BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

RAPPORT 41

POPULATIEDYNAMICA VAN HET WORTELLESIE-AALTJE (*PRATYLENCHUS PENETRANS*) IN DE BOOM-EN FRUITTEELT

Ing. M.A. Schepman

P-12-B-41
ISN 932062

1996
Boomteeltpraktijkonderzoek

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0940 9422

Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het Boomteeltpraktijkonderzoek en de auteur. Het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en het Boomteeltpraktijkonderzoek stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

INHOUD

	WOORD VOORAF	07
	SAMENVATTING	08
	SUMMARY	10
1	INLEIDING	11
2	HET WORTELLESIE-AALTJE (*PRATYLENCHUS PENETRANS*)	12
2.1	Biologie en schade	12
2.2	Waardplanten voor *P. Penetrans*	13
2.3	Aangrijpingspunten onderzoek	14
3	MATERIAAL EN METHODEN	15
3.1	Opzet van het onderzoek	15
3.1.1	Groenbemesters	15
3.1.2	*Tagetes*-onderzoek	15
3.1.3	Vruchtwisselingsproeven Horst en Noordbroek	15
3.1.4	Geïntegreerde Bedrijfssystemen (GBS-en) Horst en Noordbroek	16
3.2	Bemonstering en analyse	17
3.2.1	Aaltjesbemonstering	17
3.2.2	Behandeling van de grondmonsters	17
3.2.3	Behandeling van de wortelmonsters	18
3.2.4	Metingen aan het gewas	18
3.3	Statistische verwerking	18
3.3.1	Groenbemestersonderzoek	18
3.3.2	*Tagetes*-onderzoek	18
3.3.3	Schatting van de vermeerderingsfactor R	19
3.3.4	Schaderelaties	19
4	RESULTATEN EN BESPREKING	21
4.1	Waardplantgeschiktheid en vermeerderingsfactoren	21
4.1.1	Inleiding	21
4.1.2	Groenbemesters	21
4.1.3	*Tagetes*-proeven	22
4.1.3.1	Potproef	22
4.1.3.2	Veldproef	23
4.1.4	Vruchtwisselingsproeven	25
4.1.5	GBS-en	26
4.1.5.1	Vermeerderingsfactoren	26
4.1.5.2	Familie-effecten	29
4.1.5.3	Rotatiegroep-effecten	30
4.2	Schaderelaties	32

5 CONCLUSIES EN DISCUSSIE 34

5.1 Groenbemesters en *Tagetes* 34
5.2 Bepaling van vermeerderingsfactoren 34
5.3 Schaderelaties 36

6 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK 37

7 LITERATUUR 38

8 BIJLAGEN 39

1 Waardplantgeschiktheid voor *P. penetrans* gebaseerd op aantallen aaltjes per 10 gram wortels als percentage van proefveldgemiddelde (naar M. Oostenbrink et al, 1957 39
2 Lijst van gevoelige (houtige) boomkwekerijgewassen (naar M. Oostenbrink et al, 1957) 41
3 Lijst van gevoelige houtige boomkwekerijgewassen (naar J. de Maeseneer, 1967) 43
4 Waardplantgeschiktheid van de onderzochte gewassen 45
5 Indeling van gewassen in rotatiegroepen (GBS-en Noordbroek en Horst) 46
6 Schaderelaties van de gewassen uit vruchtwisselingsproef Horst in de periode 1992 tot en met 1994 47
7 Schaderelaties van de gewassen uit vruchtwisselingsproef Noordbroek in de periode 1992 tot en met 1994 48
8 Overzicht van de proefvelden Horst en Noordbroek 49
9 Pratylenchusverloop in de blokken van GBS Noordbroek 50
10 Pratylenchusverloop in de blokken van GBS Horst 52

WOORD VOORAF

In het kader van het MeerJarenPlan Gewasbescherming (MJPG) is op het Proefstation voor de boomkwekerij een vierjarig onderzoek uitgevoerd met betrekking tot de populatiedynamica van het wortellesie-aaltje *Pratylenchus penetrans*. Dit project is volledig gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Het onderzoek is verdeeld over de sectoren Boomteelt (50%) en Fruitteelt (50%). Voor u ligt het rapport over het Boomteelt-onderzoek.

Omdat er over de schaderelaties van *Pratylenchus* in boomkwekerijgewassen weinig bekend was, is er gekozen voor een breed en oriënterend onderzoek. In die zin heeft het onderzoek zeer zeker voldoende aanknopingspunten opgeleverd voor meer gericht vervolgonderzoek. Dat er een goede basis gelegd is en dat er vertrouwen bestaat in de verdere aanpak van het onderzoek, blijkt uit het feit dat dit onderzoek verder zal worden uitgevoerd binnen de "reguliere" begroting van het BPO.

Dat het onderzoek wordt voortgezet wil niet zeggen dat er nog geen praktijkklare oplossingen zijn gevonden. Vooral in de minder intensieve teelten wordt al op tientallen hectares *Tagetes* succesvol ingezet tegen *Pratylenchus*. Ook kunnen er al eerste adviezen worden gegeven over vruchtwisseling en het gebruik van diverse groenbemesters in de boomkwekerij.

Speciale dank is zeker verschuldigd aan ir. J. Thissen voor de verwerking van de eindeloze reeksen van gegevens tot een overzichtelijk geheel.

Ir. Nico G.M. Dolmans
Afdelingshoofd

SAMENVATTING

In het kader van het MeerJarenPlan Gewasbescherming (MJPG) is op het Proefstation voor de boomkwekerij een vierjarig onderzoek verricht met betrekking tot de populatiedynamica van het wortellesie-aaltje *Pratylenchus penetrans*. Dit onderzoek is volledig gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Het onderzoek was gericht op de volgende speerpunten: mogelijkheden van vruchtwisseling om het wortellesie-aaltje in de hand te houden, effecten van diverse boomkwekerijgewassen en groenbemesters op de populatie van dit aaltje en het bepalen van de gevoeligheid (vatbaarheid) van de geteelde gewassen.

Voor het onderzoek naar de mogelijkheden van vruchtwisseling zijn specifieke vruchtwisselingsproeven aangelegd in Horst en Noordbroek. In deze vruchtwisselingsschema's stond een *Rosaceae* centraal. Deze werd afgewisseld door regio-specifieke gewassen. In Horst werden de siergewassen: *Rosa canina* 'Inermis', *Thuja occidentalis* 'Brabant', *Picea abies, Mahonia aquifolium* 'Apollo' onderzocht. In Noordbroek werd de zaailing *Prunus avium (Rosaceae)* geroteerd met *Pinus sylvestris, Acer platanoides* en *Quercus robur*. Omdat deze gewassen ieder jaar in veelvoud geteeld werden, was het mogelijk om met behulp van een statistisch vermeerderingsmodel de vermeerderingsfactoren te schatten. Omdat de aaltjesbesmetting van het perceel in Horst extreem hoog lag, werd bij alle gewassen met uitzondering van *Rosa*, een afname van het aantal aaltjes gevonden. Dit kan verklaard worden door het verstoorde evenwicht tussen aaltjespopulatie en voedselaanbod (= grootte wortelstelsel waardplant) aan het begin van het teeltseizoen. In Noordbroek heerste een zeer lichte tot matige besmetting. Hierdoor is de spreiding in de aaltjesaantallen erg groot, waardoor het moeilijker was om significant vermeerderende/verminderende schattingen te krijgen. Bij het bepalen van de gevoeligheid van de gewassen, bleek dat jaarinvloeden groter zijn dan het aantal aaltjes bij het begin van de teelt. In een goed jaar blijken de gewassen minder gevoelig te zijn dan in een slecht jaar.

In de vollegrondsbedrijven uit het project 'Geïntegreerde Bedrijfs Systemen' is het aaltjesverloop in de verschillende blokken gevolgd. Aan de hand van een gering aantal waarnemingen is het statistische model al in staat om een significante vermeerdering/vermindering vast te stellen. Op dit moment kunnen de vermeerderingsfactoren nog niet gebruikt worden als absolute waarden. Ze geven meer een trend aan hoe de aaltjespopulatie door een bepaalde teelt zal veranderen. Voor beide GBS-en zijn eventuele familie- en rotatiegroepeffecten bepaald door vermeerderingsfactoren te schatten. Wanneer familie-effecten bekend zijn, is het gemakkelijker om niet-onderzochte gewassen met onbekende waardplantgeschiktheid en gevoeligheid in een rotatiegroep te plaatsen. De *Aceraceae, Betulaceae, Fagaceae* en *Pinaceae* laten het aantal aaltjes in Noordbroek afnemen, of houden het op een gelijk niveau. In Horst werd een afname van de populatie gevonden bij: *Oleaceae, Taxaceae* en *Verbenaceae*.

In Horst geven de meeste rotatiegroepen een toename van de aaltjespopulatie. Alleen de 'kalewortel' heesters zouden de populatie op eenzelfde niveau houden. In Noordbroek is de groep 'niet-*Rosaceae*' (overig bos-en haagplantsoen) neutraal. De groep *Rosaceae* vermeerdert in zijn geheel, maar kan worden opgesplitst in een reducerende groep 'onderstammen' en de sterk vermeerderende overige *Rosaceae*. *Tagetes* zal een vast onderdeel van het vruchtwisselingsplan moeten blijven. Hoe vaak *Tagetes* in zo'n plan minimaal nodig is, is moeilijk aan te geven. Waarschijnlijk is het binnen het bos- en haagplantsoen minder vaak nodig dan in de sierheesters en coniferen.

In het onderzoek is ook gekeken naar de effecten van een aantal groenbemesters op de aaltjespopulatie. Hier kwam uit dat de aaltjespopulatie zeer sterk toe nam na *Gele mosterd*, Italiaans raaigras en *Phacelia*. Dit in tegenstelling tot 'braak' en *Tagetes*. Omdat het onkruidonderdrukkend effect van *T. patula* minimaal is, zeker tijdens de aanvang van de teelt, werd er gezocht naar een sterk groeiende *T. patula*, die de aaltjes minstens even goed bestrijdt

als diegene die we in het GBS hadden. In samenwerking met het PAGV en hun proeftuin Breda en een veredelingsbedrijf, zijn een groot aantal *T. patula* en *T. erecta*-typen en hun kruisingen visueel gescreend. Vier soorten werden geselecteerd en in een potproef op hun aaltjesbestrijdend vermogen getoetst. Diegene die voldeden aan de eisen zijn in een veldproef op snelheid van kieming en dichtgroei, organische stof leverantie e.d. beoordeeld. De soort *T. patula* 'Single Gold', kwam hier als beste uit. In 1996 zal deze soort voor de praktijk beschikbaar zijn.

SUMMARY

The research project 'Population Dynamics of the rootlesion nematode *Pratylenchus penetrans*, was carried out by the Research Station of Nursery Stock. This external financed project started in 1992 and lasted four years.

In the Netherlands the government aims to reduce the amount of soil disinfectants. Especially on sandy soils growers can expect problems with the rootlesion nematode *Pratylenchus penetrans*. In this project the possibilities of crop rotation to manage the nematode densities, and the effect of several crops on the nematode populations and their susceptibility for this nematode are investigated.

The crop rotation trials were located in the North and South of the Netherlands respectively in Noordbroek and Horst on sandy soils. At both sites a *Rosaceae* was used as main crop. The other crops were local important crops. At Noordbroek the *Rosaceae Prunus avium* was alternated with seedlings of *Pinus sylvestris, Acer campestre* and *Quercus robur*. In Horst the rose-rootstock *Rosa canina* 'Inermis' was alternated with the ornamentals *Mahonia aquifolium* 'Apollo', *Picea abies* and *Thuja occidentalis* 'Brabant'. At the beginning and the end of a culture, soilsamples were taken and the number of nematodes were counted. In the laboratory the soilsamples were divided in a coarse part and a fine part. The extraction method of the fine part was Oostenbrinks elutriator method. The coarse part was incubated during 2-3 days, in order to collect the nematodes which live inside little root rests. Using a statistical model the population increase of the crops can be estimated. In the autumn growth measurements were done, which were used to get an idea of the susceptibility of the crops. In Horst the nematode density was extremely high. This is probably the reason why all the crops (excluding *Rosa*) gave a decrease of the nematode population. In Noordbroek the nematode population was very low. Most of the crops increased the nematode population.

In the project 'Integrated Nursery Stock Production' nematode populations were also followed. Although there were few observations, the model was able to give significant 'increase factors'. The 'increase factor' of a crop indicates whether a crop increases or decreases the nematode population. We also used this model to investigate the effects of the different plant families and our so called crop rotation groups. In Noordbroek *Aceraceae, Betulacea, Fagaceae* and *Pinaceae* reduce the number of nematodes or stabilize it. In Horst it seems that *Oleraceae, Taxaceae* and *Verbenaceae* nematode reducing families. Al other tested families increase the nematode population. The rotation group *Rosaceae* increases the population in Noordbroek. The rose rootstocks gave a reduction. This means that the group *Rosaceae* should be split up in rose rootstocks and other *Rosaceae*. In Horst all the rotation groups increase the nematode population.

In this research project also the effect of several green manures were tested. Traditionally used green manures like *Phacelia, Lolium multiflorum* and *Sinapsis alba* increased the nematode population enormously. *Tagetes patula* and *T. erecta* decreased the population. Because the nematicidal effects of *T. patula* are the best, more than 600 *T. patula*-types were visually screened on habitat. The nematicidal potential of four of them was compared with our standard *T. patula* 'French Rusty Red'. In a fieldtrial 3 experimental *T. patula*-types were tested and compared with the growth of *T. patula* 'French Rusty Red' and *T. erecta* 'Cracker Jack'. *T. patula* 'Single Gold' was the best. This type produced more than twice the dry matter amount of *T. patula* 'French Rusty Red'. Also the nematode killing effects were stronger than the standard.

1 INLEIDING

Doordat het gebruik van (chemische) grondontsmettingsmiddelen steeds meer aan banden wordt gelegd, zal het wortellesie-aaltje *(Pratylenchus penetrans)* op zandgronden een probleem worden. In het kader van het MeerJarenPlan Gewasbescherming (MJP-G) is in een 4-jarig project onderzoek gedaan naar de populatie-ontwikkeling van dit aaltje. Het onderzoek is verdeeld over de sectoren Fruitteelt en Boomteelt. In dit rapport beperk ik me tot de proeven met betrekking tot de Boomteelt.

