

# Tegengaan van bodemmoeheid

Onderzoek naar bodemmoeheid in verschillende boomkwekerijgewassen

F. van Kuik

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving  
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit  
PPO nr: 32 311157 00 PT nr: 36295  
Lisse, september 2011

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Bomen en Fruit

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Projectnummer: 32 311157 00

Projectnummer PT: 36295

**De bomen- en vaste plantensector investeert in dit project via het Productschap**  **Tuinbouw**

---

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

Adres : Prof. van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse  
Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : +31 252 46 21 21  
Fax : +31 252 46 21 00  
E-mail : [infobomen.ppo@wur.nl](mailto:infobomen.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
1 VOORWOORD .....	5
2 INLEIDING .....	7
3 LITERATUURSTUDIE BODEM MOEHEID .....	9
3.1 Biotische factoren.....	9
3.2 Abiotische factoren.....	10
3.3 Onderzoeksmethoden.....	11
3.4 Conclusies .....	13
3.5 Aanbevelingen voor onderzoek .....	13
3.6 Bronnen .....	14
4 BODEM MOEHEID BIJ DE TEELT VAN ROZEN EN ROZENONDERSTAMMEN .....	15
4.1 Doel.....	15
4.2 Materiaal en methoden.....	15
4.3 Waarnemingen.....	16
4.4 Resultaten.....	16
4.5 Discussie .....	18
4.6 Conclusies .....	18
4.7 Aanbevelingen .....	18
5 BODEM MOEHEID IN DE TEELT VAN DAPHNE .....	19
5.1 Doel.....	20
5.2 Proeven Daphne en bodemmoetheid .....	20
5.2.1 Proef met plantgoed, effect van herkomst en standplaats, bedrijf 1 .....	21
5.2.2 Proef met plantgoed van verschillende herkomst, bedrijf 2.....	24
5.2.3 Proef met groencompost .....	25
5.2.4 Zaaiproef Daphne mezereum .....	27
5.3 Discussie .....	28
5.4 Aanbevelingen .....	29
5.5 Bijlage Overzicht Pratylenchussoorten .....	30
6 BODEM MOEHEID IN LAANBOMEN .....	31
6.1 Doel.....	31
6.2 Materiaal en methoden.....	31
6.2.1 Onderzoek 1, effect van bodemmoetheid op de groei van Malusspillen .....	31
6.2.2 Onderzoek 2, effect van Chitine op Pratylenchus penetrans .....	32
6.2.3 Onderzoek 3, effect van BGO op Pratylenchus penetrans en Verticillium dahliae. ....	32
6.3 Resultaten en bespreking .....	32
6.3.1 Effect van bodemmoetheid op de groei van Malusspillen .....	32
6.3.2 Effect van toediening van chitine .....	34
6.3.3 Effect van Biologische Grond Ontsmetting .....	36
6.4 Conclusies .....	37
6.5 Bijlage Bodembeoordeling van proefperceel .....	38
7 BODEM MOEHEID BIJ MALUS EN PRUNUS.....	39
7.1 Doel.....	39
7.2 Materiaal en methoden.....	39
7.3 Resultaten.....	40
7.4 Discussie .....	44
7.5 Conclusies .....	44

7.6	Aanbevelingen .....	45
7.7	Achtergrondgegevens perceel .....	45
8	ALGEMENE AANBEVELINGEN .....	49

# 1 Voorwoord

Het project is al enkele jaren geleden beëindigd. Door omstandigheden was het project nog steeds niet afgesloten met een eindrapport. De bevindingen van het onderzoek zijn gedurende het project wel met de deelnemende kwekers en de sector gecommuniceerd. Ook is via vakbladartikelen en andere communicatie kanalen aandacht besteed aan de onderzoekresultaten. Inmiddels is aandacht voor de bodem gemeengoed, zowel bij kwekers als ook bij het onderzoek. Een gezonde bodem staat al enige jaren in de belangstelling. Vanuit het onderzoek zijn en worden op het gebied van duurzaam bodembeheer en bodemweerbaarheid goede resultaten geboekt, waaruit steeds betere praktijkadviezen kunnen worden gegeven.

Dit rapport is de weergave van een literatuurstudie en van de diverse uitgevoerde praktijkproeven bij boomtelers.

Het project Bodemmoeheid ging van start met een literatuuronderzoek en een inventarisatie van bestaande kennis en ervaringen bij diverse instellingen. Als resultaat daarvan is een methode beschreven voor een algemene beschrijving van vermeende bodemproblemen op een perceel. Vervolgens is onderzoek gedaan op praktijkbedrijven met verschijnselen van bodemmoeheid bij de teelt van verschillende (sier)gewassen op diverse grondsoorten.

Door monsternames zijn bestaande situaties in kaart gebracht, tezamen met de eigenschappen van de bodem. Op de praktijkbedrijven zijn proeven gedaan om inzicht te krijgen naar mogelijke oorzaken van bodemmoeheid. Ook zijn mogelijke oplossingen als: vruchtwisseling, toepassing van biologische grondontsmetting en verbetering van de structuur van de grond uitgetest. De resultaten zijn gebruikt om aanbevelingen te geven aan deelnemende kwekers om bodemmoeheidverschijnselen zoveel mogelijk te voorkomen. Omdat bodemmoeheid een ingewikkeld fenomeen is, meerdere factoren spelen een rol, zal meer onderzoek nodig zijn. Ook hier worden aanbevelingen voor gedaan.



## 2 Inleiding

Onder bodemmoeheid wordt het complex van factoren verstaan waardoor groei- en opbrengstproblemen ontstaan als planten van dezelfde soort of familie meerdere jaren achtereenvolgend op dezelfde grond worden geteeld. Deze vorm van teruglopende bodemgezondheid beperkt de opbrengst en de kwaliteit van de producten en leidt tot een toename van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. De huidige bedrijfsontwikkelingen van specialisatie en intensivering van de teelt vergroten het risico van bodemmoeheid.

Hoe vaker planten van dezelfde soort of familie op een bepaalde plaats staan door monocultuur of een te nauwe vruchtwisseling, hoe meer problemen te verwachten zijn. Bodemmoeheid is zeer persistent en kan voor vele jaren de teelt van eenzelfde gewas onrendabel maken door groeireductie. In geval van quarantaine-organismen wordt de handel van exportmateriaal belemmerd. Over de exacte oorzaak is veel onduidelijkheid. Wel is duidelijk dat het in de meeste gevallen om meerdere oorzaken gaat en het voorkomen van en de hevigheid waarin bodemmoeheid optreedt sterk uiteenloopt. Niet alleen tussen de verschillende regio's maar ook op perceelniveau.

Het is belangrijk dat er meer inzicht wordt verkregen de aspecten van bodemmoeheid omdat een gezonde bodem het basiskapitaal is van een bedrijf. Ad hoc reageren op aantastingen door bodempathogenen en aaltjes in het veld heeft steeds minder zin omdat curatieve oplossingen in toenemende mate ontbreken. Zonder de mogelijkheid van chemische grondontsmetting is een actieve, strategische aanpak belangrijk om de bodemgezondheid op bedrijfsniveau op peil te houden.

In opdracht van Productschap Tuinbouw is door PPO bomen in de periode 2003 t/m 2005 een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om bodemmoeheid te voorkomen in de boomkwekerij.





## 3 Literatuurstudie Bodemmoeheid

Het doel van het literatuuronderzoek is het in kaart brengen van factoren die bijdragen aan het ontstaan van bodemmoeheid en op basis hiervan een plan van aanpak opstellen voor het onderzoek op de bedrijven.

### 3.1 Biotische factoren

In de literatuur worden voorbeelden aangehaald van de interactie tussen verschillende ziekteverwekkers die een versterkende invloed hebben op het ontstaan van bodemmoeheid. Dit kan een interactie zijn tussen nematoden en schimmels, een combinatie van schimmels, etc. Veldexperimenten met meerdere pathogenen hebben aangetoond dat de aanwezigheid van meerdere pathogenen een grotere opbrengstderving geeft dan de optelling van de opbrengstderving van beide pathogenen apart. Hieronder worden het mechanisme van interactie en enkele voorbeelden behandeld.

#### Interactie ziekteverwekkende micro-organismen

Over het mechanisme achter de interacties bestaat nog onduidelijkheid. Er is op dit moment een aantal gangbare theorieën die het mechanisme zouden kunnen verklaren.

- De verwonding van de wortels door bijvoorbeeld aaltjes. Endoparasitaire wortellesieeaaltjes (*Pratylenchus* spp.) hebben een typerend voedingsmechanisme. Aaltjes dringen de wortel binnen in de worteltopjes, zo rond de regio van de wortelharen, waarna de aaltjes zich voeden in de wortel zelf. Door deze penetratie ontstaan minuscule kleine wondjes in de worteltopjes. Door deze wondjes zou een andere plantpathogeen (schimmel) makkelijker kunnen binnendringen. Dit zou dus betekenen dat hoe meer nematoden er aanwezig zijn, des te meer wondjes er worden gemaakt, des te meer infecties er zullen plaatsvinden door de schimmel.
- Door infectie van de wortels door nematoden zou de plant een fysiologische verandering ondergaan. Deze fysiologische verandering zou dan resulteren in een grotere vatbaarheid van de plant door andere bodempathogenen zoals schimmels (Wheeler et al., 1992).
- De plant reageert op de penetratie van de nematode, en gaat wortel-exudaten uitscheiden die anders van samenstelling zijn. Deze veranderde samenstelling zou aantrekkelijker zijn voor schimmels.

#### *Pratylenchus en Thielaviopsis Basicola*

De nematode *Pratylenchus penetrans* en de schimmel *Thielaviopsis basicola* veroorzaken bij herinplanting van kers schade (groeireductie). De nematode bleek op zandgrond het schadelijkst te zijn, terwijl de schimmel op kleigrond meer invloed had. De combinatie van beide verergerde de schade (Harr en Klinger, 1976). Interessant hierbij is dat het aantastingsniveau niet alleen afhangt van de interactie tussen de beide pathogenen, maar evenzeer van de concentratie.

#### *Pratylenchus en Phytophthora*

Appel herinplantingsziekte wordt onder andere veroorzaakt door de combinatie tussen *P. penetrans* en *Phytophthora* spp.. *Phytophthora parasitica* alleen veroorzaakt groeireductie, maar in combinatie met *P. penetrans* veroorzaakt het een grotere groeireductie dan planten die alleen met de nematode zijn geïnfecteerd (Utkhede et al. 1992).

Utkhede stelt dat de verwonding, die optreedt tijdens de kolonisatie van de wortelschors door *P. penetrans*, zorgt voor een invalspoort voor plantpathogene schimmels of voor een verandering van de voedingstoestand in de waardplant waardoor de gevoeligheid voor schadelijke schimmels toeneemt. Ook de combinatie *P. penetrans* en *Pythium* spp. (Utkhede et al., 1994) resulteert in een groeireductie.

#### *Longidorus dunensis en Mycorrhizae*

Uit een onderzoek naar de successie van duindoorn (*Hippophaë rhamnoides*) blijkt dat een veranderende nematodenfauna in staat is de vitaliteit van duindoorn te verminderen. De wortelgroei wordt geremd door

de nematoden-aantasting. Tevens gaat het gepaard met abiotische processen nl. een toename van organische stof, een toename van de stikstofconcentratie, een verminderde fosfaatopname en een toenemende infectie van wortels met mycorrhizaschimmels. De samenstelling van de nematodenfauna verandert: een aantal soorten komt in alle successie-stadia voor, terwijl andere soorten (b.v. *Longidorus dunensis*) alleen in de degeneratiefase voorkomen. Hierdoor wordt de concurrentiekracht van duindoorn ondermijnd en ontstaan er mogelijkheden voor andere plantensoorten (Zoon, 1995).

#### Interactie ziekteverende micro-organismen

Het mechanisme van synergistische interactie tussen bodem-organismen kan ook een ziekteverende invloed hebben op de bodem. Enkele voorbeelden.

De ziekteverendheid van de grond kan worden vergroot door de bodem te voorzien van antagonistengroepen. Naast het introduceren van deze ziekteonderdrukkende micro-organismen in de bodem is het wenselijk om deze organismen een geïnduceerde bescherming te bieden. Een voorbeeld dat in veel gewassen toepasbaar is de *Bacillus subtilis* (antagonist) tegen de ziekteverwekker *Pythium ultimum*. De geïnduceerde bescherming bestaat in dit geval uit extra toediening van rijpe compost (Aendekerk, 2003).

In een onderzoek naar de interactie van *Verticillium dahliae* en *Pratylenchus* spp. in houtige gewassen (Lans, 2000) blijkt dat biologische grondontsmetting op basis van vers organisch materiaal (gras) en afdekking met plastic de ziekteverendheid van de grond niet negatief beïnvloedt. Naast een duidelijke daling van de aaltjes populatie in het eerste jaar neemt de populatie van plantparasieten ook in het tweede jaar niet toe waarschijnlijk vanwege het overleven van natuurlijke vijanden en concurrenten.

## 3.2 Abiotische factoren

### *Fytotoxinen*

Fytotoxinen zijn stoffen die in de grond ontstaan als gevolg van wortelgroei, als afscheidingsproducten van bacteriën en schimmels, bij afbraakprocessen of bij andere processen in het bodemleven. Fytotoxinen geproduceerd gedurende de degradatie van perenwortels leken de primaire oorzaak te zijn van herinplantingsziekte van perzik (Patrick en Koch, 1963). Het gaat hierbij om de hydrolyse producten van cyaanbevattende suikermoleculen of vrijkomende looizuren of andere verbindingen (Mizutani et al. 1977). De boom ondervindt nadelige effecten van deze allelopatische stoffen.

