Report 1971. Verh. K. ned. Akad. Wet. [afd. Natuurk.] reeks 2, **61**: 70–97.
DUNNING, R. A. & COOKE, D. A. (1967). Docking Disorder. Br. Sug. Beet Rev. **36**: 23–29.
ELLENBY, C. (1967). The influence of the egg-shell on the rate of water loss of the larva of *Heterodera rostochiensis*, an interference microscope study. Summ. 9th Int. Nem. Symp. Eur. Soc. Nem. Warschau: 14.
— (1968). Desiccation resistance in nematodes. Abstr. 1. Int. Congr. Pl. Path. (Lond.).
ENNIK, G. C., KORT, J. & VAN DER BUND, C. F. (1965). The clover cyst nematode (*Heterodera trifolii* Goffart) as the probable cause of death of white clover in a sward. J. Br. Grassld Soc. **20**: 258–262.
EPPS, J. M. (1968). Survival of soybean cyst nematodes in seed bags. Pl. Dis. Reptr **52**: 45.
— (1969). Survival of the soybean cyst nematode in the digestive systems of birds (Abstr.). J. Nematology **1**: 286.
FEEKES, W. (1936). De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Wieringermeerpolder, de eerste groote droogmakerij van de Zuiderzee. Diss. Wageningen.
— (1940). Een nieuwland-begroeiing. Uit de geschiedenis der natuurlijke vegetatie van de Wieringermeerpolder. In: Botanische landschapstudies in Nederland. W. Feekes, A. Scheygrond & D. M. de Vries. Bibl. Ned. nat. hist. Ver. **5**: 101–150.
— & BAKKER, D. (1954). De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Noordoostpolder. Van Zee Ld **6**: 1–92.
FISHER, R. (1968). Untersuchungen über das Auftreten von *Pratylenchus neglectus* Rensch (1924) in Getreidebeständen des Bezirkes Halle. NachrBl. dt. PflSchutzdienst, Berl. **22**: 44–48.

GAIR, R., MATHIAS, P. L. & HARVEY, P. N. (1969). Studies on cereal nematode populations and cereal yields under continuous or intensive culture. Ann. Appl. Biol. **63**: 503–512.
GASSER, J. K. R. & PEACHEY, J. E. (1964). A note on the effects of some soil sterilants on the mineralisation and nitrification of soil-nitrogen. J. Sci. Fd Agric. **15**: 142–146.
GERAERT, E. (1967). Results of a study on the ecology of plant parasitic nematodes and free-living soil-nematodes. Ann. de la Soc. Zool. de Belgique **97**: 59–64.
GERLAGH, M. (1968). Introduction of *Ophiobolus graminis* into new polders and its decline. Neth. J. Pl. Path. **74**, suppl. 2: 1–97.
GIBBS, A. J. (1959). Docking disorder. Pl. Path. **8**: 93–94.
— & HARRISON, B. D. (1964). Nematode-transmitted viruses in sugar beet in East Anglia. Pl. Path. **13**: 144–150.
GLIEMEROTH, G. (1955). Wirkung der Düngerverteilung auf die Wurzelausbildung in: de plantenwortel in de landbouw. Min. Land. Vis. Voedselvoorz.: 69–78.
GOOD, J. M. & CARTER, R. L. (1965). Nitrification lag following soil fumigation. Phytopathology **55**: 1147–1150.
GOODEY, J. B. (1963). Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Techn. Bull. Minist. Agric. Fish. Fd **2**: 72 p.
GREET, D. N. (1967). The effect of soil fumigation on the growth of sugar beet. Pl. Path. **16**: 111–116.
GUNDY, S. D. VAN (1957). The first report of a species of *Hemicycliophora* attacking citrus roots. Pl. Dis. Reptr **41**: 1016–1018.
— (1958). The pathogenicity of *Hemicycliophora arenaria* on citrus. Phytopathology **48**: 399 (Abstr.).
— (1959). The life history of *Hemicycliophora arenaria* Raski (Nematoda: Criconematidae). Proc. Helminth. Soc. Wash. **26**: 67–72.
HAECK, J. (1969). Colonization of the mole (Talpa Europaea L.) in the IJsselmeerpolders. Neth. J. Zool. **19**: 145–248.