Het onderzoek vond hoofdzakelijk plaats op de proeftuinen in Horst en in Noordbroek. In deelonderzoeken werd dieper ingegaan op de populatie-ontwikkeling van de aaltjes bij een beperkt aantal gewassen. Vooral de relatie met betrekking tot vruchtwisseling werd hierin bekeken. Dit onderzoek was ter ondersteuning van het project 4400 Geïntegreerde Bedrijfs Systemen (GBS-en). In de vollegronds GBS-en werd ook bij andere gewassen de aaltjespopulatie gevolgd. Ook de effecten van groenbemesters en aaltjesdodende gewassen zijn in het onderzoek betrokken. Verder zijn er een aantal deelonderzoekjes verricht over bemonstering, opslag en bewaring en analyse van grond- en wortelmonsters ten behoeve van het onderzoek.

Het rapport is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 is gewijd aan *Pratylenchus*. Hierin komt de biologie en schade aan de orde, evenals de verschillende soorten *Pratylenchus* die in Nederland voorkomen en een stuk over de waardplanten van *P. penetrans*. Het hoofdstuk wordt afgesloten met de mogelijke aangrijpingspunten van het onderzoek.

De opzet en uitvoering van de diverse onderzoeken komt ter sprake in hoofdstuk 3. Er wordt onderscheid gemaakt in: groenbemestersonderzoek, Tagetes-onderzoek, de beide vruchtwisselingsproeven en de GBS-en in Horst en Noordbroek. Ook de bemonstering en analyse van de grondmonsters, de gewasmetingen en de statistische verwerkingsmethoden komen in dit hoofdstuk ter sprake.

Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken. Hier zijn de vermeerderingsfactoren van de diverse gewassen uit de vruchtwisselingsproeven en de GBS-en te vinden. In hoofdstuk 5 staan de conclusies en de discussie, gevolgd door de aanbevelingen voor verder onderzoek in hoofdstuk 6.

2 HET WORTELLESIE-AALTJE (*Pratylenchus penetrans*)

2.1 BIOLOGIE EN SCHADE

De aaltjessoorten van de familie *Pratylenchidae* zijn migratoire endoparasieten. Ze kunnen hun hele levenscyclus in de plant doormaken, maar alle ontwikkelingsstadia zijn in staat de wortel te verlaten om een andere op te zoeken. Een aantal soorten kan zich gedurende vrij lange perioden handhaven in de grond, ook bij afwezigheid van waardplanten. De vermenigvuldiging van deze aaltjes vindt hoofdzakelijk plaats in de plantenwortel. Het geslachtsrijpe wijfje legt de eieren in de wortel (circa 2 per dag). De ontwikkeling van ei tot adult duurt onder gematigde klimaatomstandigheden zo'n 6 tot 8 weken, afhankelijk van milieu-omstandigheden. Jaarlijks kunnen meerdere generaties voorkomen (Coosemans, 1975). In Nederland is vooral het geslacht *Pratylenchus* van groot planteziektenkundig en economisch belang (tabel 1).

De *Pratylenchus*-populatie volgt de verbouwde cultures op de voet. Bij het verbouwen van slechte waardplanten neemt de populatie snel af, bij goede neemt deze snel toe. In het begin van het groeiseizoen is er doorgaans een goede correlatie tussen aantallen aaltjes en de schade aan de plant, later verdwijnt deze correlatie.

Geïnfecteerde wortels vertonen donker gekleurde plekken (lesies), waarin men tot duizenden nematoden in allerlei ontwikkelingsstadia kan aantreffen. Deze lesies worden als het typische symptoom van een *Pratylenchus*-aantasting beschouwd, maar ze komen niet altijd tot ontwikkeling. Soms komt een groot aantal aaltjes in de wortels voor, zonder dat er een lesie te zien is. Ook kan het voorkomen dat geïnfecteerde wortels afsterven voordat er zich lesies konden ontwikkelen. Door het binnendringen van *Pratylenchus* wordt de wortelschors beschadigd, waardoor schimmels (*Cylindrocarpon radicicola, Fusarium oxysporum* en *Verticillium dahliae*) en bacteriën binnen dringen en wortelrot veroorzaken. De bovengrondse symptomen zijn in het algemeen weinig karakteristiek en bestaan hoofdzakelijk uit slechte groei. Bij monocotylen komt vaak ook vergeling van bladeren of bladpunten voor (Anonymus, 1990).

Meestal treft men geen zuivere populaties aan, maar soortmengsels. Het gezamenlijk voorkomen van 2-4 soorten in een monster is geen uitzondering. In de boomteelt wordt vooral schade ondervonden van het aaltje *Pratylenchus penetrans*. De *Pratylenchus*-soorten die in de grondmonsters van Noordbroek en Horst gevonden kunnen worden zijn *P. penetrans, P. crenatus* , *P. neglectus* en *P. fallax* (vooral in Limburg).

Pratylenchus penetrans is in ons land economisch de meest belangrijke soort. Hij is voor een aantal moeheidsverschijnselen verantwoordelijk. In granen kan deze soort hoge populaties opbouwen, maar veroorzaakt geen ziektesymptomen. De granen zelf zijn tolerant maar mogen niet als voorvrucht worden gebruikt voor gevoelige gewassen. Biet is het enige landbouwgewas dat dit aaltje drukt. Moeheid in *Rosaceae*, coniferen en andere houtige gewassen worden eveneens door *P. penetrans* veroorzaakt. Symptomen zijn algehele slechte groei en wortelrot. Aangetaste planten kunnen duizenden nematoden per 10 g wortels bevatten. In aardbeien veroorzaakt *P. penetrans* zwart wortelrot. Verscheidene sierplanten (vaste planten) vertonen ook slechte groei ten gevolge van een aantasting met dit aaltje, bijvoorbeeld wortelrot in narcissen en lelies.

Pratylenchus crenatus komt ook voor op zandige gronden. Vaak is de populatie

gemengd met *P. penetrans*. Waardplanten zijn in eerste instantie granen en grassen. Aanzienlijke schade kan verkregen worden in gerst, rogge, maïs en haver. Ook in groentegewassen kan schade ontstaan ('peenmoeheid')

Pratylenchus neglectus komt op de wat zwaardere gronden voor en tast vooral granen aan. Biet is ook een goede waardplant.

Tabel 1
***Pratylenchus*-soorten die in Nederland in de vollegrond voorkomen.**

Pratylenchus-soort	Grondsoort(en)	Waardplanten
P. crenatus	Zandig	Granen, groentegewassen,grassen, rozen
P. convallariae	Zandig	Lelie-van-dalen
P. fallax	(Zandig)lemig	Appel, aardbei, maïs, rozen, grassen
P. flakkensis	Lemig	?
P. neglectus	Lemig / klei	Granen
P. penetrans	Zandig	Fruit-, landbouw-, bloemisterij- en boomkwekerijgewassen.
P. pinguicaudatus	Zandig	Granen
P. pratensis	Klei	Prei, weilanden
P. pseudopratensis	Zandig	?
P. thornei	Klei	Fruitbomen, granen
P. vulnus	Zandig (in kas)	Houtige gewassen, rozen

2.2 WAARDPLANTEN VOOR *P.PENETRANS*

Een waardplant is een plant waarop het aaltje zijn hele levenscyclus kan voltooien. In 1957 hebben Oostenbrink (et al) een lijst samengesteld met 182 waardplanten voor *P. penetrans*, waarvan 100 boomkwekerijgewassen. Deze lijst is gebaseerd op eigen proeven. De proeven vonden plaats op percelen met een duidelijke *Pratylenchus*-besmetting (matig tot zwaar). De *Pratylenchus*-populatie bestond overwegend uit *P. penetrans*. In deze lijst zijn gewassen beoordeeld op waardplantgeschiktheid, waarbij gekeken werd naar het aantal *P. penetrans* per 10 gram wortels (veldgemiddelden). Deze veldgemiddelden zijn uitgedrukt als procenten van het proefveldgemiddelde. Hierdoor werd het minder bezwaarlijk om gegevens van velden met een verschillende beginbesmetting met elkaar te vergelijken. Voor de gewasbeoordelingen zijn de volgende drie klassen gehanteerd: <15%, 15-150% en >150%. Voor de zwaarst besmette velden komen deze klassen overeen met respectievelijk <1000, 1000-10000 en >10000 aaltjes per 10 gram wortels. In bijlage 1 zijn de boomkwekerijgewassen aan de hand van deze lijst verdeeld in slechte (<15%), matige (15-150%) en goede (>150%) waardplanten. In bijlage 2 zijn dezelfde gewassen gegroepeerd naar gevoeligheid. De gevoeligheid werd beoordeeld aan de hand van groei op (chemisch ontsmette) controlevelden. Er werd onderscheid gemaakt in 'vatbaar', 'waarschijnlijk vatbaar', 'waarschijnlijk niet vatbaar' en 'onbekend', gebaseerd op visuele waarnemingen en/of lengte- en/of gewichtsmetingen. De Maeseneer (1967) heeft ook een lijst opgesteld met waardplanten voor *P. penetrans*, waarin 442 gewassen worden genoemd met daarbij de hoogste aantallen *P. penetrans* per 10 g wortels en de gevoeligheid van de betreffende gewassen voor schade door dit aaltje. De gegevens uit deze lijst zijn gedeeltelijk gebaseerd op eigen waarnemingen, de rest komt uit de literatuur. In bijlage 3 zijn de houtige boomkwekerijgewassen gegroepeerd naar gevoeligheid: 'niet', 'waarschijnlijk', 'wel' en 'onbekend'.

Voor het opstellen van een vruchtwisselingschema zijn deze lijsten echter te summier. Omdat er in de boomteeltsector zoveel waardplanten zijn (en zo weinig slechte waardplanten), is het praktisch onmogelijk om een goed schema op te stellen. Voor de sector is het van belang dat er in de groep 'goede waardplanten' een verdeling komt naar 'minder goede' en 'extreem goede' waardplanten. Hetzelfde geldt ook voor de gevoeligheid. Om hier achter te komen is zeer intensief en langdurig onderzoek nodig.

2.3 AANGRIJPINGSPUNTEN ONDERZOEK

In het onderzoek zijn een aantal speerpunten opgenomen. Ten eerste wilden we te weten komen hoe de populatie precies verandert bij diverse waardplanten en of een vorm van vruchtwisseling perspectieven biedt. Dit betekent dat er vermeerderingsfactoren van gewassen bepaald moeten worden. Daarnaast is het effect van de aaltjes op die waardplanten van belang. Kunnen er schadedrempels worden vastgesteld? Deze punten werden onderzocht in de vruchtwisselings- proeven en vergeleken met resultaten van de vollegronds GBS-en. Hierbij werd niet alleen gekeken naar boomkwekerijgewassen, maar ook naar een aantal groenbemesters en *Tagetes*-soorten. Achtergrondsonderzoek is uitgevoerd naar de beste manier van bemonsteren (voor dit onderzoek), het bewaren en analyseren van de grond- en wortelmonsters.

Het lastige in dit onderzoek is dat praktisch alle houtige gewassen waardplant zijn voor het aaltje *P. penetrans*, daarnaast een groot aantal akkerbouwgewassen en onkruiden. Planten die niet aangetast worden zijn eerder uitzondering dan regel. Beheersing van het aaltje door middel van vruchtwisseling is daardoor erg lastig. Met vruchtwisseling bedoelt men in het algemeen het afwisselen van waardplanten met niet-waardplanten (uit dezelfde sector). In de boomteeltsector lijkt dit vrij moeilijk realiseerbaar. Om toch wat grip te krijgen op de enorme aantallen boomkwekerijgewassen, is gekozen om deze in te delen in zogenaamde rotatiegroepen. Zo'n rotatiegroep bestaat uit gewassen die een of meerdere gemeenschappelijke kenmerken hebben. In het GBS werd met dit soort rotatiegroepen gewerkt. In de GBS-en is de vruchtwisseling verkregen door rotatie van boomkwekerijgewassen met het aaltjesdodend gewas *Tagetes*. Beter zou het zijn om te spreken van teeltwisseling in plaats van vruchtwisseling.

In het vruchtwisselingsonderzoek werd een nog beperkter aantal gewassen onderzocht. De gewaskeuze is gedaan aan de hand van de rotatie-groepen van het GBS. Uit een aantal van deze rotatiegroepen werd een vertegenwoordiger gekozen.

3 MATERIAAL EN METHODEN

3.1 OPZET VAN HET ONDERZOEK

3.1.1 Groenbemesters

In 1992 is in Horst gekeken naar de effecten van de groenbemesters 'gele mosterd' *(Sinapsis alba)*, Italiaans raaigras (*Lolium multiflorum)* en *Phacelia* op de *P. penetrans*-populatie. Deze gewassen werden vergeleken met de behandeling 'braak' en de aaltjesdodende *Tagetes patula* en *Tagetes* 'Nemanon'. De proef vond plaats op een met aaltjes besmet perceel waarop *Malus*-onderstammen geteeld waren. In het jaar na de teelt van de groenbemesters, kwamen op ieder veld *Malus*-onderstammen te staan (herinplant). Hierbij werd gekeken naar de invloed van de voorteelt op de *Malus*-onderstammen. De proef is uitgevoerd als blokkenproef, 3 blokken met 6 verlote behandelingen/gewassen. De blokken waren respectievelijk licht, matig en zwaar besmet met het wortellesie-aaltje. De veldjes hadden een oppervlakte van 25 m^2. In een monitorveldje van 1 m^2 zijn in het voor- en najaar aaltjesmonsters gestoken. Bij de eerste aaltjesanalyse zijn de grondmonsters opgespoeld met de Oostenbrink elutriator (= alleen fijne fractie). In alle daaropvolgende analyses zijn de grondmonsters eerst gescheiden in een fijne en grove fractie, die apart geanalyseerd werden. Van de *Malus*-onderstammen zijn in het najaar van 1993 de dikten gemeten, 10 cm boven de grond.