### *Voedingstoestand van de grond*

Het ontbreken van bepaalde soorten nutriënten kan bijdragen aan het ontstaan van bodemmoetheid. Door het ontbreken van die stoffen kan fysiologische stress ontstaan waardoor bodemmoetheid ontstaat. Daarbij kan het voorkomen dat verhoging van het nutriëntengehalte van de grond in deze toestand geen verbetering van de groei geeft (Proebsting, 1950).

Ook een overdosis aan bepaalde elementen of de restproducten van gewasbeschermingsmiddelen kan in bodemmoetheid resulteren. Een andere mogelijkheid is de toxische werking van spoor-elementen bij een te hoog gehalte aan stikstof (Sadowski et al., 1988). Ook stelt Dr Elaine Ingham in haar lezing op 5 februari 2003 (seminar Food Soilweb) aan de orde dat een overschot aan stikstof het risico vergroot dat schadelijke belagers gestimuleerd worden. Het is zaak om optimale gehalten van nutriënten aan te leggen voor de plantengroei. Bovendien beveelt zij aan de plant ook minder voor de hand liggende elementen aan te bieden zoals lood, zink, koper en arsenicum.

Verder kan een groot aantal bodemfysische en -chemische eigenschappen worden genoemd. Enkele voorbeelden.

### *Zuurgraad van de bodem*

De zuurgraad lijkt zeer belangrijk te zijn in boomgaarden die opnieuw worden ingeplant. Hoestra (1968) stelt in zijn proefschrift dat een verlaging van de pH van de grond bijdraagt het herinplantingsprobleem bij *Malus* te verminderen. Echter het verlagen van de zuurgraad is geen optie, want appelbomen groeien niet goed bij te lage pH-niveau's.

### *Structuur en de drainage*

Verdichting in de ondergrond kan bijdragen aan het ontstaan van de bodemmoeheid. Door de grond intensief te bewerken kan de probleem voorkomen worden. Als de structuur van de grond goed is, betekent dit dat er voldoende zuurstof in de omgeving van de wortels is en in combinatie met een goede vochtvoorziening draagt dit bij tot een ongestoorde groei.

### *Organische stof*

De verliezen van organische stof door afbraak en afvoer met de wortelkluit kunnen in de boomkwekerij zo groot zijn, dat de bodemvruchtbaarheid afneemt en de kans op bodemmoeheid groter wordt. Immers organische stof is nodig als voedingsbron voor alle bodem-organismen. We spreken van een voedselweb, waarbij wordt aangegeven dat het een zeer complex geheel is. De toegediende hoeveelheden per keer mogen niet te groot zijn, omdat anders het evenwicht wordt verstoord tussen de fermenterende micro-organismen en de ziekte onderdrukkende organismen. De ziekte onderdrukkende organismen produceren grote hoeveelheden antibiotica. Schimmels die hiervoor verantwoordelijk zijn, zijn o.a. Penicillium, Trichoderma, Aspergillus en Streptomyces (Higa & Parr). Algemeen wordt verondersteld dat door meer organische stof aanvoer, de structuur van de grond wordt verbeterd, de vochtcapaciteit wordt verhoogd en de wortelontwikkeling en samenhang van de grond in de kluit worden bevorderd.

## 3.3 Onderzoekmethoden

Om een duurzame beheersmethode te ontwikkelen ter voorkoming van bodemmoeheid is het essentieel inzicht te krijgen in de biologie en ecologie van de bodemorganismen die verbonden zijn aan de wortels van de bomen. Daarnaast moeten abiotische factoren bekend zijn, zoals structuur, drainage (bodem-fysische factoren), organische stofgehalte, zuurgraad en voedingstoestand van de bodem (bodem-chemische factoren). Tenslotte is het belangrijk om de voorgeschiedenis van het grondgebruik goed te kennen.

### Bestaande onderzoeksmethoden

Een interdisciplinaire aanpak wordt ook door Hoestra (1994) aanbevolen. Zijn voorstel is om onderzoek te doen in de volgende volgorde:

- observeren van schade en symptomen, zowel macro- als microscopisch.
- grond analyses, zowel fysisch, chemisch als biologisch.
- 'tests of pathogenicity'.
- pottenproeven waarbij verschillende behandelingen worden uitgevoerd, die aanwijzingen kunnen geven.

Een andere gebruikelijke methode om de oorzaak van bodemmoeheid te achterhalen is de zogenaamde 'test à deux niveaux' (Sampagni et al., 1986). Deze methode wordt hieronder beschreven.

De eerste toets is oriënterend. Er wordt nagegaan of de opbrengstbeperkende factor van fysisch-chemische of van biologische aard is. Een vergelijking van de groei op grondmonsters, die op de volgende manieren zijn behandeld, geeft daarover informatie:

1. sterilisatie (met stoom) om na te gaan of ziekteverwekkers de oorzaak zijn
2. toediening van een voedingsoplossing om gebrekverschijnselen op te heffen
3. toediening van een adsorbent (actieve kool) om fytotoxische producten te binden
4. toediening van bladaarde om tekort aan organische stof op te heffen

Ter vergelijking zijn er twee controles: één voor de groei op 'gezonde' grond en één op de te onderzoeken 'zieke' grond.

De toetsen van het tweede niveau zijn van specifieke aard. Wanneer in de eerste toets is gebleken dat micro-organismen de oorzaak zijn, worden behandelingen uitgevoerd met nematiciden, selectieve fungiciden etc.

Het voorstel van Hoestra sluit goed aan de 'test à deux niveaux' van Sampagni.

### Beheersysteem

Het uiteindelijke doel van het totale project is het ontwikkelen van een Beheersing Strategie op bedrijfsniveau. Dit betekent concreet dat op basis van de onderzoeksresultaten op bedrijfsniveau adviezen voor vruchtopvolging, gewaskeuze en inrichting van de teelt gegeven kunnen worden.

Ter illustratie wordt de AaltjesBeheersStrategie (ABS) van PPO AGV uit 2001 kort uiteengezet. De ABS bestaat uit verschillende pijlers, met vruchtwisseling als spil (Molendijk, 2001).

Pijler	Aspect	Toelichting
Preventie;	Uitgangsmateriaal	Werk met schoon uitgangsmateriaal. <i>Meloidogyne</i> en andere endoparasitaire aaltjes zoals <i>Pratylenchus</i> spp. vormen hierbij een knelpunt.
	Bedrijfshygiëne	transport van grond betekent verspreiding van aaltjes.
	Onkruidbeheersing	verschillende onkruiden zijn waardplant van aaltjes en bodemvirussen.
Risico-inventarisatie	Grondsoort Vatbaarheid	niet alle aaltjes komen op alle grondsoorten voor er bestaat een grote variatie in vatbaarheid van gewassen voor aaltjes
	Historie	percelen waar in het verleden problemen zijn geweest, lopen het risico ook in de toekomst problemen te ondervinden.
	Groenbemesters	de teelt van groenbemesters heeft mogelijk zijn weerslag heeft op de ontwikkeling van aaltjespopulaties.
Waarnemingen	Veldwaarneming	veel informatie over bodemgezondheid is van het veld af te lezen.
	Bemonstering	grondmonsters geven inzicht in de actuele besmettingssituatie op een bedrijf.
	Identificatie	de ontwikkeling van betrouwbare protocollen Voor monsterverwerking is noodzakelijk.
Vruchtwisseling	Teeltfrequentie	de overleving van aaltjessoorten tijdens braak moeten bekend zijn, zodat advies gegeven kan worden wanneer een besmet perceel weer beteeld kan worden.
	Vruchtvolgorde	de vruchtvolgorde wordt zo ontworpen dat een intolerant gewas wordt voorafgegaan door een slechte waardplant.
	Rassenkeuze	de ontwikkeling van nieuwe resistente en tolerante rassen verbetert de mogelijkheden om via rassenkeuze schade te voorkomen.
Kennisoverdracht	Voorlichting en educatie	Decision Support System: het ontwikkelen van Een DSS kan een oplossing zijn voor het aanleveren van kennis in gestructureerde vorm.

Aanvullende maatregelen:

Als er geen andere oplossingen binnen de ABS gevonden wordt, kan besmette grond worden gesaneerd. Bestrijding kan plaatsvinden via natte chemische ontsmetting of inwerken van granulaten of inzet van vanggewassen. Met vang (lok) gewassen worden wortel-exudaten uitgescheiden die b.v. microsclerotia moeten doen kiemen. Door de herhaalde kieming neemt de populatie microsclerotia snel af. De schimmel moet zich echter niet op de plant kunnen vermenigvuldigen. Andere voorwaarden voor een geschikt lokgewas zijn dat deze diep en intensief wortelt om zoveel mogelijk microsclerotia te bereiken (Van den Berg, 1992).

Sommige vanggewassen berusten op het principe dat de nematoden wel wordt gelokt, maar zich niet kan vermeerderen.

Een andere aanpak is de biologische grondontsmetting (BGO) eventueel in combinatie met de teelt van Tagetes. In het onderzoek naar bestrijding van bodemmoeheid of herinplantziekte bij Malus op zandgrond, blijkt Tagetes de aaltjes goed te bestrijden en door de combinatie met BGO worden ook andere bodemmoeheid veroorzakende ziekteverwekkers bestreden. (Wenneker, 2010)

## 3.4 Conclusies

Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat:

- de oorzaak vaak moet worden gezocht bij een aaltjes-schimmel complex.
- De weerbaarheid van de bodem (biotische factoren) en de fysische en chemische eigenschappen (abiotische factoren, zoals structuur, pH en organische stof) spelen een grote rol in het optreden van bodemmoeheid en de schade aan het gewas.
- Voor elk gewas en elke bodemsoort kunnen andere factoren een rol spelen.
- Aansluitend bij de stelling van Zucchini (1993) wordt gekozen voor een interdisciplinaire (=brede) aanpak.

## 3.5 Aanbevelingen voor onderzoek

Bodemmoeheid en de aanpak hiertegen moet worden onderzocht per gewas op verschillende grondsoorten en locaties. Geschikte percelen moeten kunnen worden geselecteerd om het onderzoek te kunnen starten.

Op de percelen worden dan de problemen in kaart gebracht in de volgende volgorde:

1. Karakterisering van het bedrijf (algemeen) in het voorjaar (teelt- en vruchtwisseling).
2. Vaststellen van twee percelen ter vergelijking (perceel met bodemmoeheidverschijnselen en een perceel zonder bodemmoeheidverschijnselen).
3. Bemonstering van beide percelen op aaltjes (biotische aspecten).
4. Bemonsteren op andere bodemorganismen (schimmels e.d.).
5. Relevante fysische en chemische eigenschappen vastleggen.
6. Waarnemingen in het gewas op beide percelen.
7. Vergelijking van de gegevens van ziek perceel met gezond perceel.
8. Vaststellen van de belangrijkste factoren van bodemmoeheid.

Deze aanpak zorgt voor:

1. Een meer diagnostische benadering van het probleem
2. concrete adviezen voor de sanering van een ziek perceel, zoals vruchtwisselingsadviezen, groenbemesters, (biologische) grondontsmetting, verbetering van de structuur, verrijking van het bodemleven door composten of preparaten.

## 3.6 Bronnen

Voor deze notitie is een literatuurrecherche uitgevoerd met behulp van Webspirs en de databases van CAB abstracts. Er is gezocht op de volgende termen: 'Soil sickness' (169 records), 'replant-disease' (230 records), 'replant-disease' and 'trees or shrubs or ornamental woody plants or woody plants or perennials' (110 records).

Tevens is contact gezocht met diverse specialisten (WUR-collega's) op het betreffende vakgebied.

### Geraadpleegde Literatuur

- Aendekerck, Th.G.L. 2003. Karakterisering organische stof inputs en analysemethoden Berg, G.C. van den, 1992. Verticillium door de praktijk vaak onderschat. Met minder grondontsmetting meer Verticillium dahliae. Het Landbouwblad 1 (5): 23
- Bingye, X. en Shengrui, Y., 1998. Studies on replant problems of apple and peach. Acta-Horticulturae. 1998, No. 477, 83-88.
- Harr, J. en Klinger, J., 1976. Einfacher und kombinierter Effekt von Pratylenchus penetrans und Thielaviopsis basicola auf das Wachstum von Kirschen-Stecklingen. (Single and combined effect of Pratylenchus penetrans and Thielaviopsis basicola on the growth of cherry cuttings.) Zeitschrift-fur-Pflanzenkrankheiten-und-Pflanzenschutz. 1976, 83: 10, 615-619.
- Hoekstra, H., 1994. Ecology and pathology of replant problems. Acta-Horticulturae. 1994, No. 363, 33-41.
- Mazzola, M., 1998. Elucidation of the microbial complex having a causal role in the development of apple replant disease in Washington. Phytopathology. 1998, 88: 9, 930-938.
- Molendijk, L.P.G., 2001. Notitie AaltjesBeheersStrategie, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroente (PPO-AGV).
- Sampagni, R., Perrin, R. en Tacon, F. le, 1986. In: Giannizazzi-Pearson, V. en Giannizazzi, S. (eds). Les mycorrhizes: physiologie et genétique, 1<sup>er</sup> SEM, Dijon, INRA, 799-806.
- Szabo, K., 1999. Untersuchungen zur spezifität der bodenmudigkeit und möglichkeiten zur vermeidung der bodenmudigkeit. I. Wird die bodenmudigkeit von rose und apfel durch denselben krankheitserreger verursacht? (Investigations into the specificity of specific replant diseases and possibilities to overcome it. I. Are the replant diseases of rose and apple caused by the same pathogen?) Zeitschrift-fur-Pflanzenkrankheiten-und-Pflanzenschutz. 1999, 106: 3, 237-243.
- Utkhede, R.S, Smith, E.M. en Palmer, R., 1992. Effect of root rot fungi and root-lesion nematodes on the growth of young apple trees grown in apple replant disease soil. J. Plant Dis. And Protection 99, 414-419.
- Utkhede, R.S. en Smith, E.M., 1994. Biotic and abiotic causes of replant problems of fruit trees. Acta-Horticulturae. 1994, No. 363, 25-32.
- Utkhede, R.S., Edwards, L. en Vrain, T., 1994. Effect of antagonistic plants on apple replant disease. Acta-Horticulturae. 1994, No. 363, 135-140.
- Wenneker, M., 2010. Alternatieve grondontsmetting tegen bodemmoeheid. Telen met toekomst nieuwsbrief 32, september 2010
- Wheeler, T.A., Madden, L.V., Rowe, R.C. en Riedel, R.M. 1992. Modelling of yield loss in potato early dying caused by pratylenchus penetrans and Verticillium dahliae. Journal of nematology 24: 99-102.
- Zhang, Q.S. en Zak, J.C., 1994. Potential role of fungi and bacteria in Chinese fir replant soil. Canadian-Journal-of-Botany 1994, 72: 1, 73-78.
- Zoon, F., 1995. Biotic and abiotic soil factors in the succession of sea buckthorn, Hippophaë rhamnoides L. in coastal sand dunes.
- Zucconi, F., 1993. Allelopathies and biological degradation in agricultural soils: an introduction to the problem of soil sickness and other soil-borne diseases. Acta-Horticulturae. 1993, No. 324, 11-21.