— (1971). The immigration and settlement of carabids in the new IJsselmeerpolders. Misc. Papers LandbHogesch. Wageningen **8**: 33–52.
HAUF, E. VON (1959). Auftreten der Wurmfäule an Rüben durch *Ditylenchus dipsaci* in Süddeutschland im Jahre 1958. Pflanzenschutz **11**: 104–105.
HEATHCOTE, G. D. (1965). Nematode-transmitted viruses of sugar beet in East Anglia in 1963 and 1964, Pl. Path. **14**: 154–158.
HENDERSON, V. E. (1958). Relationship between some clovers and *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945. Nature, **181**: 59–60.
D'HERDE, J., DE MAESENEER, J. & VAN DEN BRANDE J. (1961). Bodemmoeheid in de begoniateelt. Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent **26**: 1133–1142.
— (1965). Een nieuw wortelknobbelaaltje, parasiet van de bieteteelt. Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent **30**: 1429–1436.
HESLING, J. J. & WALLACE, H. R. (1961). Observations on the biology of the chrysanthemum eelworm *Aphelenchoides ritzema-bosi* (Schwartz) Steiner in florists' chrysanthemum. II Symptoms of eelworm infestation. Ann. appl. Biol. **49**: 204–209.
HIDDING, J., HIJINK, M. J. & OOSTENBRINK, M. (1963). Opbrengst- en kwaliteitsverlies van witte klaver in een grasklavermengsel door het klavercystenaaltje, *Heterodera trifolii*. Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent **28**: 679–684.
HIJINK, M. J. & KUIPER, K. (1966). Waarnemingen over de verdeling van aaltjes in de grond. Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent **31**: 558–571.
— (1967). Fruchtwechseleffekte und Nematoden. Mitt. biol. BundAnst. L. u. Forstw. **121**: 21–28.
— (1968). Influence of *Meloidogyne hapla* on the white clover content of a grass-clover mixture at different levels of nitrogen fertilisation. Summ. 8th int. Nem. Symp. Antibes: 75.
— & VAN ROSSEN, H. (1968). Inoculaties met *Pratylenchoides laticauda* Braun & Loof bij *Monarda* hybride 'Croftway Pink' en *Mentha piperita* L. Meded. Rijksfac. LandbWet. Gent **33**: 729–737.
— & DAS, F. (1970). Voorlopig verslag van het vruchtwisselingsproefveld te Uithuizen. In-

tern verslag Plziektenk. Dienst Wageningen.
HOESTRA, H. & OOSTENBRINK M. (1962). Nematodes in relation to plant growth. IV. *Pratylenchus penetrans* (Cobb) on orchard trees. Neth. J. agric. Sci. **10**: 286–296.
HOFF, J. K. & MAI, W. F. (1962). Pathogenicity of the stubby root nematode to onion. Pl. Dis. Reptr. **46**: 24–25.
HOOF, H. A. VAN (1962). *Trichodorus pachydermus* and *T. teres*, vectors of the early browning virus of peas. Tijdschr. PlZiekt. **68**: 391–396.
— (1964). *Trichodorus teres* a vector of rattle virus. Neth. J. Pl. Path. **70**: 187.
— (1967). Aaltjes als virusoverbrengers bij planten. Landbouwk. Tijdschr. **79**: 38–42.
– (1968). Transmission of tobacco rattle virus by *Trichodorus* species. Nematologica **14**: 20–24.
HOOPER, D. J. (1962). Three new species of *Trichodorus* (Nematoda: Dorylaimoidea) and observations on *T. minor* Colbran, 1956. Nematologica **7**: 273–280.
—, KUIPER, K. & LOOF, P. A. A. (1964). Observations on the identity of *Trichodorus teres* Hooper, 1962 and *T. flevensis* Kuiper & Loof, 1962. Nematologica **9**: 646.
— (1969). Some problems in the systematics of soil nematodes. In: J.G. Sheals, The Soil Ecosystem: 131–142.
HORN, R. (1969). Schäden durch die Rübenkopffäule an Zuckerrüben im Bezirk Leipzig. NachrBl. dt. PflSchutzdienst, Berl. **23**: 238.
HUBBELING, N. (1963). Resistentie tegen vroege verbruining van erwten. Tijdschr. PlZiekt. **69**: 152–153.