3.1.2 *Tagetes*-onderzoek

In 1995 is een onderzoek geweest naar een landbouwkundig interessante *Tagetes*-soort, waarin de aaltjesdodende werking van *Tagetes patula* is gecombineerd met een grote groeikracht en een snelle opkomst en dichtgroei (onkruidonderdrukking). Er is gekeken binnen de *T. patula-*, *T. erecta-* en *T. tenuifolia*-typen en kruisingen tussen *T. patula* en *T. erecta*. Zo'n 680 *Tagetes*-soorten en -kruisingen waren uitgezaaid op het demoveld van het veredelingsbedrijf (K. SAHIN zaden B.V.) op Tholen. Op het oog zijn een tweetal groeikrachtige *T. patula*-typen geselecteerd, een kruising tussen *T, patula* x *T. erecta* en een *T. tenuifolia*. Deze werden vergeleken met de *T. patula* 'French Rusty Red' en *T. erecta* 'Cracker's Jack' die beide gebruikt werden in de GBS-en (respectievelijk in Horst en Noordbroek) en *Phacelia*. Eerst zijn de aaltjesbestrijdende vermogens getoetst in een potproef. Deze proef vond plaats in de kas. Omdat de proef uitgevoerd werd in de winter, werden de planten bijbelicht. De daglengte werd op 16 uur gehouden.
De aaltjesbestrijding van de geselecteerde *Tagetes*-soorten moest minimaal gelijk zijn aan die van *T. patula* 'French Rusty Red'. Wanneer dat niet zo is, biedt de betreffende soort geen perspectief. Na de potproef zijn de veelbelovende soorten in een veldproef uitgezaaid, en beoordeeld op groeikracht, snelheid van opkomst en dichtgroei en organisch stof leverend vermogen. Deze veldproef vond plaats op de locaties Horst, Breda en Noordbroek.

3.1.3 Vruchtwisselingsproeven Horst en Noordbroek

De vruchtwisselingsproeven in Horst en Noordbroek zijn, afgezien van de loting, identiek opgezet. De indeling van de proefpercelen was als volgt. 48 Veldjes waarop de verschillende rotaties zijn verloot, worden aan weerszijden geflankeerd door controlevelden (bijlage 8). In het eerste onderzoeksjaar (1992) zijn deze controlevelden chemisch ontsmet. Dit gebeurde met metam-natrium in Horst en met oxamyl-

granulaat in Noordbroek. Oorspronkelijk was het de bedoeling om de controlevelden van beide proeven met metam-natrium te ontsmetten. Helaas kon deze grondontsmetting in Noordbroek niet tijdig genoeg plaatsvinden doordat de bodemtemperatuur te laag was. Kiezen voor metam-natrium zou leiden tot het later inzaaien van de gewassen. Daarom werd gekozen voor de behandeling met oxamyl-granulaat. In de daarop volgende proefjaren werden de wortellesie-aaltjes bestreden door een *Tagetes patula*-teelt. De hoofdreden hiervoor is dat een chemische grondontsmetting veel meer doodt dan alleen *Pratylenchus*. De veldjes waren zo'n 6 meter lang en bedbreedte (1.50 m). Tussen de bedden was een dubbele trekkerspoorbreedte aangehouden om de zijwaartse besmetting uit andere veldjes tegen te gaan. In het midden van ieder veldje is een m^2 uitgezet, het zogenaamde monitorveld. Dit is op zodanige wijze gedaan dat dit ieder jaar op dezelfde plaats ligt. In de monitorvelden worden aaltjesmonsters en gewaswaarnemingen verricht.

De proeven werden uitgevoerd op een zwaar besmet perceel in Horst en een licht tot matig besmet perceel in Noordbroek. De *Pratylenchus*-populatie bestond in Horst voor bijna 100 % uit *Pratylenchus penetrans*. In Noordbroek bestond de populatie uit circa 80% *P. penetrans* aangevuld met *P. crenatus*. Wat de precieze verhouding was tussen beide soorten in onduidelijk. Door de lage aantallen in de grondmonsters en de ontwikkelingsfase van de aaltjes (voornamelijk larven) was het niet mogelijk een betrouwbare determinatie uit te voeren. De analyses op *Pratylenchus* zijn derhalve gedaan op de hele *Pratylenchus*-groep. Dit geldt ook voor de GBS-en.

In eerste instantie was het de bedoeling om verschillende rotaties (1:1, 1:2, 1:3 en 1:4) met elkaar te vergelijken. Hierbij werd een *Roseceae* afgewisseld met andere boomkwekerijgewassen. In Noordbroek stond het bos-en haagplantsoen centraal. *Prunus avium* was hoofdgewas, en werd afgewisseld met *Pinus sylvestris, Acer campestre* en *Quercus robur*. Bij deze gewassen werd uitgegaan van zaad. In Horst werd gekozen voor sierheesters en -coniferen, met *Rosa canina* 'Inermis' als hoofdgewas. Deze werd afgewisseld met *Mahonia aquifolium* 'Apollo', *Thuja occidentalis* 'Brabant' en *Picea omorika*.

Bij de statistische analyse van de diverse rotaties blijkt dat er nauwelijks trends zijn aan te geven. De variatie is zo groot dat nergens significanties aangetroffen werden. Wel was de trend aanwezig dat hoe ruimer het vruchtwisselingplan was, hoe beter. Dit was reeds bekend. Wel kon gekeken worden naar de vermeerderingsfactoren en de gevoeligheid van de verschillende gewassen. Met behulp van deze vermeerderingsfactoren zou (theoretisch) het effect van iedere gewenste rotatie op de aaltjespopulatie bepaald kunnen worden.

3.1.4 Geïntegreerde Bedrijfssystemen (GBS-en) Horst en Noordbroek

De GBS-en zijn proefbedrijven waarin in principe geen chemische grondontsmetting wordt uitgevoerd. De boomkwekerijgewassen zijn onderverdeeld in zogenaamde rotatiegroepen (bijlage 5). Per GBS is een teeltplan opgesteld met de volgorde van de rotatiegroepen. In het kader van dit project is de aaltjessituatie in de beide vollegrondsbedrijven over de jaren heen gevolgd.

Te hoge wortellesie-alen aantallen worden gereduceerd door een *Tagetes*-teelt in de zomermaanden (Suatmadji, 1969). In Horst is gekozen voor *Tagetes patula*, in Noordbroek voor *Tagetes erecta*. In de opgestelde vruchtwisselingsschema's is om de 5 of 6 jaar een *Tagetes*-teelt ingepland. In GBS-Noordbroek zijn 6 rotatiegroepen opgesteld. Het perceel is verdeeld in 6 blokken (één blok per rotatiegroep) met 4 bedden per blok. In Horst zijn 8 rotatiegroepen. Het perceel bestaat uit 8 blokken met

3 bedden per blok. Uit iedere rotatiegroep worden jaarlijks in Noordbroek 4 (verschillende) gewassen geteeld, en in Horst 3. De aaltjestellingen bieden de mogelijkheid om de vruchtwisselingsschema's tussentijds bij te sturen. Bij te hoge Pp-aantallen kan overwogen worden om een extra *Tagetes*-teelt in te lassen. Ook het verschuiven van gewassen binnen de rotatie-groepen hoort tot de mogelijkheden.

De verdere opzet en de randvoorwaarden van de betrokken GBS-en worden uitvoerig besproken in Rapport nr. 21 (Anonymus, 1993) en het deelrapport 'Geïntegreerd bedrijfssysteem bos-en haagplantsoen en rozenonderstammen' (Bogaards, 1991).

In de GBS-en is het aaltjesverloop zowel voor als na de teelt gevolgd. Er is getracht om voorzichtig uitspraken te doen over de vermeerderingsfactoren van de geteelde gewassen, de families en de rotatiegroepen. Over de gevoeligheid kon niet zoveel gezegd worden, omdat er geen gewasmetingen zijn verricht. Bovendien zouden er geen referenties aanwezig zijn (groei bij beginbesmetting van 0 aaltjes) en ook het aantal waarnemingen zou onvoldoende zijn om er iets mee te kunnen.

3.2 BEMONSTERING EN ANALYSE

3.2.1 Aaltjesbemonstering

De aaltjesmonsters zijn gestoken in de monitorvelden van de groenbemesters- en de vruchtwisselingsproef. Een grondmonster bestond respectievelijk uit 40 en 20 steken, bouwvoordiepte. Dit gebeurde in het voor- en najaar. In de GBS-sen zijn alle velden per blok aan het begin en het einde van een teelt bemonsterd (60 steken/veld). In Noordbroek vonden vooral 1-jarige teelten plaats, in Horst 2-jarige. In het najaar zijn ook wortelmonsters genomen. Voor beide locaties worden verschillende aantallen planten gebruikt voor de wortelmonsters. In Noordbroek waar de aantallen planten per m^2 variëren van 20 (*Prunus, Acer*) tot 300 (*Pinus*), worden aselect 20 planten gekozen. In Horst is het aantal planten per monitorveld beperkter, namelijk 9 of 10. Deze worden allemaal gebruikt voor het bepalen van het aantal aaltjes in de wortels. Uit GBS-Horst waren 5 aselecte planten nodig en uit GBS-Noordbroek 20. De grond- en wortelmonsters werden tot het moment van verwerking opgeslagen in een koelcel (+1°C.).

In de *Tagetes*-veldproef is in het voorjaar een algemeen monster gestoken om de besmettingsgraad van de diverse proeflocaties vast te stellen. Voor en na de teelt van *Tagetes patula* 'Single Gold' zijn ook aaltjesmonsters genomen. Van de overige *Tagetes*-soorten is dit niet gebeurd. De aaltjesbemonstering van *T. patula* 'Single Gold' is door het PAGV uitgevoerd en geanalyseerd.

3.2.2 Behandeling van de grondmonsters

Na het door en door mengen van de grond wordt een submonster van 100 ml in 2 fracties gescheiden (fijn en grof). Dit gebeurde door middel van zeven over een zeefje met poriegrootte van 385 μm. Hetgeen door de zeef heen gaat, heet de fijne fractie, hetgeen erop blijft liggen de grove fractie. De fijne fractie of spoelmonster krijgt een verdere behandeling volgens de Oostenbrink elutriator methode. De grove fractie (incubatiemonster) wordt voorzichtig over een dubbel wattenfilter gegoten en na 2 tot 3 dagen incuberen afgetapt, aangevuld tot ca. 85 ml, waarna de aaltjes geteld werden (2 submonsters van 5 ml) en omgerekend naar aantallen aaltjes per 100 ml grond.

3.2.3 Behandeling van de wortelmonsters

De aaltjesbevattende wortels (niet de verhoute) worden met een hogedrukspuit ontdaan van aanhangende gronddeeltjes. De fijne, niet verhoute wortels (doorsnede < 2-2.5 mm) worden in stukjes geknipt van ca 1.5 cm. Hiervan wordt een submonster genomen van 10 g wortelstukjes. Dit submonster wordt met 100-150 ml water in de blender gedaan, en gedurende 5 sec. op volle snelheid gemixed. Na 2 dagen afgedekt bij kamertemperatuur op een dubbel wattenfilter in 100 ml water geïncubeerd te hebben, wordt het water met de alen afgetapt en aangevuld tot circa 85 ml. Hieruit worden 2 submonsters van 5 ml geteld, waarna het aantallen worden omgerekend naar aantallen aaltjes per 100 ml grond.

3.2.4 Metingen aan het gewas

In de groenbemestersproef zijn enkel gewasmetingen verricht aan *Malus*. Na de teelt van de onderstammen zijn de dikten van deze onderstammen bepaald. In de *Tagetes*-veldproeven is het volgende gemeten: datum opkomst (= wanneer de rij zichtbaar is), standdichtheid na 14 dagen na zaai (aantal planten in 2 binnenrijen over lengte van 0.5 m^2), datum 50% bezetting, maximale bouwvoordiepte bij 50% bezetting, datum 100% bezetting, maximale bewortelingsdiepte bij 100% bezetting, drogestofgehalte en -produktie bij volgroeid gewas.

Voor de vruchtwisselingsproeven zijn aan de gewassen uit het monitorveld de volgende metingen gedaan: versgewicht (totaal monitorveld) + lengte (*Picea* en *Thuja*), dikte wortelhals (*Rosa*), hoogte en 2 x breedte (*Mahonia*). In Noordbroek is de lengte- (*Quercus, Acer*) of dikte van de wortelhals (*Prunus* en *Pinus*) gemeten. Van de wortels van de gewassen uit het monitorveldje worden de versgewichten bepaald en wortelmonsters genomen ten behoeve van het aaltjesonderzoek. In de GBS-en zijn geen gewasmetingen uitgevoerd.

3.3 STATISTISCHE VERWERKING

3.3.1 Groenbemestersonderzoek

In het onderzoek naar de effecten van groenbemesters op de populatie van *P. penetrans* en de indirecte effecten op de groei van de volgteelt *Malus*-onderstammen, zijn de metingen volgens een ANOVA-variantie geanalyseerd ($p=0.05$). Bij de statistische verwerking van de aaltjescijfers is aangenomen dat de grove fractie op de zaaidatum (4-6-1992) geheel verteerd was, en dat de alle aaltjes zich in de fijne fractie bevinden.

Twee jaar na afloop van deze proef is het model geïntroduceerd waarmee de vermeerderingsfactoren van gewassen bepaald kunnen worden. De aaltjescijfers van *T. patula* en *T. erecta* uit de vruchtwisselingsproeven en de GBS-waarnemingen, zijn met dit model geanalyseerd. De resultaten hiervan zijn ondergebracht bij de betreffende onderzoeken.

3.3.2 *Tagetes*-onderzoek

De aaltjesaantallen uit de potproef zijn middels een ANOVA-variantie analyse met elkaar vergeleken bij een betrouwbaarheid van 95%. Dit gebeurde tevens met de groeiwaarnemingen die gedurende het teeltseizoen zijn genomen.

3.3.3 Schatting van de vermeerderingsfactor R

Het aaltjesvermeerderend vermogen van de gewassen kan worden afgeleid uit de verhouding tussen de eindpopulatie (Pf) en de beginpopulatie (Pi). Is deze verhouding kleiner dan 1, dan neemt de populatie af, wanneer deze groter is dan 1, neemt de populatie toe. De Pf is Pi-afhankelijk. Bij een lage beginbesmetting zal de eindpopulatie lager zijn dan bij een zwaardere beginbesmetting. Er is ook een bovengrens van de populatie, de evenwichtsdichtheid genoemd. De hoogte van de evenwichtsdichtheid is afhankelijk van de kwantiteit en de kwaliteit van het beschikbare voedsel, maar ook van omgevingsfactoren (Seinhorst, 1970).