## 4 Bodemmoeheid bij de teelt van rozen en rozenonderstammen

In 2003 heeft het bestuur van de cultuurgroep rozen en rozenonderstammen aangegeven dat rozen als gewas zouden moeten worden opgenomen in het project Bodemmoeheid.

Nadat in eerste instantie is gezocht naar een deelnemer vanuit de struikrozenteelt is uiteindelijk gekozen voor een bedrijf met rozenonderstammen. De reden hiervoor is dat de meeste struikrozenteelers de grond pachten en er dus geen geschiedenis is van bodemmoeheid. Er wordt immers steeds 'verse' grond gezocht. Een andere reden is dat in de teelt van rozenonderstammen, kiemplantenziekte een belangrijk probleem vormt. Kiemplantenziekte wordt veroorzaakt door een complex aan factoren en past daarom goed binnen dit bodemmoeheidsproject. Dit verslag is de weergave van het veldonderzoek op een rozenonderstammenbedrijf.

### 4.1 Doel

Het verzamelen van relevante informatie op het bedrijf om de oorzaken van bodemgebonden problemen bij de teelt van rozenonderstammen te achterhalen. Dit gebeurt via een interdisciplinaire aanpak, waarbij ook de relatie gezocht wordt met schadelijke organismen en de bodemeigenschappen. Wanneer de oorzaken bekend zijn wordt gestreefd naar het ontwikkelen van een algemenere strategie ter voorkoming van bodemmoeheid in rozenonderstammen.

### 4.2 Materiaal en methoden

Onderzoek is uitgevoerd in 2004 op een boomkwekerijbedrijf aan de zuidzijde van het oude teeltcentrum Oost-Groningen/Oost-Drenthe. Er zijn 3 percelen onderzocht op hun geschiktheid voor nader onderzoek. De grondsoort is overwegend dalgrond, hoewel perceel III een laag o.s. gehalte heeft. Rozenonderstammen is maar een deel van de productie (3 ha). Andere belangrijke gewassen zijn aalbessen, kruisbessen, frambozen, *Crataegus*, *Malus* en granen.

#### Proefopzet

##### **Perceel I**

Dit perceel is al langer in cultuur voor rozenonderstammen en andere boomkwekerijgewassen en heeft een zeer hoge besmetting met *Agrobacterium*. Een chemische ontsmetting van een deel heeft niet geleid tot volledige ontsmetting; er trad nog steeds infectie van *Malus* op.

Dit perceel bleek niet geschikt voor nader onderzoek.

##### **Perceel II**

Dit perceel meet 3,5 ha, o.s. 5-6% (schatting)

Historie:

- 1980-2000 boomkwekerij, regelmatig rozenonderstammen
- 2000-2002 twee jaar graan
- najaar 2002 300l Monam
- 2003 R. 'Laxa'
- **2004 *Crataegus monogyna***

### Perceel III

Dit perceel is 5 ha, o.s. 3% (schatting)

Historie:

- geen boomkwekerijverleden tot 1998
- 1998 rozenonderstammen
- 2003 wintertarwe
- **2004 Rosa corymbifera 'Laxa' achter 2,5 ha**

#### Behandelingen

**Perceel II:** Bemonsteren op bodemkwaliteit (o.s., elementen, granulaatfracties en diepte bouwvoor). Verder bemonsteren op Pp in 10-12 uitgezette vakken. Afhankelijk van de Pp-resultaten een aantal veldjes kiezen om gewasgroei waar te nemen.

**Perceel III:** bemonsteren op bodemkwaliteit (o.s., elementen, granulaatfracties, en bouwvoordiepte). Op het achterste deel in kleine blokken o.s. aanbrengen en infrezen tot ongeveer 0,2m, daarna zaaien gehele perceel R. 'Laxa':

- A drie blokken van vier bij vier meter compost (Laco keurcompost, 20 ton/ha) <1 week voor zaaien (15 april).

- B drie blokken van vier bij vier meter compost (20 ton/ha) 3 weken voor zaaien (2 april)

- O onbehandelde controle, zaaien 20 april

(Na het opbrengen van de compost de veldjes als eenheid nogmaals bemonsterd (drie veldjes samen een monster, alleen voor een globaal beeld.)

## 4.3 Waarnemingen

### Perceel II

De planten van in totaal 8 veldjes zijn gemeten.

### Perceel III

Waarnemingen op de 9 veldjes:

- kiemplantenziekte wekelijks tot 6 weken na opkomst
- wortelontwikkeling einde teelt

Op diverse momenten werd de kieming en de uitval door kiemplantenziekte bepaald. Half augustus vond een eindbeoordeling plaats. Gedurende het seizoen werd al duidelijk dat de planten op een groot deel van het perceel slecht groeiden. Op het moment dat de uitslagen van de aaltjestelling bekend werden was ook duidelijk waar de slechte groei haar oorzaak had.

## 4.4 Resultaten

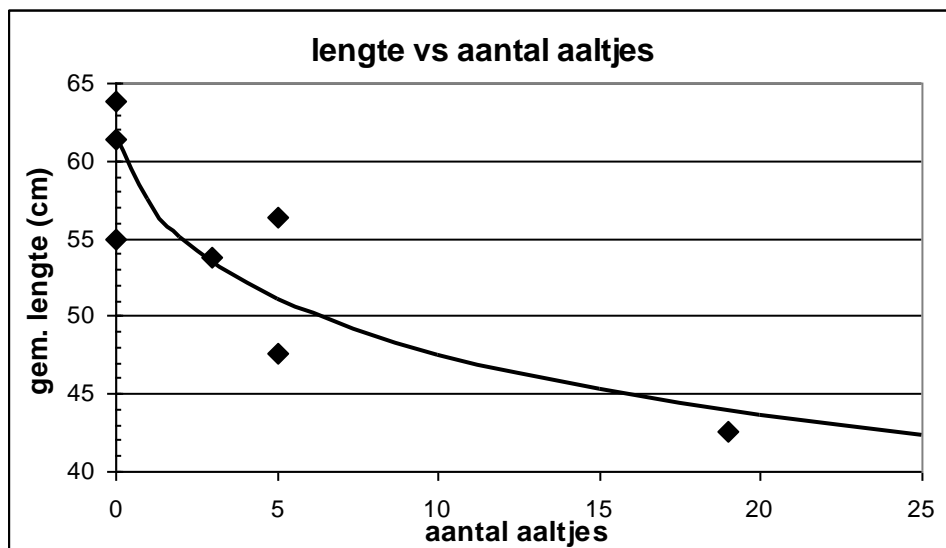
### Perceel II

In de tabel hieronder is de gemiddelde lengte van de planten *C. monogyna* per veldje aangegeven, met daaronder het totale aantal aaltjes (Pp) dat vooraf door middel van bemonstering per veldje werd vastgesteld.

gem								
lengte	56.42	63.85	42.58	61.44	53.84	65.27	47.57	54.93
# aaltjes	5	0	19	0	3	0	5	0



Na analyse levert dit de volgende grafiek op.



Een kleine toename van het aantal aaltjes zorgt voor een afname van de gemiddelde lengte.

### Perceel III

Telling van de kieming op de aangelegde veldjes.

Vanaf 12 mei werden wekelijks de kiemplanten per oppervlakte-eenheid op een veldje geteld. Ook werd het aantal door kiemplantenziekte aangetaste kiemplanten geteld. Aangetaste kiemplantjes werden na telling verwijderd om een week later niet het beeld te kunnen vertroebelen. In de tabel staat een samenvatting van de resultaten.

Aaltjesbemonstering voor de teelt bij R. 'Laxa'		Per 100 ml			
gemiddeld aantal aaltjes	O	178.5			
	A	188.7			
	B	192.0			
Waarnemingen planten		kieming	uitval	% uitval	saldo planten
aantallen	O	356	141	40	215
	A	262	169	65	93
	B	265	130	49	135

O= onbehandeld

A= toevoegen van compost vijf dagen voor het zaaien

B= toevoegen van compost achttien dagen voor het zaaien

Uit de aaltjestellingen blijkt dat de aaltjesdruk over dit deel van het perceel erg hoog is. De gemiddelden voor de drie behandelingen lopen niet ver uiteen.

Een aantal tellingen is gedaan: het totaal aantal gekiemde planten, het totale aantal door kiemplantenziekte uitgevallen planten, en het aantal gezonde planten bij de laatste (5<sup>e</sup>) telling op 11 juni.

Opvallend is dat het aantal kiemende zaden op de onbehandelde perceeltjes hoger is dan het aantal op de perceeltjes waarop compost werd uitgereden. Er was geen verschil in kieming bij de verschillende data van opbrengen van compost. Als we kijken naar het percentage uitgevallen planten dan blijkt dit het laagst te zijn voor de onbehandelde veldjes (40%). Bij het opbrengen van compost lijkt er een verschil tussen het opbrengen 1 week en 3 weken voor het zaaien.

Ofschoon er tussen verschillende vakken in het perceel lichte verschillen waren in plantontwikkeling, waren alle planten in de behandelingen en de controles onvoldoende ontwikkeld. Er was geen negatief of positief effect van composttoediening te vinden op de groei.

Alle planten hadden zogenaamde platvoeten, dit is een horizontale vergroeiing en vertakking van de hoofdwortel, zonder dat er een penwortel naar beneden groeit.

## 4.5 Discussie

Uit de gegevens op perceel II blijkt dat na ontsmetting in 2002 een seizoen teelt van R. 'Laxa' in 2003 weer een lichte besmetting met dit aaltje opgeleverde. Onduidelijk is of de aaltjes achtergebleven zijn na de ontsmetting najaar 2002, of dat de aaltjes zich opnieuw gevestigd hebben in de periode tussen najaar 2002 en voorjaar 2004. De veldjes waarin een lichte besmetting werd gevonden bleken in 2004 een geringere lengtegroei te geven bij *Crataegus*. Er is een sterke relatie gevonden tussen het aantal aaltjes en de groeiemming. Andere factoren die de groei konden beïnvloeden werden niet gevonden in deze proef. Uit de gegevens verkregen op perceel III blijkt dat de teelt van achtereenvolgens: 1998 rozenonderstammen; 2003 wintertarwe; 2004 R. 'Laxa', heeft geleid tot extreem hoge aantallen Pp. Deze aaltjes hebben de teelt van rozenzaailingen voor dat seizoen geruineerd. Hoewel de aaltjesaantallen extreem hoog waren, werden er verschillen in kiemplantenziekte gevonden in de verschillende behandelingen. Het bleek dat het aantal gekiemde planten in de onbehandelde controle hoger was dan in de behandeling met compost.

## 4.6 Conclusies

- Uit de gegevens op perceel II kan geconcludeerd worden dat ook lage aantallen aaltjes tot sterke groeivermindering bij *Crataegus* kunnen leiden. Bij oplopende aaltjesaantallen neemt de groei verder af.
- Uit de gegevens verkregen op perceel III blijkt dat het niet ontsmetten van percelen die beteeld worden met Pp gevoelige gewassen leidt tot risico op extreem hoge aantallen van dit aaltje.
- Er is in dit onderzoek geen positief effect gevonden van compost op vermindering van kiemplantenziekte.

## 4.7 Aanbevelingen

- Het uitvoeren van een grondbemonstering op het wortellesieaaltje (Pp) is een voorwaarde om zonder risico de gevoelige gewassen *Crataegus* en R. 'Laxa' te kunnen telen.
- Minder gevoelige gewassen en soorten zouden wel zonder bemonstering geteeld kunnen worden op percelen waar eerder een geslaagde teelt van een gevoelig gewas gerealiseerd werd.
- Negatieve aspecten van compost werden in deze proeven niet echt bewezen, maar het lijkt aanbevelenswaardig om compost – indien gewenst - ruim voor het zaaien toe te dienen. Een termijn van ruim meer dan vier weken lijkt hiervoor geschikt.
- Nader onderzoek zal moeten uitwijzen hoe groot de risico's van compost in de zaailingenteelt zijn, en hoe die risico's kunnen worden beperkt.

## 5 Bodemmoeheid in de teelt van Daphne

Effect van herkomst, standplaats en groencompost op bodemmoeheidsverschijnselen in Daphne.

Als planten van dezelfde soort of familie meerdere jaren achtereen op dezelfde grond worden geteeld is er een vergrote kans op het optreden van bodemmoeheid. Bodemmoeheid wordt herkend doordat er groei- en opbrengstderving optreden. De oorzaak ligt meestal in een complex van factoren en is moeilijk te traceren. In dit hoofdstuk wordt een onderzoek beschreven naar bodemmoeheidsverschijnselen in de teelt van de sierheester Daphne.