HUBER, D. M. & WATSON, R. D. (1970). Effect of organic amendment on soil-borne plant pathogens. Phytopathology **60**: 22–26.
'SJACOB, J. J. (1960). Der Einflusz einiger Gewächse auf die Population von *Meloidogyne hapla*. Nematologica Suppl. **2**: 141–143.
JENSEN, H. J., HOOPER, W. E. R. & LORING, L. B. (1968). Barley root-knot nematode discovered in Western Oregon. Pl. Dis. Reptr **52**: 169.
JOENJE, W. (1972). De ontwikkeling van natuurlijke begroeiingen in de Lauwerszeepolder. Natura **69**: 172–175.
JONES, F. G. W., LARBEY, D. W. & PARROTT, D. M. (1969). The influence of soil structure and moisture on nematodes, especially *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* and *Heterodera* spp. Soil Biol. Biochem. **1**: 153–165.
JONGERIUS, A. (1957). Morphologische onderzoekingen over de bodemstructuur. Diss. Wageningen: 93 p.
KAAI, C. & PRONK, C. P. (1965). Invloed van de hoeveelheid water waarmee 0,0-diethyl 0-2 pyrazinylfosforothioaat wordt toegediend op zijn werking tegen stengelaaltjes in plantuien. Meded. LandbHoogesch. Opzoekstns Gent **30**: 1475–1487.
KELSHEIMER, E. G. & OVERMAN, A. J. (1953). Notes on some ectoparasitic nematodes found attacking lawns in the Tampa Bay area. Proc. Fla St. hort. Soc. **66**: 301–303.
KESKIN, B. (1964). *Polymyxa betae* n. sp. ein Parasit in den Wurzeln von *Beta vulgaris* Tournefort besonders während der Jugendentwicklung der Zuckerrübe. Arch. Microbiol. **49**: 348–374.
KLINKENBERG, C. H. (1947). Aaltjesziekte in aardbeien. 1. Tijdschr. PlZiekt. **53**: 110–114.
— (1950). Wortel- en stengelziekten van aardbeien. Meded. Dir. Tuinb. **13**: 758–765.
— (1953). Zwart wortelrot van aardbeien. Tijdschr. PlZiekt. **59**: 261–262.
KLEIJBURG, P. (1969). Het aaltjesonderzoek voor de teelt van plantuitjes. De Boor **17**: 7–9.
KLOMP, H., VAN MONTFORT, M. A. J. & TAMMES, P. M. L. (1964). Sexual reproduction and underpopulation. Archs néerl. Zool. **16**: 105–110.
KOCH, F. (1967). Ein Beitrag zur Frage der Parasitierung von Rübenwurzeln durch niedrige Pilze. Z.PflKrankh. PflSchutz **74**: 397–412.
KÖNNECKE, G. (1967). Fruchtfolgekrankheiten. In: 'Fruchtfolgen' I.E.B., Berl.: 232–234.
KOOPMANS, R. K. (1966). Onderzoek naar het voorkomen van *Trichodorus teres* op verzwaarde percelen. Rapport R.L.C. voor Bodem- en Bemestingsvraagstukken.
KUIPER, K. (1959). Inoculatieproeven met Hemicycliophora typica. Meded. LandbHoogesch. OpzoekStns Gent **24**: 619–627.

— (1962). Over de vertikale verdeling van wortelaaltjes in cultuurgrond. Summ. 14 Int. Symp. Fytofarmacie en Fytiatrie, RijkslandbHoogesch. Gent: 2.
— & LOOF, P. A. A. (1962). *Trichodorus flevensis* n. sp. (Nematoda: Enoplida), a plant nematode from new polder soil. Versl. Meded. Plziektenk. Dienst Wageningen **136**: 193–200.
— & OOSTENBRINK, M. (1962). Enige bijzondere aaltjesaantastingen in 1961. Tijdschr. PlZiekt. **68**: 154 (Abstr.).
— & LOOF, P. A. A. (1964). Observations on some *Trichodorus* species. Nematologica **10**: 77 (Abstr.).
— & HIETBRINK, H. (1965). Het nematicide effect van lage doses DD-mengsel. Summ. 17 int. Symp. Fytofarmacie en Fytiatrie, RijkslandbHogesch. Gent: 4.