Om toch een idee te krijgen van de vermeerderingspotentie van een gewas, kan een algemene Pf/Pi geschat worden met R (ratio $\log_{10}Pf/\log_{10}Pi$). Deze R is gebaseerd op verschillende begin- en eindpopulaties. Een gewas met een R kleiner dan 1 vermindert het aantal aaltjes. Wanneer de R groter is dan 1, neemt het aantal aaltjes toe. De schatting gebeurt met behulp van een statistisch model dat oorspronkelijk gebouwd was voor de populatiedynamica van het wortelknobbelaaltje *Meloïdogyne* en later is aangepast voor *Pratylenchus* (Thissen, 1995). Hierbij wordt aangenomen dat de populatievermeerdering binnen het traject van een rechte regressielijn valt. Dit is overeenkomstig de bevindingen van Oostenbrink (1966). Niet het hele traject zal lineair verlopen. Wanneer de beginbesmetting '0' is en er na de teelt van een gewas wel degelijk aaltjes worden gevonden, is de vermeerdering oneindig. Naarmate de beginpopulatie de evenwichtsdichtheid nadert, zal de eindpopulatie minder sterk toenemen of zelfs afnemen. Dit betekent dat de proeven ter bepaling van de vermeerdering het beste kunnen worden uitgevoerd bij aaltjesdichtheden tussen nul en de (verwachte) evenwichtsdichtheid, dus in het lineaire gedeelte. In Noordbroek lagen de beginbesmettingen vaak in de buurt van 0. In Horst was het aantal aaltjes veel hoger. In de vruchtwisselingsproef Horst lag deze zelfs in de buurt van de evenwichtsdichtheid. Bij elke geschatte R hoort een betrouwbaarheidsinterval ($p=0.05$). Om te beoordelen of een gewas werkelijk het aaltje vermeerdert, moet de ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval ook groter zijn dan 1. Een aaltjesreducerend gewas vermindert de populatie alleen significant wanneer de bovengrens van dit interval kleiner is dan 1.

Voor de schatting van de R-en van de vruchtwisselingsproeven waren zo'n 60-80 begin- en eindwaarnemingen beschikbaar. Voor de GBS-en waren dat er veel minder. In sommige gevallen slechts 1 á 2. Hoe minder waarnemingen er gebruikt zijn om de vermeerdering te schatten, hoe groter het betrouwbaarheidsinterval.

In de GBS-en zijn de R-en geschat op gewasniveau, familie- en rotatiegroepniveau. Met deze gegevens is het mogelijk om de gekozen gewasgroepen te evalueren en eventueel aan te passen.

3.3.4 Schaderelaties

Met schade wordt het groeiverlies veroorzaakt door *Pratylenchus penetrans* bedoeld. De schaderelaties worden in dit rapport alleen bekeken voor de gewassen uit de vruchtwisselingsproeven. Van de gewassen uit beide GBS-en zijn geen gewasmetingen beschikbaar. Het berekenen van een regressielijn is niet mogelijk in verband met het beperkte aantal waarnemingen.

De groeiparameters die in de grafieken zijn gebruikt, kunnen per gewas verschillen. Zo is voor de gewassen: *Thuja, Mahonia, Picea, Acer* en *Quercus* gekozen voor de lengte van het gewas. Bij *Rosa, Prunus* en *Pinus* is de diameter van de wortelhals gebruikt.

Deze parameters worden in de praktijk gebruikt bij het verhandelen van de gewassen. Van de diverse parameters die zijn gemeten, is een correlatietabel gemaakt. De parameters die hier verder besproken worden, correleren goed met de aaltjesaantallen in het voorjaar. De lijnen en significanties die hierbij gevonden worden vertonen dezelfde trend als bij de overige (niet-besproken) parameters.

De grafieken die de groei bij diverse beginpopulaties weergeven, zijn gebaseerd op de totale aantallen *Pratylenchus* in de grond (som van fijne en grove fractie). Hierin is het effect te zien van de (logaritmes van de) aantallen aaltjes op de groei. De grafieken zijn het resultaat van een regressie-analyse volgens onderstaand model.

$$Y = A_{jaar} + (B^{*}Log_{Pi})$$

Y is de gehaalde groei (lengte of diameter). A is een constante die per jaar is berekend. B is de helling van de lijn. Deze is over de jaren heen geschat en is zodoende voor ieder jaar gelijk. Log_{Pi} is het logaritme van de beginpopulatie in de fractie die op de X-as staat genoemd.

Door met dit regressiemodel te werken wordt ervan uitgegaan dat de groei van de gewassen exponentieel afneemt. In werkelijkheid zal de groeireductie minimaal zijn tot een bepaald aantal aaltjes is bereikt. Daarna zal de groei sterk afnemen. Dit kritieke punt kan niet bepaald worden met bovenstaand model. Bovendien is het aantal waarnemingen per 'aaltjesdichtheid' te gering. Voor het bepalen van de meest geschikte lijn of curve door de punten heen, blijkt een rechte lijn geen verkeerde veronderstelling te zijn. De gerealiseerde percentages verklaarde variantie zijn extreem hoog. In Horst waar de aaltjesbesmetting zeer hoog lag bij aanvang van het project, zijn nauwelijks gegevens over de groei bij aaltjespopulaties tussen de 0 en 100 Pp/100 ml grond. Waarschijnlijk zal ergens in dit gebied de kritieke aaltjespopulatie liggen, waarbij de groei sterk af gaat nemen.

De hellingen van de regressielijnen zijn geschat en getoetst of deze significant afwijken van 0. Hiermee kan worden aangegeven of de lijn al dan niet daalt. Ook wordt het percentage verklaarde variantie aangegeven dat gehaald wordt door bovenstaand regressiemodel toe te passen. In het algemeen is dit zeer hoog. Dit geeft aan dat er geen aanwijzing is om het model, waarbij het schadeverloop wordt benaderd door een rechte lijn, te verwerpen.

4 RESULTATEN EN BESPREKING

4.1 WAARDPLANTGESCHIKTHEID EN VERMEERDERINGSFACTOREN

4.1.1 Inleiding

In deze paragraaf zullen achtereenvolgens de geteste groenbemesters, de vermeerderingsfactoren van de vruchtwisselingsproeven en de GBS-en besproken worden. Alle vermeerderingsfactoren zijn gebaseerd op de totale aaltjespopulaties. Naast die van *Pratylenchus penetrans* zullen ook de effecten op de meest voorkomende plantparasitaire aaltjes besproken worden.

4.1.2 Groenbemesters

Zowel in het begin als op het eind van de proef, is er sprake van een blokeffect. In de beginsituatie is blok I volgens de normen van het BLGG in Oosterbeek zwaar besmet. Blokken II en III zijn respectievelijk matig en licht besmet. In de statistische analyse zijn de gemiddelde begin- en eindaantallen aaltjes per gewas vergeleken, nadat er een correctie was uitgevoerd voor het blokeffect. Een overzicht van de aaltjesaantallen bij de diverse gewassen wordt gegeven in tabel 2.

Tabel 2
Gemiddelde aaltjesaantallen per gewas/behandeling over 3 blokken (aantal Pp. per 100 ml grond) in voor- en najaar 1992. Gemiddelde groei (schot) en dikte van *Malus* (eind 1993) na de diverse groenbemesters. Significanties zijn aangegeven met letters en gelden per kolom

Gewas	Voorjaar '92	Najaar '92	Schot (cm)	Dikte (mm)
Braak	30 b	49 a	10.70 ab	10.91 ab
T. patula	35 b	39 a	11.86 a	10.01 abc
T. 'Nemanon'	11 a	40 a	9.89 bc	9.79 bc
Gele mosterd	35 b	197 b	8.03 d	9.21 bc
Italiaans raaigras	43 c	90 ab	7.68 d	9.20 bc
Phacelia	36 b	147 ab	8.31 d	9.33 bc

Bij gelijke letters zijn de verschillen niet significant (p = 0.05).

Na statistische verwerking blijken de gemiddelde *Pratylenchus*-cijfers van de diverse gewassen nauwelijks significant. Wel werd de indruk gewekt dat de gewassen in twee groepen zijn in te delen. De eerste groep met slechte waardplanten c.q. behandelingen is: Braak, *T. patula* en *T.* 'Nemanon', en een tweede goed vermeerderende groep met: gele mosterd, *Phacelia* en italiaans raaigras. De aaltjesvermeerderingen van beide groepen verschillen significant van elkaar.

Opvallend in bovenstaande tabel is dat wanneer er geen waardplant aanwezig is, het aantal aaltjes toch toeneemt (braak). Dit kan komen doordat de aanname dat er in voorjaar 1992 geen grove fractie aanwezig was, niet klopt. Na het rooien van de voorteelt *Malus* in 1990, zijn wortelresten van dit gewas achtergebleven in de grond. Blijkbaar duurt het langer dan één winterperiode om *Malus*-wortels te verteren. In de loop van het voorjaar komen wortellesie-aaltjes vrij, waardoor het lijkt dat de populatie toegenomen is. Dit na-ijl effect geldt voor alle behandelingen. Er lijkt dus sprake te zijn van een onderschatting van de beginpopulatie.

De volgteelt *Malus* (herinplant) heeft wel degelijk hinder van de aaltjesstimulerende voorgewassen. In de diktemetingen is dit minder duidelijk terug te vinden dan bij het schot (éénjarig hout). De meeste groei is gemeten na *Tagetes patula*, de minste bij 'gele mosterd', italiaans raaigras en *Phacelia*. De teelt *Tagetes* 'Nemanon' leidde tot minder groei van *Malus* dan *Tagetes patula*, maar verschilde niet significant van 'braak'.

Groenbemesters kunnen het wortellesie-aaltje *P. penetrans* vermeerderen. Bij het opstellen van een vruchtwisselingsschema moet hier dan ook rekening mee worden gehouden. Zeker wanneer een groenbemester gepland is op een besmet perceel, is het raadzaam om voor *T. patula* te kiezen. *T.* 'Nemanon' lijkt de ideale groenbemester, maar is toch in staat het aantal aaltjes toe te laten nemen. Op een niet-besmet perceel is *T.* 'Nemanon' een goede keuze.

4.1.3 *Tagetes*-proeven

4.1.3.1 Potproef

In tabel 3 is een overzicht gegeven van het aaltjesbestrijdend effect van de 7 behandelingen (*T. erecta* was op dat moment niet beschikbaar). Tevens is het gemiddelde gewicht bepaald van de bovengrondse delen van 5 planten, de gemiddelde hoeveelheden aaltjes in de potten op het eind van de proef en het percentage doding bij de verschillende gewassen. Behandelingen 1, 6 en 7 zijn controlebehandelingen. Bij 'braak' (1) is het percentage doding gelijk aan de natuurlijke sterfte van de aaltjespopulatie door het ontbreken van een waardplant. Behandeling 6 (*T. patula* 'French Rusty Red') is de *Tagetes*-soort die al 'standaard' gebruikt werd in GBS-Horst. Behandeling 7 (*Phacelia*) geeft de situatie weer bij de teelt van een goede waardplant. De gewassen zijn 12 dagen na zaaien verspeend in 3-liter potten, gevuld met zeer zwaar besmette natuurlijke grond (2000 *P. penetrans*/100 ml grond). Na 3 maanden is het aantal aaltjes bepaald en zijn gewaswaarnemingen verricht.

Tabel 3
Overzicht van de behandelingen, opgewicht per 5 planten (g), aantallen aaltjes (eindbemonstering), en het percentage doding ten opzichte van beginpopulatie.

Behandeling		Gewicht (g/5 pl)	# *Prat.*/100 ml grond	% - doding
		n.v.t	529	74.16 d
1.	Braak	219.28	14	99.32 a
2.	Experimental *T. patula* 'Single Gold'	228.43	46	97.75 b
3.	Experimental hybr. *T.patula x T. erecta*			
4.	*Tagetes hybride* 'Tessy Gold'	244.99	337	83.54 cd
	(*T. tenuifolia x T. erecta*)	271.87	27	98.68 b
5.	Experimental *T. patula*	219.90	123	94.00 c
6.	*T. patula* 'French Rusty Red'	165.96	3967	Vermeerdering
7.	*Phacelia*			

Bij gelijke lettercodering zijn geen significante verschillen aangetoond (95% betrouwbaarheid).

De experimentele behandelingen 2,3 en 5 hebben een significant betere aaltjesdoding dan de standaard *Tagetes patula* 'French Rusty Red'. De kruising *T. patula* x *T. tenuifolia* gaf wat 'mindere' resultaten dan de standaard. Op grond van deze gegevens werd besloten de behandeling 4 *T.* hybride 'Tessy Gold' niet op te nemen in de veldproeven.

Gedurende de potproef is regelmatig de gewaslengte gemeten. Van de *Tagetes*-soorten groeide *T. patula* 'Single Gold' het snelst. *T. erecta* was niet in de potproef opgenomen. Naast de bepaling van de lengtegroei, is ook het gewicht van de bovengrondse delen (opgewas) van de potten bepaald. In figuur 1 zijn deze gewichten en het aantal *P. penetrans* dat na afloop van de proef in de potten aanwezig was, weergegeven. De gewichten van het opgewas van de verschillende *Tagetes*-soorten zijn gemiddelden van 5 planten, die onder lichtarme omstandigheden gegroeid zijn (winter). In de veldproeven zal de nadruk komen te liggen op de groeisnelheid, droge-

Figuur 1 Versgewicht van 5 planten (g) en aantal *P. penetrans* na afloop van de proef per 100 ml grond.

stofproduktie en andere teeltkundige aspecten. Behandelingen 2, 3 en 5 zijn *Tagetes*-soorten die een betere aaltjesbestrijding hebben dan *T. patula* 'French Rusty Red', de standaard. De *Tagetes*-soort exp. *T. pat.*'Single Gold' geeft zelfs een significante betere bestrijding dan de standaardsoort.

4.1.3.2 Veldproef

De veldproeven vonden plaats op de proeftuinen Horst, Noordbroek en Breda. In tabel 4 zijn de behandelingen weergegeven op de diverse locaties. Omdat vooral *T. patula* 'Single Gold' zeer veelbelovend is, zowel wat groeisnelheid, aaltjesbestrijding en zaadproduktiecapaciteit (kan goedkoop geproduceerd worden) betreft, wordt het effect op de aaltjes in de veldproef van deze *Tagetes*-soort gevolgd. Dit gebeurde op de locaties Breda en Horst. In Breda bedroeg de besmetting gemiddeld 96 Pp/100 ml grond, in Horst was dat 190 Pp/100 ml grond (figuur 2).

Tabel 4
Overzicht van de behandelingen bij de diverse locaties.

Behandeling		Breda	Horst	Noordbroek
		x	-	x
A.	Exp. *T. patula* 'Single Gold'	x	x	x
B.	Exp. *T. patula* x *T. erecta*	x	x	x
C.	Exp. *T. patula*	-	x	x
D.	*Tagetes*-mix (50% A + 50% C)	x	x	x
E.	*Tagetes erecta* 'Cracker Jack'	x	x	x
F.	*T. patula* 'French Rusty Red'			

Figuur 1 Aaltjesafname door de teelt van *T. patula* 'Single Gold' in de veldproeven Horst en Breda (bron: PAGV).