Twee boomkwekers hadden zich aangemeld om aan het onderzoek deel te nemen. Het onderzoek richtte zich bij deze bedrijven specifiek op de problemen die zich voordoen bij de teelt van *Daphne mezereum*. Het probleem komt er in het kort op neer dat na jarenlange teelt van dit gewas op een perceel de kwaliteit van jaar op jaar vermindert ondanks het zorgvuldig toepassen van vruchtwisseling.

In de praktijk wordt dit omschreven als bodemmoeheid. In dit verslag worden de resultaten van het veldonderzoek gepresenteerd op de twee bedrijven.

### **Algemeen: Daphne mezereum**

Nederlandse naam : Peperboompje

Familie: Thymelaeaceae

*Daphne mezereum* is inheems in Europa, van Noorwegen en Engeland tot Spanje en oostwaarts tot Turkije, Rusland en Siberië. *Daphne* groeit in bossen, struikgewas en op kalksteen-berghellingen tot 2600 m hoogte. Het is een bladverliezend, sterk vertakkend struikje dat maximaal 150 cm hoog kan worden. Bloeit in maart- april met purperrode bloemen op het kale hout. De vruchten zijn rood van kleur en giftig. Standplaats in de zon of lichte schaduw bij voorkeur op grond met een kalkrijke bodem.

### Teelt

Vermeerdering gebeurt d.m.v. zaaien in de vollegrond. Zaad wordt geplukt in juli als de bessen goed rijp (rood van kleur) zijn. Zaad in nog groene bessen is niet kiemkrachtig. Het is belangrijk dat het zaad nog dezelfde dag ongeschoond (dus met bes-en-al) wordt gezaaid. Wanneer door omstandigheden pas de volgende dag kan worden gezaaid dienen de bessen in de koelcel te worden bewaard. Zaaien op rijen, rijafstand 18 cm, zaaidiepte 3-4 cm met een hoeveelheid van 25 g of 50 ml per meter.

In het voorjaar van het jaar daaropvolgend komt het zaad op en groeit dan uit tot plantgoed met een lengte variërend van 10 tot 50 cm.

Het opkweken tot een leverbare plant gebeurt eveneens in de vollegrond omdat *Daphne* zeer moeilijk in pot is te telen. Het plantgoed wordt in het voorjaar (niet later dan maart) voor twee jaar uitgeplant op een afstand van 30 x 30 cm. Een goede bodemstructuur is hierbij heel belangrijk.

In het tweede jaar worden de planten direct na de winter gesnoeid op een hoogte van ca. 20 cm. Hierdoor vertakt de plant tot een leverbaar struikje met 4 tot 8 takken en bereikt een lengte van 40 tot 60 cm.

Er zijn enkele selecties waaronder 'Rubra' die ook wel de 'Boskoopse peper' wordt genoemd. Het is een verzamelnaam van diverse selecties van kwekers van planten met donker purperrode bloemen.

'Rubra Select' is een selectie van het Proefstation voor de Boomkwekerij' (later PPO) uit een 4-tal vormen van 'Rubra'. Deze zou meer resistent zijn tegen bladvlekkenziekte. Het is onduidelijk of deze selectie nog wordt gekweekt. Het voortbestaan is afhankelijk van steeds zorgvuldig selecteren van de zaadplanten.

## 5.1 Doel

Het verzamelen van relevante informatie op het bedrijf en het uitvoeren van praktijk- proeven om de mogelijke oorzaken van de bodemmoeheid bij de teelt van *Daphne mezereum* te achterhalen. Wanneer meer inzicht naar de oorzaken wordt verkregen kan misschien de teeltwijze worden aangepast om bodemmoeheid bij Daphne te voorkomen.

## 5.2 Proeven Daphne en bodemmoeheid

### Bedrijfsgegevens bedrijf 1

Dit voormalige groenteteeltbedrijf is gelegen aan de Reeuwijkse plassen ten zuiden van de Platteweg. Het perceel waar de Daphneplanten staan is altijd goed bemest en nooit met zware machines bewerkt. De grondsoort is kleiig veen met een pH-KCl van 5,1 en een organisch stofgehalte van 19 %. Naast Daphne mezereum wordt op dit perceel een klein sortiment boomkwekerijgewassen en vaste planten geteeld bestaande uit o.a. Prunus, Juniperus, Magnolia, en Helleboris.

### Ervaringen van de kweker

In een gesprek met de kweker komt naar voren dat hij nog niet zoveel kwaliteitsverlies ziet bij de leverbare planten maar wel bij 1 jarig gezaaid. Voorafgaand aan een tweejarige teelt brengt hij veel verse aanvulgrond op (ca. 10 cm). Hierdoor beperkt hij de terugloop in kwaliteit. Hij ziet in elk geval verschil met de hoeken waar hij de aanvulgrond achterwege heeft gelaten. Het is echter zeker nog niet zo dat hij op een perceel teelt waar Daphne absoluut niet meer wil groeien.

Bij het zaaien let hij er goed op dat hij niet zaait op een hoek waar eerder Daphne stond. Sinds kort heeft hij besloten om niet alleen op zijn eigen tuin te zaaien maar ook elders op een perceel in Stolwijk. Hij zaait pas dan wanneer de bessen knalrood zijn, meestal begin juli.

Van een andere kweker heeft hij de volgende wijsheid weleens gehoord: De slechte invloed van een eerdere Daphneteelt is het eerste jaar daarna nog niet merkbaar. Pas na enkele jaren heeft dit groeireductie tot gevolg. Een ander ervaring uit de praktijk zegt dat wanneer je één of twee regels zaait er slecht groei in komt. Door te zaaien op een bed of in een blok wordt kennelijk een beter milieu gecreëerd om te groeien, iets dat geen onbekend verschijnsel is in de plantenteelt. Overigens benadrukt de kweker dat de problemen met Daphne exact dezelfde zijn als die bij Helleboris, een vaste plant die hij eveneens teelt.

### Bedrijfsgegevens bedrijf 2

Het bedrijf ligt aan het Noordeinde in Waddinxveen. Deze weg ligt op een dijk die de scheiding vormt tussen de polder genaamd 'De Hazerswoudse Droogmakerij' en de bebouwde kom van de gemeenten Boskoop en Waddinxveen. De kwekerij is gelegen aan de voet van de dijk op een smalle strook venige grond, een restant van de veenafraving die hier vroeger heeft plaatsgevonden. Langs de dijk zijn ook op andere plaatsen kleinschalige boomkwekerijen gevestigd. Voor het overige bestaat deze polder uit kleigrond waarop voornamelijk akkerbouw plaatsvindt.

Naast Daphne mezereum wordt op dit perceel een voor Boskoopse begrippen klein assortiment boomkwekerijgewassen geteeld waaronder Thuja orientalis c.v. en Buxus sempervirens

### Ervaringen van de kweker

De kweker teelt al een groot aantal jaren Daphne mezereum. Het bedrijf heeft hij overgenomen van zijn vader die ook al Daphne kweekte. Voor de vermeerdering hebben ze jarenlang zelf gezaaid met zaad van zaadplanten afkomstig van de eigen kwekerij. De zaailingen waren altijd vrij licht met één wortelpen en wat fijne zijwortels. Het plantgoed werd (en wordt) op de eigen kwekerij voor twee jaar uitgeplant. De kwaliteit van de leverbare planten ging echter gaandeweg achteruit, een probleem dat zich ook bij collega kwekers in de regio Boskoop voordoet.

Om hier verbeteringen in aan te brengen heeft hij tot nu toe verschillende maatregelen genomen: toepassen van vruchtwisseling; grond laten bemonsteren door het BLGG; extra bemesten met stikstof; verhogen van de pH d.m.v. bekalken; structuur van de grond verbeteren door handmatig spitten.

Geen van deze maatregelen leidde echter tot verbetering van de groei en/of kwaliteit. Ook op hoeken waar tien jaar lang geen Daphne was gekweekt waren er problemen. Sinds een aantal jaren zaait hij nu op een perceel in Zundert, ook met zaad dat afkomstig is van zaadplanten van zijn kwekerij in Boskoop. Het hieruit voortkomende plantgoed heeft een stevige tak en een volle wortelpruik. Het is bijzonder sterk en naar zijn zeggen 'hard' materiaal en hij verwacht hiermee dan ook een beter product te kunnen telen. Hij vraagt zich wel af of bij dit plantgoed de kwaliteit in de loop der jaren eveneens zal afnemen. Zeer te spreken is hij over de groencompost die hij de laatste jaren gebruikt. Helaas beschikte hij nog niet over dit bodemverbeteringsmateriaal toen hij nog op zijn eigen bedrijf zaaide.

## 5.2.1 Proef met plantgoed, effect van herkomst en standplaats, bedrijf 1

### Doel

Het doel van deze proef is het vergelijken van de groei van planten van verschillende herkomsten van Daphne en het effect van een voorteelt van Daphne.

Planten van verschillende herkomst zijn uitgeplant op 2 percelen, 1 met voorvrucht Daphne en de andere zonder Daphne.

### Proefopzet

Door de kweker zijn in maart 2003 op een perceel twee proefveldjes aangelegd. Op het ene veldje is eerder Daphne geteeld op het andere niet. Vorm en afmetingen van de veldjes verschillen. Op beide veldjes is Daphne geplant voor de duur van twee jaar. In die periode wordt gekeken naar groei- en kwaliteitverschillen. Proefveldjes

- Veld H 2: Voorvrucht Daphne
- Veld H 3: Geen voorvrucht Daphne

### Plantmateriaal

Op de proefveldjes is plantgoed van twee herkomsten geplant:

- Herkomst Boskoop, door de kweker zelf vermeerderd d.m.v. zaaien op zijn eigen kwekerij en 1 jaar opgekweekt. De zaadplanten staan ook op dit perceel. Het plantgoed heeft een sterke tak van ca. 40-50 cm.
- Herkomst Zundert, als 1-jarig plantgoed gekocht van een collega- Daphnekweker uit Boskoop. Die gebruikt zaad van zaadplanten van zijn eigen kwekerij in Boskoop wat hij zaait op een perceel in Zundert. Het plantgoed is een lichte sortering uit het plantgoed dat de Boskoopse kweker zelf heeft opgeplant. Het heeft een lengte van 20-25 cm en een bijzonder zwaar wortelgestel.

De aantallen planten per herkomst zijn niet gelijk.

### Behandelingen

- 1 Veld H2 Voorvrucht Daphne/ herkomst Boskoop
- 2 Veld H2 Voorvrucht Daphne/ herkomst Zundert
- 3 Veld H3 Geen voorvrucht Daphne/herkomst Boskoop
- 4 Veld H3 Geen voorvrucht Daphne/herkomst Zundert

### Bemonstering bedrijf 1

Grondmonsters (50 steken/monster) zijn genomen van de velden H2 en H3 op 29-4-2003 op 13-11-2003 en op 14-6-2004. Ze zijn door PPO-medewerkers gestoken en verwerkt.

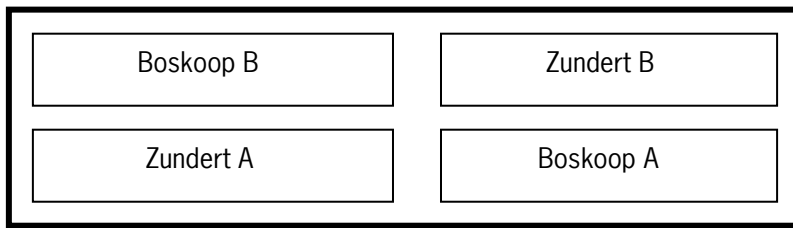
### Waarnemingen

Om groeiverschillen vast te leggen zijn tussentijds lengte- en diktemetingen verricht. Bij de lengte ging het om de hoofdtak (vaak ook de enige tak in het eerste groei-jaar) en bij de dikte de stamdikte op ca. 15 cm boven de grond. De metingen zijn uitgevoerd op 8-4-2003 en op 13-11-2003.

De planten zijn, zoals gebruikelijk, ruim voor aanvang van de groei in het tweede jaar gesnoeid op 25 – 30 cm hoogte.

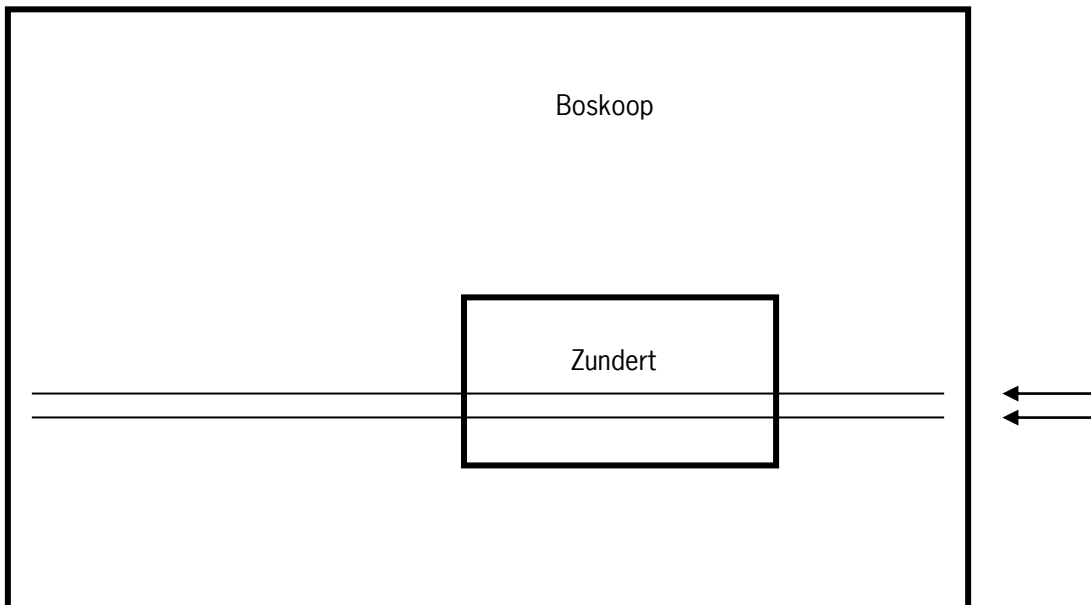
Aan het einde van de teelt is op 4-10-2004 de plantlengte gemeten en het aantal takken per plant geteld. Er is geen stamdikte gemeten.