— (1967). Enige bijzondere aaltjesaantastingen in 1966. Neth. J. Pl. Path. **73**: 64–65.
— (1968). Nematologisch onderzoek: Plantenaaltjes in de nieuwe polders. Versl. Meded. Plziektenk. Dienst Wageningen **143**: 80–81.
— (1968). Enige bijzondere aaltjesaantastingen in 1967. Neth. J. Pl. Path. **74**: 58 (Abstr.).
— (1971). Nematologisch onderzoek: Plantenaaltjes in de nieuwe polders. Versl. Meded. Plziektenk. Dienst Wageningen **145**: 76–80.
VAN DER LAAN, P. A. (1956). The influence of organic manuring on the development of the potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis*. Nematologica **1**: 112–125.
LAPWOOD, D. H., HIDE, G. A. & HIRST, J. M. (1967). An effect of soil compaction on the incidence of potato coiled sprout. Pl. Path. 16: 61–63.
LOOF, P. A. A. (1965). *Trichodorus anemones* n.sp. with a note on *T. teres* Hooper, 1962 (Nematoda: Enoplida). Versl. Meded. Plziektenk. Dienst Wageningen **142**: 132–136.
— (1968). Taxonomy of *Hemicycliophora* species from West and Central Europe (Nematoda: Criconematoidea). Meded. LandbHogesch. Wageningen **68**(14): 43 p.
— (1975). Taxonomy of Trichodoridae. In: Lamberti F., Taylor C.E. & Seinhorst J.W. (Ed.) Nematode vectors of plant viruses, Plenum Publ. Corp., New York: 103–127.
LUC, M. (1961). Note préliminaire sur le déplacement de *Hemicycliophora paradoxa* Luc (Nematoda-Criconematidae) dans le sol. Nematologica **6**: 95–106.
MACFARLANE, I. (1966). Occurrence of *Polymyxa betae* Keskin in sugar beet from an area with one form of 'Docking Disorder'. Rep. Rothamsted exp. Stn for 1965: 122.
DE MAESENEER, J. (1961). *Trichodorus christiei* Allen, 1957 associated with die-back of *Rhododendron* and *Azalea*. Summ. 6th Int. Nem. Symp. Eur. Soc. Nem. Gent: 67.
DE MAN, J. G. (1880). Die einheimischen frei in der reinen Erde und in süssen Wasser lebenden Nematoden. Tijdschr. ned. dierk. Ver. **5**: 1–104.
MARTIN, G. C. (1968). Survival and infectivity of eggs and larvae of *Meloidogyne arenaria* after ingestion by a bovine. Pl. Dis. Reptr **52**: 99–102.
— (1969). Survival and infectivity of eggs and larvae of *Meloidogyne javanica* after ingestion by a rodent. Nematologica **15**: 620.
MCELROY, F. D. & VAN GUNDY, S. D. (1967). The sheath nematode. Cal. Citrograph **52**: 379–384.
MEAGHER, J. W. (1968). The distribution of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in Victoria and its relation to soil type. Austr. J. exp. Agric. Anim. Husb. **8**: 637–640.
MEIJERS, P. G. (1955). Het proefveld Blink. Een onderzoek naar enkele aspecten van de vruchtopvolging op een zavelgrond in Groningen. Dir. Landb. St. Landbouwk. Onderzoek, Groningen, 70 p.
MILLER, P. M. & WIHRHEIM, S. E. (1968). Mutual antagonism between *Heterodera tabacum* and some other parasitic nematodes. Pl. Dis. Reptr **52**: 57–58.
— (1970). Rate of increase of a low population of *Heterodera tabacum* reduced by Pratylenchus penetrans in the soil. Pl. Dis. Reptr. **54**: 25–26.
MOOK, J. H. & HAECK, J. (1965). Dispersal of *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera, Pieridae) and of its primary and secondary hymenopterous parasites in a newly reclaimed polder of the former Zuiderzee. Archs néerl. Zool. 16. 293–312.
— (1971). Observations on the colonization of the new IJsselmeer-polders by animals. Misc. Papers Landb. Hogesch. Wageningen **8**: 13–31.