Op beide locaties was de *Pratylenchus*-populatie na twee maanden gereduceerd met 87%. Na drie maanden bedroeg de aaltjesreductie 98%. Hoewel de aaltjesbestrijding na 2 maanden aanzienlijk is, gaat de voorkeur uit naar een teeltduur van 3 maanden.

In tabel 5 staat een overzicht van de gewasopbrengsten van iedere behandeling: versgewicht in aantal ton per hectare en het totaal aan drogestof in ton per hectare. Voor de gewichtsbepalingen en het droge stof gehalte is het gewas van 1 m^2 geoogst en omgerekend naar ton/ha (bruto). De verschillen die bij de diverse locaties te zien zijn, zijn te wijten aan teeltverschillen. In Breda zijn de proefvelden regelmatig beregend en werden de gewassen optimaal bemest. Dit was op de andere locaties niet het geval. In Horst is een enkele keer beregend om het gewas te behoeden voor verdroging. Zomer 1995 was zeer droog en heet. In Noordbroek is nauwelijks beregend.

Opvallend is de hoge hoeveelheid versgewicht die door *T. patula* 'Single Gold' is geproduceerd.
In tussentijdse gewaswaarnemingen waarbij gelet werd op snelheid van opkomst en dichtgroei, was dit type steeds de snelste. Ook qua droge stof leverantie komt deze

soort er het beste uit. Het verschil met de *Tagetes*-mix (hoge *T. pat.* 'Single Gold' en de lagere experimentele *T. pat.* is vergelijkbaar met de resultaten van *T. pat.* 'Single Gold'. Halverwege het teeltseizoen was de experimentele *T. patula* alleen nog maar aan de rand van het bed terug te vinden. Blijkbaar was het 'onkruid'-onderdrukkend effect van de *T. pat.* 'Single Gold' voldoende om de lagere soort te onderdrukken.

Tabel 5
Gewasopbrengsten (versgewicht en droge stof) van de onderzochte *Tagetes*-soorten

Behandeling	Breda* 10-95	Horst 10-95	Noordbroek 10-95
versgewicht in (ton/ha)			
A. Exp. *T. patula* 'Single Gold'	76.7	-	85.4
B. Exp. *T. patula* x *T. erecta*	54.7	59.0	39.6
C. exp. *T. patula*	43.3	65.0	29.0
D. *Tagetes*-mix (50% A + 50% C)	-	78.4	73.1
E. *Tagetes erecta* 'Cracker Jack'	67.9	47.6	51.4
F. *T. patula* 'French Rusty Red'	31.6	38.6	42.1
Droge stof (ton/ha)			
A. Exp. *T. patula* 'Single Gold'	19.56	-	13.7
B. Exp. *T. patula* x *T. erecta*	13.46	9.2	5.7
C. Exp. *T. patula*	10.31	8.8	4.2
D. *Tagetes*-mix (50% A + 50% C)	-	16.7	12.8
E. *Tagetes erecta* 'Cracker Jack'	15.62	8.6	7.4
F. *T. patula* 'French Rusty Red'	9.33	6.4	5.5

* Bron: intern verslag 'Tagetes' ROC-Breda/PAGV

4.1.4 Vruchtwisselingsproeven

In tabel 6 staat een overzicht van de geschatte vermeerderingsfactoren weergegeven. Hieruit blijkt dat alleen *Rosa* het wortellesie-aaltje significant vermeerdert. De andere gewassen verminderen de populatie met 30 (*Mahonia*) tot 40 (*Picea, Thuja*) procent. *Tagetes patula* bestrijdt het wortellesie-aaltje effectief (97%). In Noordbroek lijkt de werking van de *Tagetes* wat minder. Dit komt doordat de beginbesmetting in Noordbroek veel lager lag dan in Horst. Misschien is dit ook wel de reden waarom de vermeerderingsfactoren in Noordbroek aan de hoge kant liggen. In de gevallen waarbij een vermindering van het aantal aaltjes verwacht wordt (*Pinus, Tagetes*) is de onbetrouwbaarheid zo groot dat een vermindering statistisch niet aan te tonen is.

Tabel 6
Overzicht van de geschatte vermeerderingsfactoren R van de gewassen voor de meest voorkomende alen- soorten in de vruchtwisselings-grondmonsters gebaseerd op de totale aaltjespopulatie. Tussen haken wordt aangegeven of het gewas de aaltjespopulatie significant vermeerdert (+) of vermindert (-) bij p=0.05.

Gewas	*Prat*	*Para*	*Tylo*	*Tricho*
HORST				
Mahonia	0.54 (-)	0.55 (-)	0.35 (-)	0.65 (-)
Picea	0.44 (-)	0.34 (-)	1.31	1.13
Rosa	1.36 (+)	0.35 (-)	0.61 (-)	0.91
Thuja	0.45 (-)	0.49 (-)	0.44 (-)	1.19
Tagetes	0.03 (-)	0.66 (-)	0.50 (-)	0.78
NOORDBROEK				
Acer	2.24 (+)	0.45 (-)	4.92 (+)	0.45
Pinus	0.91	0.33 (-)	1.63	0.31
Prunus	3.84 (+)	0.51 (-)	2.11 (+)	0.33
Quercus	1.53 (+)	0.57 (-)	4.28 (+)	0.29
Tagetes	0.33	4.08 (+)	1.42	0.26

Prat = *Pratylenchus*, **Sapro** = saprofytische en overige alen, **Para** = *Paratylenchus*, **Tylo** = *Tylenchorhynchus*, **Tricho** = *Trichodorus*.

De meeste gewassen zijn slechte waardplanten voor *Paratylenchus*. Alleen *Tagetes* lijkt hierop een uitzondering te zijn (Noordbroek). In de winter treedt een lichte toename van de populatie op, maar is niet significant. Opvallend is dat de gewassen in Noordbroek *Tylenchorhynchus* vermeerderen, terwijl de gewassen uit Horst deze soort doet afnemen. *Tagetes* gedraagt in Horst anders dan in Noordbroek. In Horst neemt de *Tylenchorhynchus*-populatie door *Tagetes* af en in Noordbroek neemt deze toe. Uit literatuur blijkt *Tagetes* een goede waardplant te zijn voor *Tylenchorhynchus*. Alleen de gegevens van Noordbroek kunnen dit bevestigen. In Noordbroek bestond de *Tylenchorhynchus*-populatie voornamelijk uit *Merlinia*. Deze aaltjessoort komt, wanneer hij voorkomt, in grote aantallen voor. Gedurende de winter neemt de populatie af met 23-46%. *Trichodorus* is een aaltje die virusziekten kan overbrengen. De directe schade aan gewassen door dit aaltje is verwaarloosbaar. Voor exportgewassen kan de aanwezigheid van dit aaltje problematisch zijn. In de berekening van de vermeerderingsfactoren zijn nauwelijks significanties te ontdekken. Alleen *Mahonia* is een slechte waard te noemen. Ditzelfde lijkt te gelden voor de zaailingen, *Rosa* en *Tagetes*. Dit is statistisch niet aantoonbaar.

4.1.5 GBS-en

4.1.5.1 Vermeerderingsfactoren

Tabel 7 geeft een overzicht van de vermeerderingsfactoren van de verschillende gewassen voor de diverse aaltjessoorten die in de grondmonsters aanwezig waren. Hieruit blijkt dat vooral *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* en *Trichodorus* door de meeste gewassen worden vermeerderd. De enige significante afnames zijn te vinden bij *Acer*, *Crataegus*, *Rosa spp.* en de behandeling 'braak' voor *Paratylenchus* en *T. erecta* en *T. patula* bij *Pratylenchus*. Deze 2 *Tagetes*-soorten geven wel een significante toename van *Paratylenchus*. *Tagetes* 'Nemanon' vermeerdert *Pratylenchus*, maar dit is niet significant (slechts één teelt). *Callicarpa* blijkt een zeer goede waardplant te zijn voor *Trichodorus*.

De gewassen die *Pratylenchus penetrans* significant verminderen zijn *Acer platanoides* en *Carpinus betulus* en de groenbemester *T. erecta* en *T. patula*. Potentiële aaltjesreduceerders zijn (waarbij dit niet hard te maken is) zijn: *Alnus glutinosa, Pinus sylvestris, Quercus robur, Rosa spp.* (zaailingen), *Callicarpa, Cupressocyparis, Juniperus* en *Taxus*. Goede vermeerderaars voor het wortellesie-aaltje zijn: *Crataegus monogyna, Prunus spp., Tilia cordata, Abies, Amelanchier, Chamaecyparis, Mahonia, Pinus, Rosa* en *Weigela*. Ook *Betula spp., Fraxinus excelsior, Robinia pseudoacacia, Spiraea* en *Viburnum* lijken het aaltje te vermeerderen, maar dit is niet significant. In bijlage 4 zijn de GBS-gewassen naar waardplantgeschiktheid ingedeeld.

Tabel 7
Overzicht van de geschatte vermeerderingsfactoren R van de gewassen voor de meest voorkomende alensoorten in de GBS-grondmonsters gebaseerd op de totale aaltjespopulatie. Tussen haken wordt aangegeven of het gewas de aaltjespopulatie significant vermeerdert (+) of vermindert (-).

Gewas (aantal teelten)	*Prat*	*Para*	*Tylo*	*Tricho*
NOORDBROEK				
Acer platanoides (2)	0.24 (-)	0.36 (-)	1.18	2.21
Alnus glutinosa (2)	0.00	2.10	1.69	2.83
Betula spp. (2)	2.96	1.41	5.69 (+)	4.97 (+)
Carpinus betulus (3)	0.14 (-)	0.70	3.48 (+)	0.84
Crataegus monogyna (8)	4.03 (+)	0.36 (-)	3.36 (+)	2.66 (+)
Fagus sylvatica (7)	1.61	0.70	4.37 (+)	3.09 (+)
Fraxinus excelsior (7)	2.21	5.53 (+)	1.49	3.16 (+)
Pinus sylvestris (4)	0.82	0.44	2.57	2.38
Prunus spp. (7)	3.08 (+)	0.80	5.91 (+)	3.80 (+)
Quercus robur (12)	0.87	1.20	4.75 (+)	3.04 (+)
Robinia pseudoacacia (2)	2.17	2.55	4.56 (+)	0.73
Rosa ssp. (15)	0.58	0.29 (-)	1.18	1.29
Tilia cordata (2)	3.97 (+)	1.49	1.87	4.11 (+)
braak (2)	0.05 (-)	0.17 (-)	2.30	1.32
Raphanus sativus spp.(2)	0.47	0.38	2.12	2.29
Tagetes erecta (17)	0.17 (-)	2.34 (+)	0.61	1.16
HORST				
Abies (2)	3.35 (+)	0.40	1.99	2.73
Amelanchier (2)	7.56 (+)	0.57	1.05	3.08 (+)
Callicarpa (2)	0.00	1.05	3.33 (+)	11.57 (+)
Chamaecyparis (4)	4.69 (+)	1.33	1.31	2.24
Cupressocyparis (1)	0.80	0.74	2.45 (+)	1.75
Forsythia (2)	1.54	0.46	0.00	2.05
Juniperus (3)	0.93	0.96	2.48 (+)	2.35 (+)
Ligustrum (2)	1.46	0.42	0.77	0.87
Mahonia (3)	1.96 (+)	2.28 (+)	1.99 (+)	0.80
Malus (2)	2.21	0.50	2.85 (+)	1.75
Picea (3)	1.49	0.50	6.49 (+)	4.64 (+)
Pinus (2)	3.04 (+)	1.24	0.82	2.30
Potentilla (2)	2.06	0.50	1.81	1.07
Prunus (5)	3.40	0.68	3.72 (+)	2.16
Rosa (2)	2.35 (+)	0.53	3.31 (+)	0.93
Spirea (1)	1.61	1.08	0.42	1.67
Taxus (4)	0.85	0.74	0.59	2.43 (+)
Thuja (5)	2.41 (+)	0.72	2.66 (+)	2.24 (+)
Viburnum (3)	1.98	1.00	1.56	0.89
Weigela (2)	2.62 (+)	0.87	2.11	2.26
Tagetes patula	0.03 (-)	2.61 (+)	1.41	0.64
Tagetes 'Nemanon'	5.61	1.71	1.72	0.00

Prat = *Pratylenchus*, **Sapro** = saprofytische en overige alen, **Para** = *Paratylenchus*, **Tylo** = *Tylenchorhynchus*, **Tricho** = *Trichodorus*.

De overige plantparasitaire aaltjes geven nauwelijks directe schade aan boomkwekerijgewassen. *Paratylenchus* wordt door ongeveer een derde van de gewassen vermeerderd. Bij *Fraxinus, Mahonia, T. patula* en *T. erecta* is de vermeerdering significant. De gewassen *Acer, Crataegus,* en *Rosa spp.* (zaailingen)

verminderen *Paratylenchus*. *Tylenchorhynchus* wordt door alle gewassen in Noordbroek vermeerderd. In Horst verminderen vijf gewassen de *Tylenchorhynchus*-populatie, maar dit is nergens significant. *Tylenchorhynchus* is voor de boomkwekerijsector niet van belang. *Trichodorus* is echter in staat om virussen over te dragen. De aanwezigheid van deze alensoort is bepalend voor het kunnen verkrijgen van virusvrijverklaringen. Deze verklaring is nodig voor een aantal exportgewassen en onderstammen is. Een partij zonder virusvrijverklaring, brengt in de regel minder op.

4.1.5.2 Familie-effecten

Per familie wordt gekeken naar de vermeerderingsfactor met bijhorende onder- en bovengrenzen (tabel 8). Het aantal teelten per familie is aangegeven tussen haakjes. De groenbemesters *Asteraceae* en *Brassicaceae* staan onderaan, om verwarring met de 'echte' boomkwekerijgewassen te voorkomen. Bij de interpretatie van de tabel moet rekening worden gehouden met het feit dat sommige families maar door 1 gewas vertegenwoordigd zijn. Het effect van zo'n familie wordt dan volledig bepaald door dat ene gewas. Zo bestonden de *Asteraceae* volledig uit het gewas *Tagetes* en de *Aceraceae* uit *Acer platanoides*. *Tilia cordata* is de enige *Tiliaceae* in het GBS. Dit geeft aan dat er erg voorzichtig moet worden omgegaan met de gegevens en conclusies uit de tabel.