Op veld H2 zijn de twee herkomsten in twee herhalingen (A en B) geplant (zie figuur).



Veld H2

Op veld H3 is niet in herhalingen geplant. De herkomst Zundert is hier als een rechthoekig blokje in de hoek van herkomst Boskoop opgenomen (zie figuur). Hiervan zijn twee rijen uitgekozen die als A en B worden aangemerkt en waarop de waarnemingen zullen worden uitgevoerd.



Veld H3

## Resultaten en discussie bedrijf 1

### Onderzoek Aaltjes

Uitslagformulier wortellessieaaltjes (*Pratylenchus* spp.) gevonden in grond

Project:	311053		
Bedrijf:	bedrijf 1		
Perceel:	H2 en H3		
Gewas:	Daphne mezereum		
Voorvrucht:			
Bijzonderheden:	standaardmonster door medewerkers PPO - Bomen		
Monsterdata:	28 april 2003, 10 november 2003 en 14 juni 2004		
Fijne fractie en grove fractie; aantal in 100 ml grond, weergegeven is totaal aantal Pra			
Monstercode	28-4-2003	10-11-2003	14-6-2004
H 2	56	0	0
H 3	0	11	16

#### Toelichting:

De grond is verdeeld in een fijne fractie en in een grove fractie, overgebleven na zeven.

De grove fractie bevat o.a. wortelresten waarin aaltjes kunnen zitten.

Pra = *Pratylenchus* spp., wortellessieaaltjes.

Op 28-4-2003 is op veld H2 een matige besmetting met wortellessieaaltjes voor boomkwekerijgewassen gevonden. Op 10-11-2003 en op 14-6-2004 is op veld H3 een lichte besmetting van wortellessieaaltjes gevonden.

Volgens de literatuur (van Teylingen, 1995) geeft *Pratylenchus penetrans* / *Pratylenchus vulnus* in de wortels van *Daphne mezereum* een matige vermeerdering en geen schade. In bijlage zijn verschillende *Pratylenchus*-soorten vermeld en hun betekenis voor boomkwekerijgewassen.

In principe doet het er dan niet toe hoeveel Pp/Pv in de bodem zit, de besmettingsklasse is altijd licht. Een lichte besmetting correspondeert met "geen schade van betekenis te verwachten". Een indirecte schade van *Pratylenchus* is wel mogelijk, door het beschadigen van cellen waardoor invalspoorten ontstaan voor wortelinfecties.

#### Waarnemingen gewassen

WAARNEMINGEN	VELD H2		VELD H3	
	Herk. Bosk.	Herk. Zund.	Herk. Bosk.	Herk. Zund.
Gem. diktetoename in het eerste groei-jaar in mm	4	4	2	3
Gem. lengtetoename in het eerste groei-jaar in cm	31	34	15	23
Gem. plantlengte aan het einde van de teelt in cm	62	45	68	59
Gem. aantal takken per plant aan het einde van de teelt	13	8	10	8

Uit de resultaten blijkt dat zowel de dikte- als de lengtegroei in het eerste jaar het sterkst toenam op veld H2. Aan het eind van de teelt hadden de planten van herkomst Boskoop op H2 meer takken dan de planten op veld H3.

Aan het einde van de tweejarige teelt waren de planten van beide herkomsten op veld H3 wat langer dan op die op veld H2. Bij herkomst Boskoop is het verschil in lengte gering (gemiddeld 6 cm) en bij herkomst Zundert is het verschil redelijk groot (gemiddeld 13 cm).

Bij alle metingen en tellingen van veld H2 tov veld H3 geven beide herkomsten dezelfde relatieve resultaten. Onderling zijn de herkomsten niet goed vergelijkbaar omdat de kwaliteit van het uitgangsmateriaal van beide herkomsten bij aanvang van de proef niet vergelijkbaar was.

## 5.2.2 Proef met plantgoed van verschillende herkomst, bedrijf 2

### Doel

Het doel van deze proef is het vergelijken van de groei van planten van verschillende herkomst die zijn uitgeplant op hetzelfde perceel.

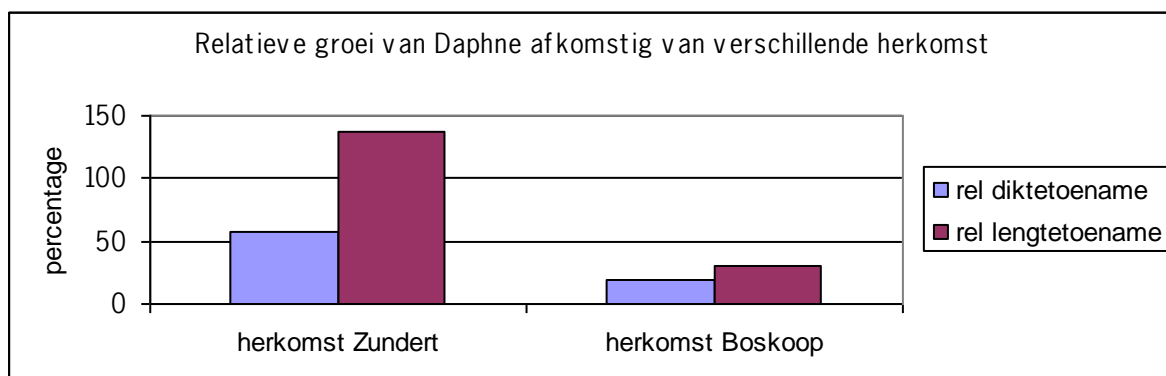
Door de kweker is in het voorjaar van 2003 een proefvakje aangelegd onderverdeeld in twee veldjes. Op elk veldje zijn 36 planten van één herkomst geplant voor de duur van twee jaar.

### Herkomst en kwaliteit van het plantmateriaal:

- Herkomst Zundert: zaad van zaadplanten uit eigen kwekerij gezaaid op Zunderts perceel. Stevige tak, zwaar wortelgestel. Gemiddelde dikte: 3,8 mm, gemiddelde lengte: 16 cm.
- Herkomst Boskoop: plantgoed van collega kweker uit regio Boskoop die het heeft gezaaid op eigen kwekerij in Reeuwijk waar Daphne goed groeit. Lange stevige tak, matig wortelgestel. Gemiddelde dikte: 5,9 mm, gemiddelde lengte: 47 cm.

Opmerking: Door omstandigheden kon pas in de derde week van april worden geplant. Voor Daphne is dit tijdstip vrij laat. Lengte- en diktemetingen (dikte op 15 cm boven de grond) zijn gebeurd op 29-4-2003 en 20-11-2003.

### Resultaten



De proef is uitgevoerd met verschillend uitgangsmateriaal. De gemiddelde aanvangslengte en -dikte waren niet gelijk, zodat de resultaten van deze proef als indicatief moeten worden beschouwd.

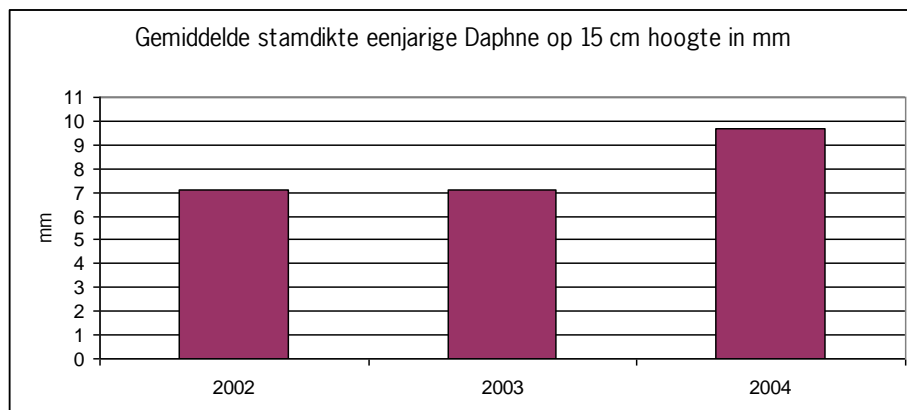
De absolute en relatieve dikte- en lengte toename van Daphne na een jaar groei op hetzelfde perceel waren bij herkomst Zundert groter dan bij herkomst Boskoop.

### Vaststellen kwaliteitsvermindering

Om vast te kunnen stellen of in de loop van de tijd ook van het z.g. 'Zunderts plantgoed' de kwaliteit achteruit gaat, is gedurende een aantal opeenvolgende jaren de dikte van 40 voor twee jaar uitgeplante planten gemeten op het moment dat ze één seizoen zijn gegroeid. Meethoogte: ca. 15 cm boven de grond.



## Resultaten



De gemiddelde groei nam niet af. Er zijn geen aanwijzingen dat de kwaliteit van het Zundertse plantgoed achteruit is gegaan.

### Aaltjesbemonstering

Gedurende de proef zijn grondmonsters genomen van het perceelsgedeelte waar de proefveldjes lagen. Ze werden door PPO-medewerkers gestoken (50 steken/monster) en verwerkt.

### Uitslagformulier nematoden gevonden in grond

Bedrijf:	bedrijf 2		
Perceel:	Veld 2-4		
Gewas:	Daphne mezereum		
Bijzonderheden:	standaardmonster door medewerkers PPO - Bomen		
Monsterdata:	28 april 2003, 20 november 2003 en 14 juni 2004		
Fijne fractie en grove fractie; aantal in 100 ml grond, weergegeven is totaal aantal Pratylenchus			
Monstercode	28-4-2003	20-11-2003	14-6-2004
Veld 2-4	2	2	4

### Toelichting:

De grond is verdeeld in een fijne fractie en in een grove fractie, overgebleven na zeven.

De grove fractie bevat o.a. wortelresten waarin parasieten kunnen zitten.

Pra = Pratylenchus spp., wortellesieaaltjes

### Resultaten

In het proefveldgedeelte van het Daphneperceel zat een lage besmetting wortellesieaaltjes.

## 5.2.3 Proef met groencompost

Op 20 april 2004 is een proef aangelegd met groencompost afkomstig van composteerbedrijf Wagro uit Waddinxveen.

Het doel is om te kijken welk effect het gebruik van groencompost heeft op de groei en kwaliteit van Daphne.

### Proefopzet

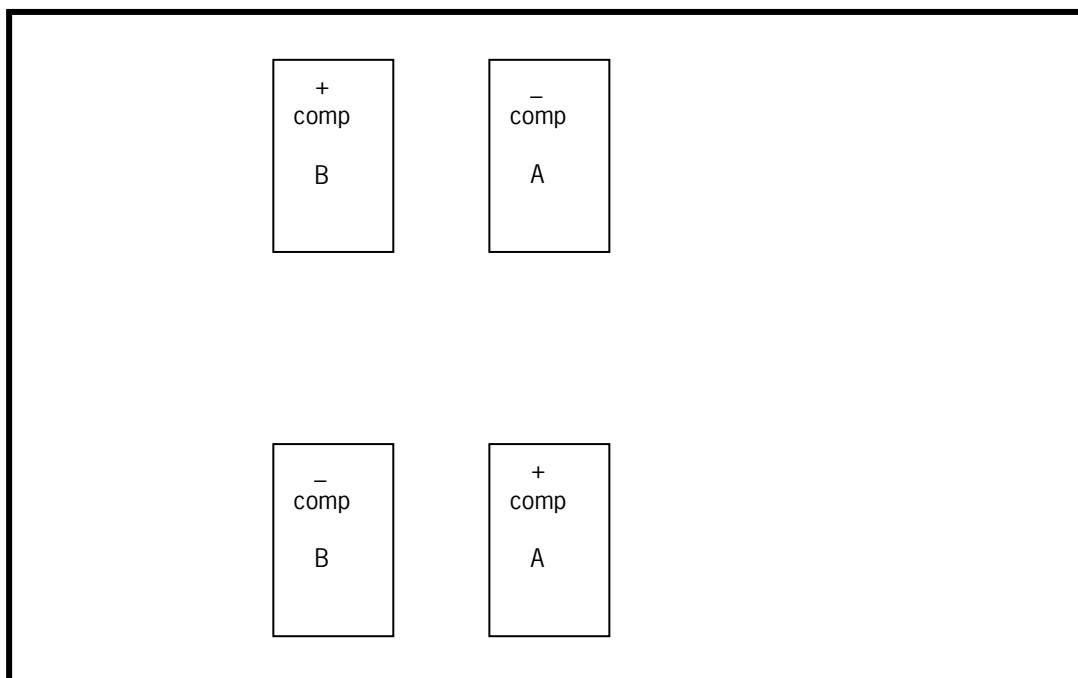
In een recent met Daphne beplante hoek zijn vier rechthoekige veldjes uitgezet waar vervolgens het plantgoed werd uitgegraven.

Op twee veldjes (A+ en B+) is groencompost door de grond gemengd met een omgerekende hoeveelheid van 100 m<sup>3</sup>/ ha. Op de andere twee veldjes (A - en B -) werd niets opgebracht. Hierna zijn de veldjes opnieuw ingeplant.

### Proefveldjes

De veldjes hebben een oppervlakte van 3 m<sup>2</sup>. De veldjes A+ en B - liggen langs het pad. De veldjes A - en B+ aan de slootkant (zie figuur 3). De veldjes zijn gemarkeerd met vier stokjes met rode punt en voorzien van een steeketiket met behandelingscode.