MOORBY, J. & MCGEE, S. (1966). Coiled-sprout in the potato: the effect of various storage and planting conditions. Ann. appl. Biol. **58**: 159–170.
MORTON, H. V. & PERRY, V. G. (1968). Life cycle and reproductive potential of *Trichodorus christiei* (Abstr.). Nematologica **14**: 11.
OOSTENBRINK, M. (1950). Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber). Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen **115**: 230 p.
— (1954). Over de betekenis van vrijlevende wortelaaltjes in land- en tuinbouw. Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen **124**: 196–233.
— (1956). Over de invloed van verschillende gewassen op de vermeerdering van en de schade door *Pratylenchus pratensis* en *Pratylenchus penetrans* (Vermes, Nematoda), met vermelding van een afwijkend moeheidsverschijnsel bij houtige gewassen. Tijdschr. PlZiekt. **62**: 189–203.
—, s'JACOB, J. J. & KUIPER, K. (1956). An interpretation of some crop rotation experiences based on nematode surveys and population studies. Nematologica **1**: 202–215.
— (1957). Der Transport von *Pratylenchus penetrans* (Nematoda) mit Pflanzgut. Z. Pfl-Krankh. Pflpath. PflSchutz **64**: 484–490.
—, s'JACOB, J. J. & Kuiper, K. (1957). Over de waardplanten van *Pratylenchus penetrans*. Tijdschr. PlZiekt. **63**: 345–360.
— (1959). Enkele eenvoudige proefveldschema's bij het aaltjesonderzoek. Meded. Landb-Hoogesch. OpzoekStns Gent **24**: 615–618.
— (1959). Einige Gründüngungsfragen im Hinblick auf pflanzenparasitäre Nematoden. Verh. 4 int. PflSch.-Kongr. Hamburg 1957 (Braunschweig 1959) **1**: 575–577.
— (1960). Estimating nematode populations by some selected methods. In: Nematology, ed. J. N. Sasser & W. R. Jenkins, Univ. N. Carolina Press, Chapel Hill: 85–102.
— (1961). Fluctuatie van de schade door wortelaaltjes in opeenvolgende jaren. Meded. LandbHogesch. OpzoekStns Gent **26**: 1127–1132.
— (1961). Nematodes in relation to plant growth. III. *Pratylenchus penetrans* (Cobb) in tree crops, potatoes and red clover. Neth. J. agric. Sci. **9**: 188–209.
ORR, C. C. & NEWTON, O. H. (1971). Distribution of nematodes by wind. Pl. Dis. Reptr **55**: 61–63.
PAETZOLD, D. (1958). Beobachtungen zur Stachellosigkeit der Männchen von *Hemicycliophora typica* De Man, 1921 (Criconematidae). Nematologica **3**: 140–142.
PETERS, B. G. (1953). Vertical migration of potato root eelworm. J. Helminth. **27**: 107–112.
PITCHER, R. S. & FLEGG, J. J. M. (1965). Observation of root feeding by the nematode *Trichodorus viruliferus* Hooper. Nature, Lond., **207**: 317.
— (1967). The host-parasite relations and ecology of *Trichodorus viruliferus* on apple roots, as observed from an underground laboratory. Nematologica **13**: 547–557.
— & MCNAMARA, D. G. (1971). The effect of season of year on the reproduction of *Trichodorus viruliferus*. Rep. E. Malling Res. Stn (1970): 178 (Abstr.).
PITT, D., HARDIE, J. L., HALL, T. D. & GRAHAM, D. C. (1965). *Verticillium nubilum* Pethybr. as a cause of the coiled sprout disorder of potatoes. Pl. Path. **14**: 19–22.
RHOADES, H. L. (1968). Re-establishment of *Trichodorus christiei* to soil fumigation in central Florida. Pl. Dis. Reptr **52**: 573–574.
RICHTER, E. (1968). Untersuchungen über den Einfluss der Fruchtfolge auf die Populationsdichte freilebender Nematoden im Zusammenhang mit der Kringerigheid-Pfropfenbildung der Kartoffel. I. Populationsdichte der Nematoden. Z.PflKrankh.PflPath. PflSchutz **75**: 9–23.