Tabel 8
Vermeerderingsfactoren van de FAMILIES voor *Pratylenchus penetrans* met boven en ondergrenzen, effect op de populatie: toename (+), afname (-) of niet significant (ns), en waardering waardfamilie gebaseerd op de totale fractie

Familie	onder grens	R	boven grens	Effect		Waardering waardfamilie
GBS Noordbroek						
Aceraceae (2)	0.09	0.32	1.06	ns		Zeer slecht
Betulaceae (7)	0.29	0.80	2.16	ns		Slecht
Fabaceae (2)	0.43	1.45	4.90	ns		Goed
Fagaceae (20)	0.52	1.01	1.95	ns		Goed
Oleaceae (7)	0.95	2.16	4.94	ns		Goed
Pinaceae (4)	0.24	0.80	2.63	ns		Slecht
Rosaceae (30)	1.25	2.35	4.40	+		Goed
Tiliaceae (3)	1.69	4.24	10.62	+		Goed
Asteraceae (17)	0.07	0.18	0.42	-		Zeer slecht
Brassicaceae (2)	0.21	0.73	2.58	ns		Slecht
GBS Horst						
Berberidaceae (2)	0.96	2.42	6.09	+	(ns)	Goed
Caprifoliaceae (4)	1.06	2.45	5.68	+		Goed
Cupressaceae (11)	1.62	2.79	4.80	+		Goed
Oleaceae (3)	0.14	0.73	3.89	-	(ns)	Slecht
Pinaceae (6)	1.23	2.24	4.08	+		Goed
Rosaceae (9)	2.26	4.19	7.78	+		Goed
Taxaceae (4)	0.28	0.66	1.58	-	(ns)	Slecht
Verbenaceae (1)	0.00	0.00	***	-	(ns)	Zeer slecht
Asteraceae (20)	0.08	0.20	0.50	-		Zeer slecht

Waard(familie)geschiktheidswaardering:
R< ± 0.30 Zeer slecht, R < 1: Slecht
R = ± 1 Matig, R > 1: Goed

In Noordbroek zijn de familie-effecten nauwelijks significant. Alleen bij de *Rosaceae* en *Tiliacea* worden significante vermeerderingen gevonden. Als er naar de vermeerderingsfactoren gekeken wordt, lijken de *Aceraceae, Betulaceae, Pinaceae* en in mindere mate ook de *Fagaceae* het wortellesie-aaltje in het slechtste geval op een gelijk niveau te houden. De reductie van deze families zijn niet significant.

Significant vermeerderende families in GBS-Horst zijn: *Caprifoliaceae, Cupressaceae, Pinaceae* en *Rosaceae.* Geen enkele familie reduceert het aantal *Pratylenchus penetrans* significant. Toch zijn de families *Oleaceae, Taxacea* en *Verbenaceae* perspectiefvol. Voor het opstellen van een rotatieschema zou het interessant zijn om deze families in één rotatiegroep in te delen.

4.1.5.3 Rotatiegroep-effecten

Het model waarmee de vermeerderingsfactoren geschat worden is ook gebruikt om de effecten van de GBS-rotatiegroepen op de aaltjespopulatie te bekijken (tabel 9). Dit is een zeer grove methode omdat er geen rekening gehouden wordt met de verschillen in aaltjesvermeerderend vermogen van de gewassen binnen een rotatiegroep of met verschillen in teeltwijze. De berekende R-en voor de rotatiegroepen geven inzicht in het effect van deze groepen.

Voor de berekening van de rotatiegroepeffecten was het noodzakelijk om de groepen van het GBS-Noordbroek opnieuw in te delen. De oorspronkelijke 5 groepen zijn teruggebracht naar 3. Er wordt onderscheid gemaakt in de groepen *Rosaceae* (rozeonderstammen en *Rosaceae*), groenbemesters en overige bos- en haagplantsoengewassen. Dit is gedaan omdat een zeer groot aantal gewassen in meerdere groepen voor blijkt te komen (bijlage 5). Dit geldt bijvoorbeeld voor de groep *Rocaceae.* Hoewel de rozeonderstammen als aparte groep worden beschouwd, vallen deze teelten ook onder de groep *Rosaceae.* In de analyse zijn deze groepen samengevoegd onder de *Rosaceae* (1). De groep groenbemesters blijft gehandhaafd (2). In groep 3 zijn de 2 bos- en haagplantsoengroepen samengevoegd. De *Rosaceae* die in deze groepen voorkwamen zijn in rotatiegroep 1 gestopt. Zodoende zijn er 3 verschillende rotatiegroepen overgebleven. Daarnaast is het effect van Braak (Bra) op de aaltjes bekeken. Voor het GBS-Horst was een aanpassing van de rotatiegroepen niet nodig.

Tabel 9
Vermeerderingsfactor van de ROTATIEGROEPEN voor *Pratylenchus penetrans* met boven en ondergrenzen en effect op de populatie: toename (+) of afname (-), waardering waardgroep gebaseerd op de totale fractie (ns=niet significant).

Rotatiegroep (aantal waarnemingen)		Onder grens	R	Boven grens	Effect	Rotatiegroep vermeerdering
GBS Noordbroek						
1	*Rosaceae* (37)	0.97	2.08	4.48	ns	Goed
2	Groenbemesters (19)	0.10	0.26	0.65	-	Zeer slecht
3	Bos- en Haagplantsoen (38)	0.48	1.04	2.26	ns	Matig
Bra	Braak (2)	0.03	0.39	4.90	ns	Slecht
GBS Horst						
A	*Rosaceae (12)*	1.73	3.18	5.86	+	Goed
B	Kluithoudende heesters (17)	1.25	2.31	4.26	+	Goed
C	Kale wortel heesters (6)	0.24	1.01	4.21	ns	Matig
D	*Phytophthora*-gevoelige heesters (12)	1.40	2.40	4.14	+	Goed
E	Schubconiferen (*Cupressaceae*) (16)	0.97	1.76	3.17	ns	Goed
F	Naaldconiferen (*Pinaceae*)(9)	1.36	2.41	4.27	+	Goed
G	Groenbemesters/ aaltjesdodende gewassen (19)	0.09	0.23	0.58	-	Slecht

Vermeerderingseffect bepaling:
R< ± 0.30 Zeer slecht, R < 1: Slecht
R = ± 1 Matig, R > 1: Goed

Uit tabel 9 kan worden afgeleid dat de *Rosaceae* het aaltje in Noordbroek waarschijnlijk vermeerderen (niet significant). In tabel 7 (§ 4.1.5.1) lijken de rozeonderstammen (*Rosa spp.*) het aaltje te drukken. De samenvoeging van alle *Rosaceae* en één rotatiegroep blijkt dus niet zo'n goed idee te zijn geweest. Zeker voor de groep *Rosaceae* is het van belang om onderscheid te kunnen maken tussen meer en minder goede waardplanten. Voorgesteld wordt om de groep *Rosaceae* te splitsen in de slechte waardplanten 'rozeonderstammen' en de goed vermeerderende 'overige *Rosaceae*'. In Horst vermeerderen de *Rosaceae* significant.

De groenbemesters (groep 2 en G) geven een daling van de populatie. Van de 19 groenbemesters die gebruikt zijn in Noordbroek, zijn er 18 *Tagetes erecta's* en 2 bladrammenassoorten. In Horst bestond het overgrote deel van de geteelde groenbemesters uit *Tagetes patula*. Dit verklaart de aaltjesreductie. In paragraaf 4.1.2 (groenbemesters) is aangegeven dat traditioneel gebruikte groenbemesters het aaltje kunnen stimuleren. Het aaltjesreducerend effect van 'braak' is wel zichtbaar in de geschatte Pf/Pi, maar is niet significant. De groep 'overige bos- en haagplantsoengewassen' blijkt het wortellesie-aaltje nauwelijks te vermeerderen (R= ± 1).

In Horst blijkt bijna elke rotatiegroep het aaltje te vermeerderen. Alleen de groep groenbemesters (hoofdzakelijk bestaande uit *Tagetes*-teelten) geven een vermindering. De effecten van de rotatiegroepen C en E zijn niet significant. De geschatte vermeerderingsfactor laat zien dat beide groepen waarschijnlijk het aaltje ook vermeerderen, maar doen dit waarschijnlijk minder sterk. Voor het opstellen van een

rotatieschema is dit soort informatie essentieel. Het inpassen van een *Tagetes*-teelt blijft noodzakelijk. In bijlage 9 en 10 is het aaltjesverloop in de verschillende blokken van GBS Noordbroek en Horst weergegeven. In Horst is dit verloop veel grilliger dan in Noordbroek. De aaltjespopulatie bouwt blijkbaar sneller op, wanneer gewassen voor 2 jaar worden opgeplant. Hoge aaltjesaantallen worden de kop ingedrukt door een *Tagetes*-teelt. De *Tagetes*-teelten zijn in de grafieken duidelijk te herkennen aan de forse aaltjesafnames. Dit is onder andere het geval in blokken 1,2 en 6 in 1993, blok 4 in 1994 en blokken 3 en 7 in 1995.

4.2 SCHADERELATIES

In bijlage 6 en 7 zijn de grafieken van de gewassen uit de vruchtwisselingsproeven opgenomen. Deze grafieken zijn gebaseerd op de totale aaltjespopulatie van *P. penetrans* in het voorjaar. In de grafieken zijn steeds vier lijnen te zien, voor ieder jaar één, met dezelfde richtingscoëfficiënt. In de analyse kon niet bewezen worden dat de hellingen jaarafhankelijk waren. Opvallend in de grafieken is dat deze lijnen nogal uit elkaar liggen. Er blijken sterke jaarsinvloeden te zijn. Het ene jaar was groeikrachtiger dan het andere. Toch zijn de jaarsinvloeden per gewas niet vergelijkbaar. Voor *Thuja, Rosa* zijn de groeiresultaten in 1992 en 1995 het minst. Bij *Prunus, Acer* en *Pinus* is de beste groei gehaald in 1992. Bij de sier-heesters en -coniferen is uitgegaan van 1-jarig materiaal. Omdat de grootte hiervan jaarlijks toch wat leek te verschillen moest hiermee rekening gehouden worden. In Horst was het aantal planten per monitorveldje jaarlijks gelijk, dit wil zeggen zo'n 9-10 planten per m^2. Het verschil in grootte bij aanvang van de proef werd ondervangen door de beginsituatie als covariabele in de analyses mee te nemen. Toch bleven de jaarsinvloeden aanwezig. In Noordbroek verschilde het aantal planten per m^2 wel eens. De beginsituatie kon bij deze gewassen niet worden meegenomen als covariable omdat er werd uitgegaan van zaad. Hierdoor kan verklaard worden dat de jaarsinvloeden in Noordbroek groter zijn dan in Horst.

Tabel 10
Overzicht van de hellingen van de regressielijnen van de gewasgroei, uitslag toets of de hellingen verschillen van 0 met s= significant, ns= niet significant (≠ van 0) en het percentage verklaarde variantie.

Gewas	Groeiparameter	Helling	≠ van 0	% verklaarde variantie
Thuja	Lengte	-3.539	s	83.4
Mahonia	Lengte	-4.246	s	63.3
Picea	Lengte	-1.069	s	69.2
Acer	Lengte	-1.899	ns	37.4
Quercus	Lengte	-0.171	ns	81.8
Rosa	Dikte wortelhals	-1.274	s	61.0
Prunus	Dikte wortelhals	-0.563	s	64.5
Pinus	Dikte wortelhals	-0.116	s	89.6

Aan de helling van de regressielijnen is af te leiden in hoeverre een gewas gevoelig is voor *Pratylenchus penetrans* (tabel 10). Tevens is getest of de helling significant kleiner is dan nul. Uit bovenstaande tabel blijkt dat *Acer* en *Quercus* niet gevoelig zijn voor het wortellesie-aaltje. Het onderling vergelijken van de gevoeligheid van de gewassen aan de hand van de hellingen is niet zinvol. Een groeireductie van 4 cm bij een gewas dat 1 meter per jaar groeit, is bijvoorbeeld minder erg dan bij een dat slechts 10 cm per jaar groeit. Beter is het om naar relatieve groeireducties te kijken (tabel 11).

Tabel 11
Relatieve groei in het beste (MAX-%) en slechtste (MIN-%) jaar van de diverse gewassen bij 10 en 100 *Pp* per 100 ml grond.

Gewas	MAX-% 10 Pp	MIN-% 10 Pp	MAX-% 100 Pp	MIN-% 100 Pp
Quercus	99.54	99.36	99.07	98.71
Acer	95.79	93.14	91.58	86.27
Prunus	94.14	90.57	88.29	81.15
Rosa	91.53	86.56	83.06	73.11
Thuja	91.38	84.44	82.75	68.87
Picea	90.67	79.36	81.35	58.73
Mahonia	77.82	67.01	54.89	34.02
Pinus	67.48	37.73	34.96	(-24.55)*

* Berekende waarde

In tabel 11 staan de gewassen gerangschikt van 'ongevoelig' naar 'zeer gevoelig'. *Quercus* en *Acer* zijn amper gevoelig voor het wortellesie-aaltje. Zelfs bij 100 Pp/100 ml grond is bij *Quercus* nauwelijks groeiverlies geconstateerd. Dit geldt voor zowel het beste als het slechtste jaar uit de proefperiode. *Mahonia* en *Pinus* zijn extreem gevoelig. Het verschil in gevoeligheid tussen zaailingen en de gewassen uit Horst blijft aanwezig. De zaailingen lijken in het algemeen minder gevoelig (met uitzondering van *Pinus*). In Horst lijken alle gewassen minimaal even gevoelig te zijn als *Rosa*. Voor *Thuja, Picea* en ook *Pinus* is dit een onverwacht resultaat.

Het regressiemodel waarmee de groei beschreven wordt op besmette grond, gaat ervan uit dat de groei van de gewassen exponentieel afneemt naarmate de beginpopulatie hoger is. In werkelijkheid zal de groeireductie minimaal zijn tot een bepaald aantal aaltjes is bereikt. Daarna zal de groei sterk afnemen. Dit kritieke punt kan niet bepaald worden met het gebruikte model ($Y = A_{jaar} + (B*Log_{Pi})$). Bovendien is het aantal waarnemingen per 'aaltjesdichtheid' te gering. Misschien is het een idee om per gewas 2 hellingen te berekenen. De eerste in het gebied van nul tot bijvoorbeeld 100 à 150 aaltjes per 100 ml grond, en een tweede vanaf 150. Het snijpunt van beide lijnen zou dan het 'kritieke' punt of gebied benaderen.