*sloot*



*Pad*

Per veldje zijn 36 planten (4 rijen van 9 planten) geplant op dezelfde plantafstand als de overige planten op dit perceel (35 x 35 cm).

Lengte- en diktemetingen zijn verricht op 20-4-2004 en 4-10-2004.

### Resultaten

	met compost	zonder compost
Gem. diktegroei mm 2004	4	4
Gem. lengtegroei cm 2004	34.0	38.6
Gem. lengte cm okt 05	58.6	59.2
Gem. aantal takken okt 05	10	11

In deze proef werden bij geen van de metingen aantoonbare verschillen gevonden tussen de behandelingen.

## 5.2.4 Zaaiproef Daphne mezereum

### Zaaien op verschillende locaties 2005 – 2006.

Een bedrijf in Boskoop had goede resultaten met plantgoed dat in Zundert is gezaaid. Aangenomen wordt dat de herkomst van het uitgangsmateriaal minstens zo belangrijk is als de eigenschappen van de bodem. De kweker heeft op dit bedrijf al van alles gedaan om de bodem te verbeteren. Bij vrijwel alle Daphne kwekers en tot voor kort ook op dit bedrijf wordt gezaaid op de eigen kwekerij met zaad afkomstig van zaadplanten die op diezelfde tuin staan.

In deze proef wordt bekeken wat het effect is van zaaien op een andere locatie dan waar wordt geteeld. Zaad dat afkomstig is van zaadplanten van één bedrijf worden op 5 verschillende locaties gezaaid, inclusief de tuin waar de zaadplanten staan.

Proefplan: Zaaien op verschillende locaties.  
Daphnezaad was afkomstig van bedrijf 1.

Doel: Onderzoeken of zaaien van Daphne mezereum buiten de eigen kwekerij sterker plantgoed oplevert waarmee een kwalitatief goed product geteeld kan worden.

Duur van de proef: juli 2005 t/m oktober 2006.

Proeflocaties:

- 1 Bedrijf 1, dit is het bedrijf waar de zaadplanten staan.
- 2 Perceel in Stolwijk, hier zaait bedrijf 1 de laatste jaren ook.
- 3 Kwekerij in Boskoop, op een perceel waar nooit Daphne is gezaaid of geteeld.
- 4 Kwekerij in Boskoop, waar bodemmoehed aanwezig is.
- 5 Perceel in de regio Zundert, Wernhout, n.a.v. de goede ervaringen van een Daphnekweker.

Op 5 juli 2005 werd het zaad geoogst. Het zaad was goed rijp en rood van kleur. Op 5 en 6 juli 2005 zijn de proeven gezaaid. Waar niet op de oogstdag kon worden gezaaid is het zaad tot de volgende dag koel bewaard. Het zaad is op rijen gezaaid met ongeschoonde bessen 3 – 4 cm diep. De regelafstand was 18 cm. Er is ca. 25 g (50 ml) zaad per m<sup>2</sup> gezaaid.

Op alle vier de locaties zijn grondmonsters genomen. Tussentijds zijn waarnemingen gedaan opkomsttijdstip en stand van het gewas is genoteerd. Na het rooien werd het aantal planten geteld en werden lengte- en diktemetingen uitgevoerd.

### Resultaten opkomst

Locatie 1: van de drie zaaiplekken op dit bedrijf is er een waar de opkomst zéér slecht is. De andere twee zijn redelijk goed opgekomen. Goed groeiende stukken worden afgewisseld met diverse slechte plekken die in onverklaarbare patronen over de zaaibedden liggen.

Locatie 2: dit geeft vrijwel hetzelfde beeld te zien als op locatie 1.

Locatie 3: het zaaibedje ligt er redelijk bij met een kleine onregelmatigheid. De planten zijn wel korter dan de best groeiende gedeelten van de locaties 1 en 2.

Locatie 4: de planten zijn kort maar regelmatig wat betreft de lengte.

Locatie 5: de planten groeien goed en deze locatie lijkt de beste van alle vijf de locaties. Ook hier is er geen gelijkmatig opgroeiend bedje zaailingen.

Op 6 september 2006 zijn op alle locaties lengte- en diktemetingen van de toetsplanten verricht en er zijn foto's gemaakt.

Op 21 september 2006 zijn op alle locaties grond- en gewasmonsters genomen.

Op 2 november 2006 is de proef geëvalueerd met de kweker. Over het algemeen was 2006 een erg slecht jaar voor Daphne, zowel voor wat betreft de vermeerdering als voor de teelt. Nog nooit waren zijn

zaailingen maar ook zijn 1- en 2 jarige planten zo slecht gegroeid als dit jaar. Een mogelijke oorzaak hiervan zou kunnen zijn de abnormale weersomstandigheden van dit jaar, vooral de extreme warmte in juli en de daaropvolgende zeer natte maand augustus.

De slechte opkomst van één van de drie zaaiplaatsen op locatie 1 is mogelijk te verklaren doordat er op de zaaidatum fikse regenbuien vielen. Mogelijk dat de grond is dichtgeslagen.

Voor de onregelmatige groei van de andere twee zaaiplaatsen op locatie 1 en die op locatie 2 kon geen oorzaak worden aangewezen. Hierdoor is het moeilijk om het zaaien op de eigen kwekerij, locatie 1 als referentie te beschouwen voor de zaaiproef.

Op 11 januari 2007 zijn de zaailingen van alle locaties gerooid.

Op locatie 3 stonden de planten nog gedeeltelijk in het blad. Ze zijn in de nazomer nog aardig gegroeid.

Op locatie 4 waren de zaailingen na de zomer niet veel meer gegroeid en was het blad er af.

Op locatie 5 waren de planten nog lang doorgeslagen en stonden op het moment van rooien nog volop in het blad. De plantlengte varieert van 30 tot 60 cm.

Na het rooien zijn de zaailingen van bovengenoemde drie locaties apart in kisten gedaan en gefotografeerd.

### 5.3 Discussie en conclusies

In dit onderzoek wordt gezocht naar een mogelijke oplossing voor het probleem bij de teelt van *Daphne mezereum*. Dit, voornamelijk in de vollegrond geteelde gewas, gaat op veel kwekerijen in de loop der jaren zienderogen in kwaliteit achteruit, zelfs wanneer vruchtwisseling zorgvuldig wordt toegepast. Op twee bedrijven in de regio Boskoop is gedurende de projectperiode de teelt gevolgd en zijn proeven gedaan.

De herkomst van het uitgangsmateriaal blijkt namelijk minstens zo belangrijk te zijn dan de eigenschappen van de bodem waaraan de kweker al van alles heeft gedaan om die te verbeteren.

Bij vrijwel alle *Daphne*-kwekers, en tot voor kort ook bij bedrijf 2 wordt gezaaid op de eigen kwekerij met zaad afkomstig van zaadplanten die op diezelfde tuin staan en/of geteeld zijn. Het is interessant om te kijken wat het effect is wanneer je hier van afwijkt door of elders te zaaien of elders te telen.

De proef op verschillende standplaatsen laat zien dat het uitplanten van *Daphne* op een hoek waar kort daarvoor hetzelfde gewas werd geteeld niet onmiddellijk leidt tot kwaliteitsvermindering. Na het eerste teeltjaar zijn de planten op het eerder geteelde gedeelte zelfs langer en dikker dan op de hoek waar nooit eerder *Daphne* stond. Op langere termijn is wel degelijk een negatief effect te verwachten gezien het feit dat aan het einde van de tweejarige teelt de planten op het veld waar voorheen *Daphne* stond aanzienlijk korter waren. Dit vertoont overeenkomst met de ervaringen die kwekers hiermee hebben (zie hoofdstuk 5.2 Ervaringen van de kweker).

#### Bedrijf 1.

Van de kleine proef met plantgoed afkomstig van drie verschillende bedrijven, die door de kweker zelf is opgezet, schoten helaas te weinig planten over om aan het eind van de teelt nog zinvolle waarnemingen te kunnen doen. Vermoedelijke oorzaak van het uitval is het te late tijdstip waarop er werd geplant (eind april i.p.v. half maart). Dit luistert bij *Daphne* behoorlijk nauw. Er kon wel worden vastgesteld dat van de herkomst met de lichtste kwaliteit ook de meeste planten uitvielen. Van de twee andere herkomsten bleek, uit waarnemingen na het eerste teeltjaar, dat de herkomst Zundert het meest in lengte en dikte was toegenomen.

Met dit uitgangsmateriaal boekt de kweker al enkele jaren een goed teeltresultaat. Het is plantgoed, gezaaid op een perceel in Zundert en vervolgens twee jaar geteeld op zijn kwekerij in Boskoop waar voorheen nauwelijks meer een fatsoenlijke *Daphne* viel te telen. De 'Zundertse' herkomst levert hem dus al enkele jaren kwalitatief goede planten op. De kwaliteit hiervan neemt vooralsnog niet af. Dit is vastgesteld aan de hand van metingen die elk jaar zijn gedaan aan de planten die 1 jaar op deze kwekerij zijn gegroeid. Het is natuurlijk de vraag of ook op langere termijn de kwaliteit op peil blijft.

De uitslagen van nematodenonderzoek geven aan dat wortelstelselaaltjes op dit perceel geen rol van betekenis spelen.

## Bedrijf 2.

Deze kweker heeft een proef gedaan met een gelijktijdige teelt van Daphne op twee plekken van zijn bedrijf. Op de één was kort daarvoor hetzelfde gewas geteeld, op de andere had nog nooit Daphne gestaan. Op beide hoeken werden twee herkomsten gepland. De regelmatige waarnemingen gedurende de proef lieten zien dat bij de planten op de hoek waar kort daarvoor hetzelfde gewas werd geteeld niet onmiddellijk groeireductie te zien was. Na het eerste teeltjaar waren de planten op deze hoek zelfs langer en dikker dan op de hoek waar nooit eerder Daphne stond. Op wat langere termijn was wel een negatief effect te zien want in het tweede jaar (na snoei in het voorjaar) bleven de planten op het veld 'eerder beteeld' aanzienlijk korter. Bij één van de twee herkomsten was dit verschil gemiddeld 13 cm. Dit resultaat vertoont overeenkomst met ervaringen van diverse kwekers die in gesprekken met hen naar voren zijn gekomen.

In een tweede proef op bedrijf 2 is uitgevoerd is de invloed van groencompost op de groei van dit gewas bepaald. Daphne plantgoed is geplant op veldjes waar wel (100 m<sup>3</sup>/ha) en geen compost was opgebracht. De teeltduur was twee jaar. Na het eerste jaar waren de planten op de onbehandelde veldjes iets langer en dikker dan die op de compostveldjes.

### Herkomsten- en locatieonderzoek

Op een vijftal locaties is Daphne gezaaid en de groei gevolgd. Hieruit is naar voren gekomen dat er sprake is van een pleksgewijs achterblijven in groei, grote verschillen binnen en tussen percelen en een zeer groot effect van zaadherkomst (kwaliteit). Er is een vorm van wortelrot aangetroffen, waaruit een aantal potentieel pathogene schimmels is geïsoleerd. Of deze schimmels daadwerkelijk het ziektebeeld kunnen veroorzaken zal in infectieproeven moeten worden uitgezocht. Er zijn geen noemenswaardige aantallen plantpathogene aaltjes aangetroffen in de wortels, noch in de grond. Er was ook geen verband tussen de aanwezigheid van deze aaltjes en de gewasgroei. Aaltjes worden derhalve uitgesloten als potentiële oorzaak van de bodemmoehheid. Er is geen verband gevonden tussen de gewasgroei en de bodemeigenschappen zoals pH, organisch stofgehalte, fosfaat, kalium en magnesium.

## 5.4 Aanbevelingen

Vervolgonderzoek zou moeten uitwijzen of er sprake is van een schimmelziekte. Daarna kunnen gerichte maatregelen ter bestrijding worden uitgetest.



Lengtemeting in proefveld van Daphne.

## 5.5 Bijlage Overzicht Pratylenchussoorten

Overzicht Pratylenchus soorten, grondsoort en waardplanten binnen project bodemmoehheid

In de buitenteelten worden de volgende 10 soorten onderscheiden:

Latijnse naam	Nederlandse naam	grondsoort
<i>P. crenatus</i>	(graan)wortellessieaaltje	zandig
<i>P. convallaria</i>	(Convallaria)wortellessieaaltje	zandig
<i>P. fallax</i>	(gras)wortellessieaaltje	(zandig) lemig
<i>P. flakkensis</i>		lemig
<i>P. neglectus</i>	(bieten)wortellessieaaltje	lemig/klei
<i>P. penetrans</i>	(gewoon)wortellessieaaltje	zandig
<i>P. pratensis</i>	(weide)wortellessieaaltje	klei
<i>P. pseudopratensis</i>		zandig
<i>P. thornei</i>	(tarwe)wortellessieaaltje	klei
<i>P. vulnus</i>	(hout)wortellessieaaltje	zandig (kas)

*P. penetrans* (in gelijke mate mogelijk *P. fallax*) en *P. vulnus* veroorzaken schade in verschillende mate, afhankelijk van het gewas of gewasgroep, zie beneden.

*P. crenatus* veroorzaakt duidelijk minder schade dan *P. penetrans*.

*P. thornei* komt voornamelijk op klei voor en kan mogelijk schade aan fruitbomen geven.

*P. neglectus* en *P. pratensis* veroorzaken waarschijnlijk geen schade.

Van de minder voorkomende Pratylenchus soorten *P. flakkensis* en *P. pseudopratensis* is geen schade bekend.

Indirecte schade door een verhoogde kans op wortelrot kan mogelijk door alle soorten veroorzaakt worden.