— (1968). Untersuchungen über den Einfluss der Fruchtfolge auf die Populationsdichte freilebender Nematoden im Zusammenhang mit der Kringerigheid-Pfropfenbildung der Kartoffel. II. Auftreten der Virose. Z.PflKrankh. PflSchutz **75**: 65–72.
— (1969). Zur vertikalen Verteilung von Nematoden in einem Sandboden. Nematologica **15**: 44–54.
RITTER, M. (1957). Les anguillules dans les diverses cultures des regions meridionales. C.R. Conf. Journ. fruit. maraich. Avignon 39–50.
RITZEMA BOS, J. (1888). L'anguillule de la tige (*Tylenchus devastatrix* Kühn) et les maladies

des plantes dues à ce nématode. Arch. Mus. Teyler (sér. 2) **3**: 161–348.
ROHDE, R. A. & JENKINS, W. R. (1957). Host range of a species of *Trichodorus* and its host-parasite relationships on tomato. Phytopathology **47**: 295–298.
— & JENKINS, W. R. (1957). Effect of temperature on the life cycle of stubby-root nematodes. Phytopathology **47**: 29 (abstr.).
ROZENDAAL, A. (1947). Ziekten van het stengelbonttype bij de aardappel. Tijdschr. Pl. Ziekt. **53**: 93–101.
— & VAN DER WANT, J. P. H. (1948). Over de identiteit van het ratelvirus van de tabak en het stengelbontvirus van de aardappel. Tijdschr.Pl.Ziekt. **54**: 113–133.
RUEHLE, J. L. & CHRISTIE, J. R. (1958). Feeding and reproduction of the Nematode *Hemicycliophora parvana*. Proc. Helminth. Soc. Wash. **25**: 57–60.
VAN SCHREVEN, D. A. (1948). Onderzoek met betrekking tot enkele plagen en ziekten van Vorstenlandse tabak. Tijdschr. PlZiekt. **54**: 149–174.
— (1953). Een apparaat voor het onderzoek van aardappelknollen op de aanwezigheid van cysten van aaltjes. Tijdschr. PlZiekt. **59**: 251–253.
SEINHORST, J. W. (1950). De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van een aantasting door het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. Tijdschr. PlZiekt. **56**: 291–349.
— & BELS, P. J. (1951). *Ditylenchus destructor* Thorne 1945 in champignons. Tijdschr. Plziekten **57**: 167–169.
— (1954). On *Trichodorus pachydermus* n. sp. (Nematoda: Enoplida). J. Helminth. **28**: 111–114.
— (1956). Population studies on stem eelworms (*Ditylenchus dipsaci*). Nematologica **1**: 159–164.
SEWELL, R. (1969). Some records of plant parasitic nematodes encountered in Canada in 1968. Can. Plant Dis. Surv. **49**: 20–21.
SIDDIQI, M. R. (1974). Systematics of the genus *Trichodorus* Cobb, 1913 (Nematoda: Dorylaimida), with descriptions of three new species. Nematologica **19**: 259–278.
SIMONS, W. R. (1973). Nematode survival in relation to soil moisture. Meded. LandbHogesch. Wageningen **73-3**: 85 p.
SLOOTWEG, A. F. G. (1956). Rootrot of bulbs caused by *Pratylenchus* and *Hoplolaimus* spp. Nematologica **1**: 192–201.
DE SMET, L. A. H. & VAN SOESBERGEN, G. A. (1968). T-ziekte en bodemgesteldheid. Landbouwvoorlichting **25**: 94–99.
SOUTHEY, J. F. (1970). Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Techn. Bull. Min. Agric., Fish Fd **2**: 148 p.
SPEARS, J. F. (1968). The golden nematode handbook. Survey, laboratory, control and quarantine procedures. Agric. Handbook U.S.D.A., Wash. **353**: 81 p.
STEMERDING, S. (1964). Een mixer-wattenfiltermethode om vrijbeweeglijke endoparasitaire nematoden uit wortels te verzamelen. Versl. Meded. plziektenk. Dienst. Wageningen **141**: 170–175.
SYMALLA, H. J. (1971). Untersuchungen über den *Trichodorus*-tobacco rattle Virus-Komplex mit einem ergänzenden Beitrag zu tobacco necrosis virus und potato mop-top virus. Diss. Techn. Univ. Hannover: 117 p.