5 CONCLUSIES EN DISCUSSIE

5.1 GROENBEMESTERS EN TAGETES

In het kader van dit project zijn een aantal groenbemesters onderzocht op hun effecten op de *Pratylenchus*-populatie. Als opmerkelijke conclusie kan gesteld worden dat de traditioneel gebruikte *Phacelia*, gele mosterd en Italiaans raaigras zeer sterke vermeerderingen geven. Ze zijn alle zeer goede waardplanten voor *Pratylenchus*. Dit in tegenstelling tot *Tagetes patula* en de behandeling 'braak'. De manshoge afrikaantjessoort *Tagetes* 'Nemanon' gaf in de groenbemestersproef een lichte vermeerdering van het aaltje. In de vruchtwisselingsproef werd de vermeerdering duidelijk sterker geschat (hoewel niet significant). Dit wijst erop dat *Tagetes* 'Nemanon' niet als aaltjesbestrijdend gewas ingezet kan worden in een vruchtwisselingsschema. Wel is het een goede groenbemester indien er geen aaltjesbesmetting is. Het afrikaantje *Tagetes erecta*, die qua groei tussen het *T. patula*-type en het *T. minuta*-type in ligt, bestrijdt *Pratylenchus* redelijk. Vooral op de proeftuin in Noordbroek, waar nogal wat onkruidproblemen zijn, werd het aaltje goed bestreden. Uit de literatuur is echter bekend dat *T. patula* op braakliggend terrein het aaltje beter bestrijdt dan *T. erecta*. Het onkruidonderdrukkend effect van *Tagetes patula* is veel minder dan dat van *T. erecta*. Omdat de meeste onkruiden het wortellesie-aaltje kunnen vermeerderen, kan de uiteindelijke bestrijding van *T. patula* slechter zijn dan *T. erecta*, wanneer er een hoge onkruiddruk heerst. Om deze reden is binnen het *T. patula* sortiment gekeken naar een sterk groeiende soort. Na pot- en veldproeven bleek *T. patula* 'Single Gold' de beste keuze te zijn. De aaltjesbestrijdende werking is zelfs beter dan onze standaardsoort. De opkomst en dichtgroei is veel sneller. Bovendien is de drogestof produktie het dubbele van de standaard *T. patula*. In het onderzoek zijn de *Tagetes*-soorten op rijen gezaaid. Dit bood de mogelijkheid om mechanisch te schoffelen. Door de sterke onkruidonderdrukking is het niet nodig gebleken om deze teelthandeling uit te voeren. In de praktijk kan *Tagetes* het best volvelds gezaaid worden. Hierdoor is de doorworteling van de bouwvoor beter, waardoor optimaal gebruik gemaakt wordt van de aaltjesbestrijdende werking. *T. patula* 'Single Gold' zal voor de boomteeltsector een zeer welkome aanwinst zijn.

5.2 BEPALING VAN VERMEERDERINGSFACTOREN

De vermeerderingsfactor van een gewas wordt geschat aan de hand van de aaltjespopulatie aan het begin en het einde van een teelt. Een grondmonster bestaat uit een gedeelte waarin de aaltjes zich vrij bewegen, en een deel waarin de aaltjes zich in worteldelen of wortelresten bevinden. Het eerste gedeelte, de fijne fractie, wordt met behulp van de Oostenbrink Elutriator opgespoeld. Het gedeelte met de wortelresten wordt op een wattenfilter uitgelegd en gedurende 2-3 dagen geïncubeerd. Deze fractie wordt de grove fractie of incubatie-monster genoemd. In het najaar is deze fractie maximaal. Zo'n 70% van het aantal *Pratylenchus penetrans* bevindt zich in deze fractie. In het voorjaar is het grootste deel van de grove fractie verteerd. Afhankelijk van de 'verteerbaarheid' van het wortelstelsel gebeurt dit snel of langzaam.

Het schatten van de vermeerderingsfactor kan het beste gedaan worden aan de totale aaltjespopulatie. Voor *Pratylenchus* betekent dit dat de aantallen in de grove en fijne fractie gebruikt moeten worden. Voor de overige vrijlevende alen volstaat de fijne fractie.

De vermeerderingsfactoren van de gewassen uit de vruchtwisselingsproef Horst (*Rosa, Mahonia, Thuja* en *Picea*) blijken voor *Pratylenchus* te laag geschat te worden. *Rosa* is het enige gewas dat bij 'extreme' aaltjesaantallen nog vermeerdert. De overige siergewassen gaven een populatie-afname. Dit was in tegenspraak met de resultaten uit het GBS. Hier bleken *Mahonia, Picea* en *Thuja* goede waardplanten te zijn. Hoewel deze vermeerderingsfactoren van het GBS gebaseerd waren op slechts een paar waarnemingen, lijken deze meer voor de hand liggend te zijn. In de vruchtwisselingsproef was de aaltjespopulatie veel hoger dan in het GBS, waardoor er vaak populatie-afnames geregistreerd werden, doordat de verhouding voedselaanbod/aaltjespopulatie scheef lag.

In Noordbroek is het moeilijker om significante uitspraken te doen over de vermeerderen of verminderen dan in Horst. Dit is voornamelijk te wijten aan de lage beginbesmetting en de grote variatie in de waarnemingen. De beginpopulaties lagen vaak in de buurt van 0. Gedurende de proefperiode liep het aantal aaltjes wel op. Van veldjes waarbij de beginpopulatie 0 is en de eindpopulatie groter dan 0, is het moeilijk om een vermeerderingsfactor te schatten. In principe is de vermeerdering dan oneindig. Het statistische model lost dit op door de beginpopulatie niet helemaal op nul te schatten. Toch is de spreiding bij lage aaltjesaantallen veel groter dan bij hogere dichtheden. Hierdoor is het aan te bevelen steeds voldoende veldjes te onderzoeken.

Om de aaltjes effectief te bestrijden is het inzetten van *Tagetes patula* gewenst. Met dit gewas werd 97% van de aaltjes bestreden. In Noordbroek, waar de beginbesmetting zeer laag was, werd de reductie op slechts 67% geschat (hierbij was het reducerende effect van *Tagetes* niet significant). Deze lage schatting van Noordbroek is ook weer te verklaren door het lage aantal aaltjes in het voorjaar en de grote spreiding in de waarnemingen.

Voor beide GBS-en is een poging ondernomen om eventuele familie- en rotatiegroep effecten te bepalen. Dit is gedaan door vermeerderingsfactoren te schatten. Wanneer familie-effecten bekend zijn, is het gemakkelijker om niet-onderzochte gewassen met onbekende waardplantgeschiktheid en gevoeligheid in een rotatiegroep te plaatsen. Bij de beslissing om een gewas ergens in te delen, zal ervaring en gevoel toch belangrijk blijven. De *Aceraceae, Betulaceae, Fagaceae* en *Pinaceae* laten het aantal aaltjes in Noordbroek afnemen (niet significant), of houden het op een gelijk niveau. In Horst werd een afname van de populatie gevonden bij: *Oleaceae, Taxaceae* en *Verbenaceae* (ook niet significant). In Horst geven de meeste rotatiegroepen een toename van de aaltjespopulatie. Alleen de 'kale-wortel' heesters zouden de populatie op eenzelfde niveau houden. In Noordbroek is de groep 'niet-*Rosaceae*' (overig bos-en haagplantsoen) neutraal. De groep *Rosaceae* vermeerdert in zijn geheel, maar kan worden opgesplitst in een reducerende groep 'onderstammen' en de sterk vermeerderende overige *Rosaceae*. *Tagetes* zal een vast onderdeel van het vruchtwisselingsplan moeten blijven. Hoe vaak *Tagetes* in zo'n plan minimaal nodig is, is moeilijk aan te geven. Waarschijnlijk is het binnen het bos- en haagplantsoen minder vaak nodig dan in de sierheesters en coniferen.

Het effect van de onderzochte gewassen op de overige aaltjes (saprofytische en overige plantparasitaire) zijn minder duidelijk. Doordat er vaak grote spreidingen zijn, en het aantal aaltjes waarop de schatting wordt gebaseerd, zijn de betrouwbaarheidsintervallen (95% BTBH) zo groot, dat er niet met zekerheid kan worden gezegd of een gewas de aaltjes doet toe- of afnemen. Deze aaltjes zijn echter van minder belang voor de boomteelt. Alleen *Trichodorus* zou in de toekomst een probleem kunnen worden. Dit aaltje is in staat om virussen over te dragen. Bijna alle boomkwekerijgewassen uit dit onderzoek vermeerderden deze soort significant.

5.3 SCHADERELATIES

Voor het bepalen van de schaderelaties zijn regressies uitgevoerd op diverse groeiparameters. De richtingscoëfficiënt van de lijnen per fractie zijn vergelijkbaar, behalve bij *Quercus*. De helling van de lijnen verschilt ook nogal per gewas. Dit komt doordat de groei van de gewassen uit Horst sterker beïnvloed wordt door de aaltjes dan de zaailingen in Noordbroek. Bij de Noordbroekse gewassen lopen de lijnen in het algemeen wat vlakker.

Door met dit regressiemodel te werken wordt ervan uitgegaan dat de groei van de gewassen exponentieel afneemt naarmate de beginpopulatie hoger is. In werkelijkheid zal de groeireductie minimaal zijn tot een bepaald aantal aaltjes is bereikt. Daarna zal de groei sterk afnemen. Dit kritieke punt kan niet bepaald worden met bovenstaand model. Bovendien is het aantal waarnemingen per 'aaltjesdichtheid' te gering. Voor het bepalen van de meest geschikte lijn of curve door de punten heen, blijkt een rechte lijn geen verkeerde veronderstelling te zijn. De gerealiseerde percentages verklaarde variantie zijn extreem hoog. In Horst waar de aaltjesbesmetting zeer hoog lag bij aanvang van het project, zijn nauwelijks gegevens over de groei bij aaltjespopulaties tussen de 0 en 100 Pp/100 ml grond. Waarschijnlijk zal ergens in dit gebied de kritieke aaltjespopulatie liggen, waarbij de groei sterk af gaat nemen.

In de grafieken zijn steeds vier lijnen te zien. Opvallend is dat deze lijnen nogal uit elkaar liggen. Dit zijn de jaarsinvloeden. Het ene jaar blijkt groeikrachtiger te zijn dan het andere. Toch zijn de jaarsinvloeden per gewas niet vergelijkbaar. Voor *Thuja, Rosa* zijn de groeiresultaten in 1992 en 1995 het minst. Bij *Prunus, Acer* en *Pinus* is de beste groei gehaald in 1992. De groeireductie van de diverse gewassen kan het best beoordeeld worden als er naar de relatieve groei wordt gekeken. Hieruit blijkt dat *Quercus* praktisch ongevoelig is voor schade door *Pratylenchus*. *Pinus* is zeer gevoelig. Bij lage aantallen aaltjes daalt de groei (diktegroei wortelhals) bij *Pinus* al met zo'n 30%!

6 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

Voor het vervolgonderzoek is aan te bevelen dat het aantal gewassen sterk wordt uitgebreid. Hierbij zijn de vermeerdering van en gevoeligheid voor *Pratylenchus* speerpunten. Het ontwikkelen van een snelle toetsmethode zou een mogelijkheid kunnen zijn om in korte tijd veel gewassen te screenen. Te denken valt aan een potproef met verschillende beginbesmettingen (verdunningsreeks). De betrouwbaarheid van zo'n potproef zal gecontroleerd moeten worden door middel van veldproeven.

Het bepalen van vermeerderingsfactoren voor plantefamilies zou een handvat kunnen zijn om betere rotatiegroepindelingen te maken. Gewassen waarvan de vermeerdering niet bekend is, zijn op deze manier gemakkelijker ergens te plaatsen. Toch moet hierbij rekening worden gehouden dat de vermeerdering tussen soorten en cultivars binnen een familie heel erg kunnen verschillen. Denk maar aan de *Asteraceae* waar *Tagetes* onder valt, en de verschillen in aaltjesbestrijding van de verschillende *Tagetes*-soorten.

Omdat het nogal eens voorkomt dat er verschillende 'pathotypen' van plaagorganismen aanwezig zijn of ontstaan, is het nuttig om gewaseffecten op aaltjespopulaties van verschillende herkomsten te toetsen. Bij *Meloidogyne* is er onlangs (1995) een nieuwe ondersoort benoemd. Binnen de soort *Pratylenchus penetrans* zijn (nog) geen subspecies bekend, maar dat wil niet zeggen dat ze er niet zijn. Misschien zou er op termijn een 'genenbank' van de diverse *Pratylenchus*-soorten uit Nederland (of zelfs internationaal) opgezet moeten worden.

Vruchtwisselingseffecten onderzoeken is zeer langdurig en duur onderzoek. In de huidige GBS-en is gekozen voor een bepaalde vruchtwisseling. Voor beide bedrijven geldt dat de rotatie in de proefperiode nog niet helemaal rond is. Langetermijneffecten zijn daarom niet te geven. Aan te bevelen is om, wanneer het mogelijk is om de GBS-en aan te houden, de aaltjessituatie over de jaren heen te blijven volgen. Hierbij zouden voorjaarsbemonsteringen volstaan, eventueel aangevuld met wortelmonsterbepalingen in het najaar.

Ook zal er eens kritisch naar het bemonsterings- en adviseringssysteem moeten worden gekeken. In de praktijk is de behoefte ontstaan om de 'echte' besmetting van een perceel te achterhalen. Het huidige bemonsteringssysteem is meer bedoeld om een diagnose te stellen bij groeiproblemen, of om de besmettingsgraad van een braakliggend perceel vast te stellen. Dit systeem is niet goed bruikbaar in een vruchtwisseling, waarbij teelten elkaar opvolgen. De wortelresten van de voorgaande teelt beïnvloeden in grote mate de volgteelt. Met het huidige bemonsteringssysteem wordt hier onvoldoende rekening mee gehouden, waardoor de aaltjespopulatie wordt onderschat.

7 LITERATUUR

Anonymus,
1990, Basiscursus Nematologie,
collegedictaat Landbouw Universiteit Wageningen, Vakgroep Nematologie, 166 p.

Anonymus
1993, Onderzoekprogramma voor geïntegreerde bedrijfssystemen in de boomkwekerij, Rapport 21, Proefstation voor de boomkwekerij.

Bogaards, A.G.,
1991, Geïntegreerd bedrijfssysteem bos- en haagplantsoen en rozenonderstammen (GBS-Noordbroek),
tussenrapportage detaillering onderzoeksplannen, Proeftuin Noordbroek.

Coosemans, J.,
1975, Studie van de interactie tussen *Pratylenchus penetrans* (Cobb, Filipjev & Stekhoven) en *Verticillium albo-atrum* (Reinke & Berthold) en *V. dahliae* (Klebahn) op het verwelkingssyndroom,
Katholieke Universiteit te Leuven, Faculteit der Landbouwwetenschappen, Doctoraal proefschrift, 188 p.