Gewassen in het project bodemmoehheid: fruitbomen (*Malus*, *Pyrus*, *Prunus*; allen Rosaceae), laanbomen sierappel (*Malus*; Rosaceae) en *Sorbus* (Rosaceae), *Daphne mezereum* (Thymelaeaceae) en de gewassen van het BSO in Horst: (*Astilbe*), *Carpinus* (Betulaceae), *Rosa*, *Taxus* (Taxaceae;), *Thuja* (Cupressaceae), *Tilia* (Tiliaceae).

Aantal aaltjes/ 100 ml grond	Rosaceae*)		overig gevoelig boomkwekerijgewas			coniferen	
	Pp	Pv	Pp	Pv		Pp/Pv	Rr
Licht	1-10	1-25	1-25	1-50		1-25	1-100
Matig	11-50	26-100	26-75	51-100	26-75	101-400	
Zwaar	>50	>100	>75	>150		>75	>400

Rosaceae: *Malus*, *Pyrus*, *Prunus*, *Sorbus*

Overig gevoelig boomkwekerijgewas/conifeer : *Carpinus*, *Thuja*, *Tilia*

Ongevoelig boomkwekerijgewas/conifeer: *Taxus*

Ongevoelig boomkwekerijgewas, wel vermeerdering, mogelijk indirecte schade: *Daphne*

Rr is een afkorting voor het aaltje *Rotylenchus robustus* dat in hoge aantallen schade in coniferen kan geven.

Trichodoriden aaltjes kunnen lichte schade veroorzaken in *Malus* en *Taxus*. Matige aantallen corresponderen met 20 tot 50 aaltjes per 100 ml grond.

## 6 Bodemmoetheid in laanbomen

In opdracht van PT heeft PPO bomen in de periode van 2003 t/m 2005 een onderzoek uitgevoerd naar bodemmoetheidverschijnselen in de teelt van laanbomen. Als planten van dezelfde soort of familie meerdere jaren achtereen op dezelfde grond worden geteeld is er een vergrote kans op het optreden van bodemmoetheid. Bodemmoetheid wordt herkend doordat er groei- en opbrengstverlies optreedt. De oorzaak ligt meestal in een complex van factoren en is moeilijk te traceren.

Een laanboomkweker had zich aangemeld om aan het onderzoek deel te nemen. Het onderzoek richtte zich bij dit bedrijf specifiek op de problemen die zich voordoen bij de teelt van laanbomen.

De grond is al 50 jaar in gebruik voor de teelt van fruitbomen en later laanbomen. Het laatste jaar groeiden de bomen zo slecht dat ze onverkoopbaar werden.

In de praktijk wordt dit omschreven als bodemmoetheid. De oorzaak van bodemmoetheid is moeilijk aan te geven en is op verschillende grondsoorten ook niet altijd hetzelfde. Toch kan worden gesteld dat problemen met bodemmoetheid te maken hebben met beperkingen die ontstaan in het wortelgestel van de plant.

Bomen zijn voor de opname van water en voedingsstoffen afhankelijk van jonge haarwortels. Juist deze jonge wortels worden in hun functioneren beperkt wanneer er sprake is van bodemmoetheid. In dit verslag worden de resultaten van het veldonderzoek gepresenteerd van dit bedrijf.

### 6.1 Doel

Het verzamelen van relevante informatie op het bedrijf om inzicht te krijgen van oorzaken van bodemmoetheid in de teelt van *Malus* en *Sorbus*. Wanneer meer inzicht naar de oorzaken wordt verkregen kan wellicht de teeltwijze worden aangepast om bodemmoetheid bij laanbomen te voorkomen.

Er zijn 2 onderzoeken uitgevoerd om bodemmoetheid mogelijk te kunnen bestrijden. De werking van toevoeging van Chitine aan de grond en biologische grondontsmetting (BGO) zijn tegen bodemmoetheid getest.

### 6.2 Materiaal en methoden

De bodemmoetheid proeven zijn uitgevoerd op een perceel van 2,5 ha. Bomen groeiden slecht en het perceel is ingezaaid met gras. Voor het onderzoek is dit perceel nader onderzocht. In de bijlage staat gedetailleerde informatie over dit perceel met bodemmoetheidverschijnselen.

Daarnaast is een perceel gekozen van 1,5 ha zonder aanwijzingen van bodemmoetheid. In de periode van 1995 tot aan 2003 was dit perceel grasland. Het perceel ligt vrij dicht bij een boerderij, maar er hebben nooit fruitbomen gestaan.

In voorjaar van 2003 zijn grondmonsters gestoken (60-70 stekers per monster, tot 35 cm diep) van beide percelen, zonder en met bodemmoetheid voor elementen- en aaltjesonderzoek.

#### 6.2.1 Onderzoek 1, effect van bodemmoetheid op de groei van Malusspillen

Op beide percelen, zonder en met bodemmoetheid, zijn op 5 april 2003 circa 1.500 driejarige spillen (maat ca. 10/12) geplant. Er zijn voor de proef op beide percelen 6 rijen van 25 bomen, gevolgd en beoordeeld.

De proefbomen waren de volgende *Malus* soorten/ cultivars: *Malus* 'Makamik', M. 'Royalty', M. 'Evereste', M. 'Professor Sprenger', M. 'Golden Gem' en M. 'Golden hornet'. De bomen op beide percelen waren van dezelfde herkomst. De plantafstand bedroeg 2,2 meter (tussen de rijen) x 1 meter in de rij.

In totaal zijn op beide percelen dus 150 Malusspillen voor de proef gebruikt. Gedurende 3 jaar is de diameter van de proefbomen gemeten als indicatie van de groei.

## 6.2.2 Onderzoek 2, effect van Chitine op *Pratylenchus penetrans*

Op het perceel met bodemmoeheid is een Chitineproduct aan de grond toegevoegd (20 ton/ha). De grootte van het proefveld was 340m<sup>2</sup>. Vanuit de literatuur is bekend dat bij de omzetting van dit materiaal o.a. ammoniak ontstaat, dat kan leiden tot directe doding van bodemorganismen. Daarnaast reageren de in de bodem aanwezige chitinolytische micro-organismen die de overmaat aan chitine gaan afbreken. De gedachtegang is dat diezelfde micro-organismen ook andere bodemorganismen zoals aaltjes en eieren van aaltjes gaan gebruiken als voedselbron. Het chitineproduct met de gegevens vleesvexaz 2721 0,4%; erkenningsnummer: alphanl08388 is verkregen van PPO AGV en oorspronkelijk bestemd als mengsel voor diervoeder voor vleesvarkens.

## 6.2.3 Onderzoek 3, effect van BGO op *Pratylenchus penetrans* en *Verticillium dahliae*.

Op het perceel met bodemmoeheid is biologische grondontsmetting (BGO) toegepast. Op 26 juli 2004 is in samenwerking met loonbedrijf Ploegmakers, Rips BV is 50 ton/ ha vers organisch materiaal (Engels raaigras) in de grond gebracht en gedurende 12 weken afgedekt met plastic. Bij de omzetting van het organische materiaal wordt zuurstof onttrokken en ontstaan allerlei afbraakproducten waardoor het bodemleven verandert.

# 6.3 Resultaten en bespreking

## 6.3.1 Effect van bodemmoeheid op de groei van Maluspillen

Op twee percelen is de groei van Malus gevolgd. Eén perceel zonder bodemmoeheid waar niet eerder (fruit)bomen zijn geteeld (referentieveld) en een ander perceel met bodemmoeheid. Op beide percelen zijn zes cultivars van Malus geplant. Daarvan is de stamomvang gemeten op vier momenten, nl. bij de start van de proef begin 2003 en vervolgens aan het eind van de drie jaren 2003, 2004 en 2005.

Grondmonsters zijn genomen voor analyse op elementen, op aanwezigheid van aaltjes en van de schimmel *Verticillium*.

### **Perceel zonder bodemmoeheid**

Adviesbemesting voorjaar 2003: 80 kg fosfaat (P2O5), 100 kg kali (K2O) en 100 kg Magnesium (MgO). Het magnesiumgehalte is vrij laag (102), Pw en P-Al zijn goed, resp. 33 en 65. Het kaligehalte is vrij laag (12).

### Compostanalyse

Goede compost met pH 6,4. Door de compost is ook paardenmest en vaste varkensmest gemengd.

### Aaltjesonderzoek

#### begin 2003

<i>Pratylenchus</i> sp. (wortellesieaaltje)	25
<i>Pratylenchus crenatus</i> (graanwortellesieaaltje)	20
Globodera/Heterodera larven (cysteaaltjes):	35
<i>Meloidogyne naasi</i> (graswortelknobbelaaltje)	130
Trichodoridae (vrijlevend wortelaaltje)	5

Het monster was dus licht besmet met *Pratylenchus* sp.

Ook was er een lichte besmetting met Trichodoridae, waarvoor diverse boomkwekerijgewassen licht gevoelig zijn. De overige gevonden aaltjes zijn van weinig belang bij de teelt van boomkwekerijgewassen.

Eind 2003 werd er geen *Pratylenchus penetrans* aangetroffen.

Uit de monsters van eind 2003 werd geen *Verticillium* aangetroffen. Het perceel was dus vrij van *Verticillium*.



### **Perceel met bodemmoetheid**

Adviesbemesting voorjaar 2003: 150 kg kali (K2O). De ph-KCl bedraagt 5.3. Het Mg-gehalte is hoog (276). De Pw en P-Al-waarden zijn vrij hoog, resp. 70 en 54. Het kaligehalte is met de waarde 9 laag.

### Compostanalyse

In de winter van 2003/2004 is een grote hoeveelheid compost versneld ingewerkt in verband met de verwachte aanscherping van de regelgeving t.a.v. organische producten. Daarom is de totale hoeveelheid (ca. 700 m<sup>3</sup>) op circa 2,5 ha uitgereden. Van de 700 m<sup>3</sup> bestaat circa 60 m<sup>3</sup> uit vaste varkensmest (ingedikte gier).

Dit is omgerekend 300 m<sup>3</sup> per ha, ofwel 240 ton per ha. De bijdrage aan eos (groencompost=162 kg/ton versgewicht) bedraagt dus 39.000 kg (factor 20 hoger dan benodigd). De natuurcompost was aangeleverd in november 2002. Op basis van de analyseresultaten kon de natuurcompost gebruikt worden als compost of als zwarte grond. Vanwege het zink- en arseen-gehalte (net) niet als zeer schone compost. De compost heeft vóór uitrijden 1,5 jaar gelegen. In hoeverre de compost voldoende uitgerijpt was, was onduidelijk. Composthoop was driemaal omgezet, met toevoeging van 1.500 kg zwavelzure ammoniak. pH van het materiaal was 7,5 Vrij van nematoden, knolvoetschimmel en Rhizomanievirus.

### Aaltjes

Het perceel was zwaar besmet met *Pratylenchus penetrans* (aantallen niet weergegeven).

### Verticillium

Uitslag Verticillium feb 2004 (gestoken: eind 2003)

	perceel zonder bodemmoetheid	perceel met bodemmoetheid (Chitineproef)	perceel met bodemmoetheid (BGO-proef)
microsclerotien per 10 g grond	0.0	27.5	5.5
komt overeen met:	niet besmet	besmet	licht besmet
volgens klassenindeling NAKB:	niet besmet	< 3 ms / 10 g grond	
	licht besmet	3 - 10 ms / 10 g grond	
	besmet	10 - 100 ms / 10 g grond	
	zwaar besmet	> 100 ms / 10 g grond	

Het perceel met bodemmoetheid werd als licht besmet tot besmet beoordeeld.

### Diktemetingen

Op twee percelen (met en zonder bodemmoetheid) is de groei van *Malus* gevolgd door op verschillende momenten de diktegroei te meten. Op beide percelen zijn zes cultivars geplant. Daarvan is de stamomvang gemeten op vier momenten, nl. aan het begin van 2003 en aan het eind van 2003, 2004 en 2005.

Globaal zijn er van elke cultivar op elk terrein 25 bomen gemeten. Van dit aantal zijn gemiddelden uitgerekend. In deze praktijkproef zijn 2 percelen betrokken, de proef is dus niet in meerdere herhalingen aangelegd. Elk gevonden verschil tussen de twee percelen kan worden geweten aan het feit dat het gewoon gaat om twee verschillende percelen.. Om toch de percelen te kunnen vergelijken, is aangenomen dat de proef daarvoor wel geschikt is. Andere mogelijke oorzaken voor verschillen (zoals dat tussen cultivars) zijn zoveel mogelijk weggewerkt door die als blok in de analyse mee te nemen. Om zoveel mogelijk de startverschillen weg te werken is alles ook nog eens uitgevoerd met de eerste waarneming als covariabele. Omdat op voorhand de verwachting was dat besmet het minder zal doen dan schoon, is ook éénzijdig getoetst. Hieronder staan de uitkomsten.

Effect bodemmoeheid (wel is perceel met bodemmoeheid, en niet is perceel zonder bodemmoeheid)

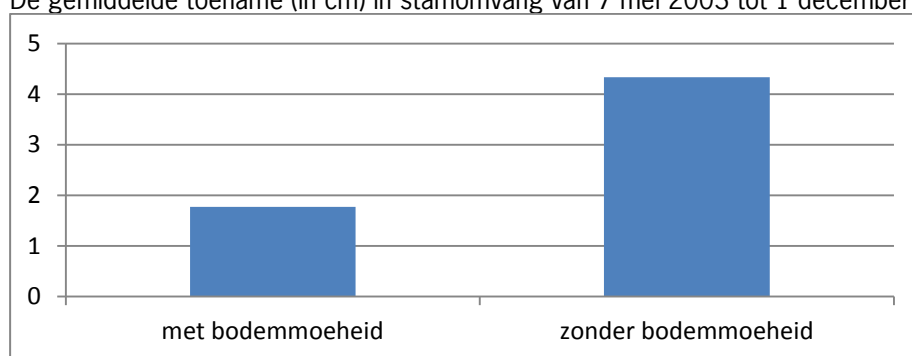
Gemiddelde stamomvang gedurende de proefperiode

Datum	Perceel met bodemmoeheid	Perceel zonder bodemmoeheid
7-5-2003	6.9a	6.4 a
2-12-2003	7.3 a	8.0 b
1-11-2004	7.8 a	9.8 b
1-12-2005	8.4 a	11.0 b

Verschillende letters betekent significante verschillen.