TACONIS, P. J. & KUIPER, K. (1964). Overdracht van het Nicotiana virus 5 door aaltjes van het geslacht *trichodorus* in zaailingen van 5 gewassen. Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen: 177–178.
THAMES, W. H. & STONER, W. N. (1953). A preliminary trial of lowland culture rice in rotation vegetable crops as a means of reducing root-knot nematode infestations in the Everglades. Pl. Dis. Reptr. **37**: 187–192.
THORNE, G. (1951). Diffusion Patterns of Soil Fumigants. Proc. helminth. Soc. Wash. **18**: 18–24.
— (1961). Principles of nematology. McGraw-Hill Book Co. Inc., N.Y., Toronto & Lond.: 553 p.
— & MALEK, R. B. (1968). Nematodes of the northern Great Plains. Part I. Tylenchida (Ne-

mata: Secernentea). Techn. Bull. S. Dak. agric. Exp. Stn **31**: 111 p.
VELDMAN, G. (1954). Gewassenkeuze op het bouwland in de Noordoostpolder. In: Langs gewonnen velden, H. Veenman & Zonen, Wageningen: 375–380.
WALLACE, H. R. (1963). The biology of plant parasitic nematodes. Edward Arnold Ltd, Lond.: 280 p.
— & GREET, D. N. (1964). Observations on the taxonomy and biology of *Tylenchorhynchus macrurus* (Goodey, 1932) Filipjev, 1936 and *Tylenchorhynchus icarus* sp. nov. Parasitology **54**: 129–144.
— (1968). The dynamics of nematode movement. Ann. Rev. of Phytopath. **6**: 91–114.
WHITEHEAD, A. G. (1965). Nematodes associated with 'Docking disorders' of sugar beet. Br. Sug. Beet Rev. **34**: 77–78, 83–84, 92.
— & HOOPER, D. J. (1970). Needle nematodes (*Longidorus* spp.) and stubby-root nematodes (*Trichodorus* spp.) harmful to sugarbeet and other field crops in England. Ann. Appl. Biol. **65**: 339–350.
WHITEHEAD, A. G., DUNNING, R. A. & COOKE, D. A. (1971). Docking Disorder and root ectoparasitic nematodes of sugar beet. Rep. Rothamsted exp. Stn. for 1970: 219–236.
WILLEMS, A. P. TH. (1966). De gewassenkeuze. Landb. Onderz. IJsselmeerpolders 1965: 11–15.
— (1967). De gewassenkeuze. Landb. Onderz. IJsselmeerpolders 1966: 12–15.
WIJNGAARDEN, A. & LENSINK, B. M. (1957). De ontwikkelingsmogelijkheden van de zoogdierfauna in de toekomstige zuidelijke IJsselmeerpolders. Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen **130**: 186–211.
ZUCKERMAN, B. M. (1961). Parasitism and pathogenesis of the cultivated cranberry by some nematodes. Nematologica **6**: 135–143.

CURRICULUM VITAE

De auteur doorliep de 5-j. H.B.S.-B te Alkmaar en de Middelbare Landbouwschool te Groningen. Vervolgens studeerde hij aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, waar hij in 1956 het diploma Landbouwkundig Ingenieur richting Nederlandse Landbouw I verwierf hetgeen naast de vakgebieden landbouwplantenteelt en landbouwscheikunde, de vakken plantenziektenkunde (met uitzondering van het dierkundig gedeelte) en erfelijkheidsleer omvatte.

Sinds 1948 is hij werkzaam geweest op het gebied van de nematologie bij de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen. Aanvankelijk had dit betrekking op het onderzoek van de problemen rondom de bestrijding van aardappelmoeheid onder leiding van Dr. Ir. M. Oostenbrink. Nadat zich hieruit de diagnostische afdeling Nematologie had ontwikkeld volgde hij Dr. Oostenbrink op als hoofd van deze afdeling. In het kader van de werkzaamheden op de afdeling verrichtte hij het onderzoek waarvan deze publicatie een overzicht geeft.

Vanaf 1972 is hij als staflid belast met de coördinatie van ontwikkelingsonderzoek en diagnostiek bij de Plantenziektenkundige Dienst.