Hijink, M.J., M. Oostenbrink,
1968, Vruchtwisseling ter bestrijding van planteziekten en -plagen,
verslagen en mededelingen planteziektekundige dienst Wageningen, Separate serie no. 368., 7 p.

Maeseneer, J. de,
1967, Biologie en bestrijding van *Pratylenchus penetrans* en *Pratylenchus crenatus*, Rijksfaculteit der Landbouwwetenschappen Gent, Proefschrift tot het bekomen van de graad van Doctor in de Landbouwkundige wetenschappen, 127 p.

Oostenbrink M., J.J.'s Jacob en K. Kuiper,
1957, Over de waardplanten van *Pratylenchus penetrans*,
T. Pl. ziekten Vol. 63, p. 345-360.

Oostenbrink, M.
1966, Major characteristics of the relation between Nematodes and plants, Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, vol. 66, nr. 4, 46 p.

Seinhorst, J.W.,
1970, Dynamics of populations of plant parasitic nematodes,
Annual Review of Phytopathology, Vol. 8, p 131-156.

Suatmadji, R.W.,
1969, Studies on the effect of *Tagetes spp.* on plant parasitic nematodes, H. Veenman & Zonen N.V., Wageningen, 132 p.

Thissen J.T.N.M.,
1995, Berekening van Pf/Pi-ratio's van aaltjesaantallen met behulp van GLMM's, GLW-notitie THI-95-04, Groep Landbouwwiskunde Wageningen, 4 p.

8 BIJLAGEN

BIJLAGE 1

Waardplantgeschiktheid voor *P. penetrans* gebaseerd op aantallen aaltjes per 10 gram wortels als percentage van proefveldgemiddelde (naar M. Oostenbrink et al, 1957)

Slecht <15%	Matig 15-150%	Goed >150%	Onbekend
Cornus sanguinea	*Abies alba*	*Aesculus hippocastaneum*	*Alnus incana*
Cotinus coggygria	*Acer campestre*	*Betula pendula*	*Aronia arbutifolia*
Daphne mezereum	*Acer negundo*	*Berberis julianae (x)*	*Betula pubescens*
Gaultheria procumbens	*Acer platanoides*	*Cytisus scoparius*	*Cotoneaster*
Hippophae rhamnoides	*Acer pseudoplatanus*	*Laburnum anagyroides*	*divaricatus*
Larix koempferi	*Ailanthus altissima*	*Malus sylvatica EM-VII*	*Eleagnus*
Liriodendron tulipifera	*Alnus glutinosa*	*Malus sylvatica EM-XI*	*angustifolia*
Pinus nigra spp. *laricio*	*Amelanchier canadensis*	*Malus sylvatica EM-XVI*	*Thuja orientalis*
Prunus serotina	*Berberis gagnepainii*	*Prunus cerasiferae*	
Rosa succes	*Berberis giraldii*	*Prunus domestica* 'St Julien'	
	Berberis thunbergii	*Prunus mahaleb*	
	B. thunb. 'Atropurpurea'	*Prunus spinosa*	
	Cedrus libani spp. *atlantica*	*Ribes rubrum*	
	Cercis siliquastrum		
	Chaenomelis japonica		
	Corylus avellana		
	Cotoneaster integerrimus		
	Cotoneaster rotundifolia		
	Cotoneaster simonsii		
	Crataegus laevigata		
	Cytisus nigricans		
	Fraxinus excelsior		
	Fagus sylvatica		
	Ginkgo biloba		
	Hibiscus syriacus		
	Ligustrum ovalifolium		
	Malus sylvestris		
	M. sylvestris EM type I		
	M. sylvestris EM type II		
	M. sylvestris EM type IV		
	M. sylvestris EM type IX		
	M. sylvestris EM type XIII		
	Picea abies		
	Pinus mugo var *mughus*		
	Pinus nigra spp. *nigra*		
	Pinus sylvestris		
	Populus (x) canadensis		
	'Serotina' (stek)		
	Prunus avium		
	Prunus domestica		
	Rhamnus cathartica		
	Rhamnus frangula		

BIJLAGE 1 (VERVOLG)

Waardplantgeschiktheid voor *P. penetrans* gebaseerd op aantallen aaltjes per 10 gram wortels als percentage van proefveldgemiddelde (naar M. Oostenbrink et al, 1957)

Slecht < 15%	Matig 15-150%	Goed > 150%	Onbekend
	Ribes uva-crispa stek		
	Ribes nigrum, stek		
	Robinia pseudoacacia		
	Rosa canina		
	Rosa rubiginosa		
	Rosa combifera 'Laxa'		
	Rosa multiflora		
	Rosa glauca		
	Rosa rugosa		
	Sorbus aucuparia		
	Syringa vulgaris		
	Taxodium distichum		
	Viburnum lantana		
	Viburnum opulus		

BIJLAGE 2

Lijst van gevoelige (houtige) boomkwekerijgewassen (naar M. Oostenbrink et al, 1957)

Waarschijnlijk niet vatbaar	Waarschijnlijk vatbaar	Vatbaar	Onbekend
Daphne mezereum	*Alnus glutinosa*	*Acer campestre*	*Abies alba*
	A. glut. incana	*A. negundo*	*Acer pseudoplatanus*
	Aronia arbutifolia	*A. platanoides*	*Corylus avellana*
	Betula pendula	*Aesculus hippocastaneum*	*Gaultheria procumbens*
	Berberis gagnepainii	*Ailanthus altissima*	*Malus sylvestris EM type*
	B. gagn. giraldii	*Amelanchier canadensis*	*XIII*
	Cedrus libani spp.	*Betula pubescens*	*Ribes rubrum*
	atlantica	*Berberis julianae (x)*	
	Cercis siliquastrum	*B. thunbergii*	
	Cornus sanguinea	*B. thunbergii* 'Atropurpurea'	
	Cotoneaster	*Chaenomeles japonica*	
	divaricata	*Cotinus coggygria*	
	C. rotundifolia	*Cotoneaster integerrima*	
	C. simonsii	*Crataegus laevigata*	
	Eleagnus angustifolia	*Cytisus nigricans*	
	Hibiscus syriacus	*C. scoparius*	
	Hippophae	*Fraxinus excelsior*	
	rhamnoides	*Fagus sylvatica*	
	Thuja orientalis	*Ginkgo biloba*	
		Laburnum anagyroides	
		Larix kaempferi	
		Ligustrum ovalifolium	
		Liriodendron tulipifera	
		Malus syl. EM-I	
		Malus syl. EM-II	
		Malus syl. EM-IV	
		Malus syl. EM-VII	
		Malus syl. EM-IX	
		Malus syl. EM-XI	
		Malus syl. EM-XVI	
		Picea abies	
		Pinus mugo var. *mughus*	
		P. nigra spp. *laricio*	
		P. calabrica	
		P. sylvestris	
		Populus (x) canadensis	
		'Serotina' (stek)	
		Prunus avium	
		P. cerasifera	
		P. domestica	
		P. dom. 'St Julien'	
		P. mahaleb	
		P. serotina	
		P. spinosa	

BIJLAGE 3 (VERVOLG)

Lijst van gevoelige houtige boomkwekerijgewassen (naar J. de Maeseneer, 1967)

Niet	Waarschijnlijk	Wel	Onbekend
	Physocarpus opulifolius 'Luteus' *Prunus cerasifera* 'Nigra' *Pseudotsuga menziesii* *Quercus rubra* *Quercus petrea* *Salix alba* *Spiraea vanhouttei (x)* *Thuja plicata* 'Zebrina' *Thuja occidentalis* *Thuja occidentalis* 'Pyramidalis Compacta' *Thuja occidentalis* 'Semperaurea' *Thuja orientalis* *Thuja plicata* 'Atrovirens' *Weigela florida*	*Populus canadensis* 'Robusta' *Prunus avium* *Prunus cerasifera* *Prunus domestica* *Prunus domestica* 'Juliana' *Prunus mahaleb* *Prunus persica* *Prunus serotina* *Prunus spinosa* *Pseudotsuga menziesii f. viridis* *Rhamnus cathartica* *Rhamnus frangula* *Ribes uva-crispa* *Ribes nigrum* *Robinia pseudoacacia* *Rosa corymbifera* 'Laxa' *Rosa multiflora* *Rosa glauca* *Rosa rugosa* *Rosa canina* *Rosa rubiginosa* *Rubus idaeus* *Sorbus aucuparia* *Syringa vulgaris* *Taxodium distichum* *Vaccinium vitis-idaea* *Viburnum lantana* *Viburnum opulus*	*Magnolia liliiflora* 'Nigra' *Magnolia soulangeana* *Malus domestica* *Philadelphus* 'Virginal' *Picea jezoensis* *Picea jezoensis* var. *hondoensis* *Pinus banksiana* *Pinus densiflora* *Pinus rigida* *Pinus strobus* *Pinus taeda* *Pinus thunbergii* *Pinus virginiana* *Plantago lanceolata* *Plantago major* *Potentilla anserina* *Potentilla norvegica* *Prunus cerasus* *Pyrus domestica* *Quercus palustris* *Quercus prinus* *Quercus velutina* *Rhododendron* spp. *Rhododendron* Catawbiense Group *Rhododendron maximum* *Ribes rubrum* *Rosa virginiana* *Spiraea japonica* *Spiraea bumalda* 'Froebelii' *Taxus bacata* *Taxus bacata* 'Dovastoniana' *Thuja occidentalis* 'Fastigiata' *Thuja occidentalis* 'Globosa' *Thuja occidentalis* 'Lutea' *Thuja orientalis* 'Aurea Nana' *Ulmus pumila* *Viburnum betulifolium* *Viburnum burkwoodii* *Viburnum carlesii* *Viburnum setigerum* *Viburnum trilobum*

BIJLAGE 4

Waardplantgeschiktheid van de onderzochte gewassen

Slechte waard R < 1	Matige waard R ≈ 1	Goede waard R > 1
Alnus glutinosa (zl)	*Juniperus*	*Abies*
Carpinus betulus (zl)		*Acer platanoides (zl)*
Callicarpa		*Amelanchier*
Cupressocyparis		*Betula spp.(zl)*
Pinus sylvestris (zl)		*Chamaecyparis*
Rosa spp. (zl)		*Crataegus monogyna (zl)*
Taxus		*Fagus sylvatica (zl)*
		Forsythia
		Fraxinus excelsior (zl)
		Ligustrum
		Mahonia
		Malus
		Picea
		Pinus
		Potentilla
		Prunus
		Quercus robur
		Robinia pseudoacacia (zl)
		Rosa
		Tilia cordata (zl)

(zl) = zaailing

BIJLAGE 5

Indeling van gewassen in rotatiegroepen (GBS-en Noordbroek en Horst)

Indeling Noordbroek	Indeling Horst
A. Rozenonderstammen	A. Rosaceae
Rosa can. 'Inermis'	*Amelanchier*
Rosa can. 'Pfänder'	*Malus hybr.*
Rosa cor. 'Laxa'	*Potentilla*
	Prunus
	Rosa
	Spiraea
B. Groenbemester	
Tagetes erecta	B. Kluithoudende heesters
Tagetes minuta 'Nemanon'	*Callicarpa*
Bladrammenas	*Ilex*
	Mahonia
	Viburnum
C. Rosaceae	
Prunus 'St. Julien A'	C. Heesters met kale wortel
Prunus avium	*Callicarpa*
Crataegus monogyna	*Cornus*
Rosa can. 'Inermis'	*Forsythia*
Rosa can. 'Pfänder'	*Magnolia*
Rosa cor. 'Laxa'	*Ligustrum*
Fraxinus excelsior *	*Weigela*
D. Bos- & Haagplantsoen	
(incl. herfstzaai)	
Quercus robur	D. *Phytophthora*-gevoelige coniferen
quercus robur	*Chamaecyparis*
Fagus sylvatica	*Juniperus*
Alnus of *Betula*	*Taxus*
Robinia pseudoacacia	
	E. Schubconiferen (*Cupressaceae*)
E. Bos-en haagplantsoen (vaststaand)	*Cupressocyparis*
Crataegus monogyna	*Juniperus*
Fagus sylvatica	*Thuja*
Quercus robur	
Pinus sylvestris	F. Naaldconiferen (*Pinaceae*)
of *Quercus robur*	*Abies*
of *Fagus sylvatica*	*Picea*
Fraxinus excelsior **	*Pinus*
*Acer platanoïdes***	
	G. Groenbemester
	Tagetes patula
	Tagetes erecta
	Tagetes minuta 'Nemanon'
	Lolium tonatifolia

* Uitwijkmogelijkheid binnen de groep bij de aanwezigheid van virusoverdragende aaltjes.
** In het eerste jaar
*** In het tweede jaar

BIJLAGE 6

Schaderelaties van de gewassen uit vruchtwisselingsproef Horst in de periode 1992 tot en met 1994.

Figuur 2 Lengtegroei van MAHONIA bij diverse beginpopulaties van *P. penetrans.*

Figuur 3 Lengtegroei van PICEA bij diverse beginpopulaties van *P. penetrans.*

Figuur 4 Lengtegroei van THUJA bij diverse beginpopulaties van *P. penetrans.*

Figuur 5 Diktegroei van de wortelhals van ROSA bij diverse beginpopulaties *P. penetrans.*

BIJLAGE 7

Schaderelaties van de gewassen uit vruchtwisselingsproef Noordbroek in de periode 1992 tot en met 1994.

Figuur 6 Diktegroei van de wortelhals van PRUNUS bij diverse beginpopulaties van *P. penetrans*.

Figuur 7 Lengtegroei van ACER bij diverse beginpopulaties van *P. penetrans*.

Figuur 9 Lengtegroei van QUERCUS bij diverse beginpopulaties van *P. penetrans*.

Figuur 8 Diktegroei van de wortelhals van PINUS bij diverse beginpopulaties *P. penetrans*.

BIJLAGE 8

Overzicht van de proefvelden Horst en Noordbroek

104	108
102	107
102	106
101	105

Controle

4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
3	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47
2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46
1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45

Proef

112	116
111	115
110	114
109	113

Controle

BIJLAGE 9

***Pratylenchus*-verloop in de blokken van GBS Noordbroek.**

Figuur 10 Aaltjesverloop in de blokken 1, 2 en 3.

BIJLAGE 9 (VERVOLG)

Figuur 11 Aaltjesverloop in de blokken 4, 5 en 6

BIJLAGE 10

Pratylenchusverloop **in de blokken van GBS Horst**

Figuur 12 Aaltjesverloop in de blokken 1 t/m 4.

BIJLAGE 10 (VERVOLG)

Figuur 13 Aaltjesverloop in de blokken 5 t/m 8.