Het feit dat aan het begin op 7-5-2003 de gemiddelde stamomvang op het perceel met bodemmoeheid iets groter was dan zonder bodemmoeheid, geeft reden om met covariabele uitgangssituatie te werken.

De gemiddelde toename (in cm) in stamomvang van 7 mei 2003 tot 1 december 2005



Deze praktijkproef laat dus zien dat in de hele tijdlijn sprake is van mindere groei op het perceel met bodemmoeheid dan op het perceel zonder bodemmoeheid. Bij perioden van slechts één groeiseizoen is dat vaak iets minder gemakkelijk hard te maken dan bij langere perioden.

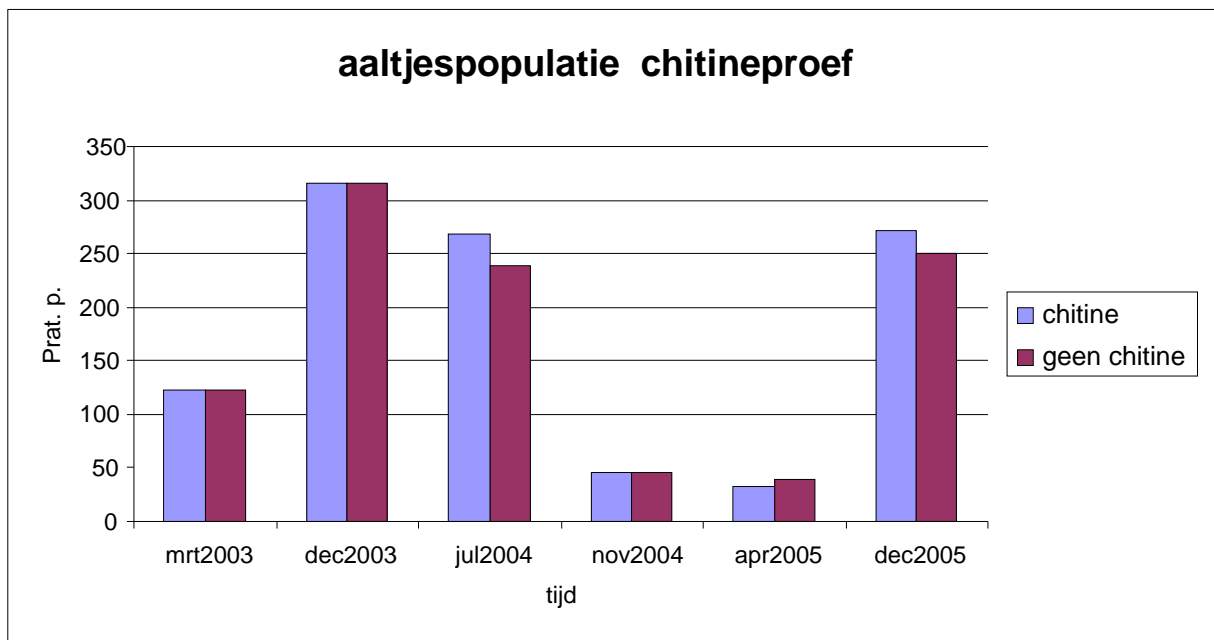
### 6.3.2 Effect van toediening van chitine

Op 8 juli 2004 is op een deel van de besmette veldjes chitine (afval van garnalen en basisgrondstof veehouderij) toegepast. Van het aanbrengen van chitine in de bodem wordt beweerd dat het een onderdrukkend effect zou hebben tegen aaltjes. Dit zou komen doordat de ingebrachte chitine de populatie chitineafbrekende micro-organismen sterk stimuleert. Aangezien de huid van aaltjes ook uit chitine bestaat, zouden de aaltjes in een meer vijandiger omgeving komen bij die hogere concentratie van chitineafbrekende micro-organismen. De verwachting is dat dit een bestrijdend effect heeft op de aaltjespopulatie en daarmee een positief effect op de stamomvang.

#### Overzicht aantallen worteltesieaaltjes, perceel chitineproef.

In maart 2003 is Malus geplant. Het uitgangsmateriaal was afkomstig van een perceel met een matige besmetting met *Pratylenchus*. De bodem waarin de Malus werd geplant was toen zwaar besmet met Pp. Een groot gedeelte van Pp zat in de wortelresten.

In december 2003 werd er een grote stijging van het aantal Pp gevonden. Dit komt doordat Malus een goede waardplant is voor Pp. In juli 2004 is de chitine toegepast, dus op een moment dat er een zware besmetting met Pp aanwezig was. In november 2004 bleken er zowel in de onbehandelde veldjes als in de met chitine behandelde veldjes een matige aantasting met Pp aanwezig. In april 2005 bleken de aantallen Pp ongeveer gelijk gebleven, er was nog steeds sprake van een matige besmetting. Aan het eind van 2005 werden in beide velden weer grote aantallen Pp gevonden. Een effect van de chitinetoepassing op het aantal Pp werd niet gevonden.



Meer onkruidontwikkeling met name veroorzaakt door  
grondbewerking en niet door toedienen chitine.



### 6.3.3 Effect van Biologische Grond Ontsmetting

BGO is in 2004 en in 2005 toegepast.

Bij de start van de BGO proef in 2004 was er sprake van een matige besmetting met *Pratylenchus penetrans* (ongeveer 50 Pp/ 100ml grond). De meeste wortellessieaaltjes werden gevonden in wortelresten.

Het perceel was in 2004 licht besmet met *Pratylenchus penetrans*. Na biologische grondontsmetting is de besmetting teruggebracht tot bijna 0.

Een eerste globale bemonstering op *Verticillium dahliae* in 2003 resulteerde in een lichte besmetting. Intensieve bemonstering in 2004 resulteerde in twee zwaar besmette proefvakken en twee besmette proefvakken. Biologische grondontsmetting bleek in 2004 niet effectief tegen *Verticillium*. De reden hiervan is onbekend. Mogelijk dat de BGO te laat in het seizoen is uitgevoerd, daarom is gekeken naar de toen heersende bodemtemperatuur. De gemiddelde bodemtemperatuur tijdens de eerste 10 dagen van BGO in 2004 was 18,4°C, dit is voldoende voor een goede werking van BGO. In 2004 was de drainage defect en is lange tijd onvoldoende water afgevoerd. Het perceel heeft tot augustus erg nat gestaan. Naar de mening van de kweker verslemt de grond gemakkelijk. Dit zou mogelijk een verstoring effect hebben gehad op de werking van BGO. Naast Vd worden ook veel antagonisten afgedood tijdens BGO. Indien de BGO niet voor 100% slaagt, zou de ontwikkeling van Vd juist kunnen worden gestimuleerd door gebrek aan antagonisten. Effect van grote hoeveelheid compost in teeltlaag is mogelijk gunstig voor Vd en ongunstig voor werking BGO

#### Conclusies BGO 2004

- BGO tegen Vd heeft in deze proef niet gewerkt.
- BGO heeft wel gewerkt tegen *Pratylenchus penetrans*.
- De temperatuur was hoog genoeg voor een goede werking

In 2005 is de BGO herhaald. Nu is ook kalkstikstof meegenomen in het onderzoek.

Kalkstikstof (CaNCN + CaO) is een stikstofmeststof met een nevenwerking tegen onkruid, schimmels etc. De calcium cyanamide wordt in aanwezigheid van water omgezet in cyanamide (NCNH<sub>2</sub>) en vervolgens in carbamide. De werking is gebaseerd op de omzetting naar het giftige cyanamide (Flinck, 1982, Fertilizers en fertilization). In het handboek meststoffen (1995) staat bij kalkstikstof: toepassing als bodemmeststof in de tuinbouw en bij overige informatie: in poedervorm ook te gebruiken als contact-herbicide en als bestrijder van de leverbot-slak.

Zowel voorafgaand aan de behandelingen als aan het eind van het groeiseizoen is het aantal microsclerotien per 10 g grond bepaald en tevens het aantal *Pratylenchus* per 100 g grond. Het proefveld bestond uit 16 veldjes, waarvan de helft is behandeld met BGO. Er waren dus 8 herhalingen. De werking van kalkstikstof is meegenomen in 8 veldjes. 4 onbehandelde veldjes en 4 met BGO behandelde veldjes.

De resultaten staan in onderstaande tabellen.

Gemiddeld aantal microsclerotien (ms per 10 gram) van *Verticillium* per monster.

Behandeling	Voor BGO	Na BGO	toename
Onbehandeld (n=8)	77	110	33
Kalkstikstof (n=4)	55	104	49
BGO (n=8)	66	99	33
BGO+kalkstikstof (n=4)	104	137	33

N.B. De variatie tussen de veldjes was erg groot.

In de onbehandelde veldjes nam de Vd besmetting iets toe. De toename in dezelfde orde was ook aanwezig in de BGO-behandelde veldjes, de met kalkstikstof behandelde veldjes en in de BGO + kalkstikstof veldjes.

Gemiddeld aantal *Pratylenchus* per monster.

Behandeling	Voor BGO	Na BGO	toename
Onbehandeld (n=8)	13	25	12
Kalkstikstof (n=4)	7	25	18
BGO (n=8)	16	3	-13
BGO+kalkstikstof (n=4)	23	1	-22

N.B. De variatie tussen de veldjes was erg groot.

In de onbehandelde veldjes nam de aantjes besmetting iets toe. De toename in dezelfde orde was ook aanwezig in met kalkstikstof behandelde veldjes.

In de BGO-behandelde veldjes en in de BGO + kalkstikstof veldjes nam de aantjes besmetting af tot zeer lage aantallen.

## 6.4 Conclusies

- Er was gedurende de proef sprake van minder groei op het (met aantjes) besmette perceel dan op het niet besmette perceel. Bij perioden van slechts één groeiseizoen is dat vaak iets minder gemakkelijk hard te maken dan bij langere perioden.
- Het probleem met bodemmoetheid bleek samen te hangen met het voorkomen van *Verticillium dahliae* en *Pratylenchus penetrans*.
- Er was geen aantoonbaar effect van de chitine behandeling op het aantal *Pratylenchus*.
- Zowel BGO als kalkstikstof en ook de combinatie van beide behandelingen hadden geen effect op de Vd besmetting.
- Kalkstikstof had ook geen effect op de *Pratylenchus*besmetting
- BGO had wel een effect op de *Pratylenchus*besmetting.

## 6.5 Bijlage Bodembeoordeling van proefperceel

Voor dit project zijn gedetailleerde bodembeoordelingen gemaakt. De beoordelingen en analyses zijn intensief besproken met de deelnemende kweker. Als voorbeeld wordt zo'n analyse hier weergegeven.

### Perceel 1

Oppervlak: 1,5 ha

Nadere omschrijving van het perceel: aan de zuidzijde ligt een sloot met een stuw, vrij groot verschil in waterpeil (60/70 cm en 150 cm).

Drainage: ja

Op dit perceel wordt een bloemenmengsel ingezaaid (Barenburg): het mengsel Buitengebied met een grote verscheidenheid aan één- & tweejarige soorten. Ter bevordering van natuurlijke vijanden.

De buitenranden zijn ingeplant met *Populus nigra* 'Italica'. Ter beperking van drift en windbeschutting.

### Perceel 1a 'beneden de stuw':

Van 0 – 40 cm een matig humusarm matig fijn zand met circa 4% organische stof. De structuur van deze teeltlaag is goed en er is weinig leem aanwezig.

Van 40 – 60 cm diepte is matig humus zeer fijn zand aanwezig met meer leem en een organische stof gehalte van circa 5%.

Van 60 – 75 cm diepte in het profiel geoxideerd rivier zand. Het organische stof gehalte is lager dan 1%.

Bij >75 cm diepte gereduceerd matig grof rivier zand met < 0,5% organische stof.

De beworteling is tot 60 cm diepte. De drainage ligt op een diepte van 80 cm.

### Grondwatertrappen:

De hoogste grondwatertrap (HGT) - 60 cm beneden maaiveld.

De laagste grondwatertrap (LGT) – 75 cm beneden maaiveld.

### Vochtleverend vermogen

De teeltlaag van 60 cm dik heeft een vochtleverend vermogen van ruim 100 mm.

De laag direct onder de teeltlaag kan via capillaire vochtlevering nog voor ruim 60 mm vocht aanvoer zorgen. Tekorten aan vocht worden in dit profiel niet verwacht.

### Perceel 1b 'Boven de stuw':

Van 0 – 50 cm een matig humusarm matig fijn zand met 4 à 5% organische stof. Deze teeltlaag heeft een goede structuur en er is weinig leem in de grond aanwezig.

Van 50 – 60 cm zeer humusarm geoxydeerd matig grof zand, dat goed doorlatend is voor water.

Dieper dan 60 cm gereduceerd matig grof rivier zand in het profiel.

De beworteling is tot maximaal 60 cm diep. Een drainage is op circa 80 cm diepte beneden het maaiveld aanwezig. Vanaf het hoge peil in de sloot met de stuw ontstaat kwel in dit perceelsgedeelte.

Door de goede doorlatendheid van de grond en de snelle waterafvoer door de drainage wordt wateroverlast en schade aan het gewas voorkomen.

### Grondwatertrappen:

De hoogste grondwatertrap (HGT) - 50 cm beneden maaiveld.

De laagste grondwatertrap (LGT) – 60 cm beneden maaiveld.

### Vochtleverend vermogen

Deze teeltlaag heeft een vochthoudend vermogen van > 100 mm. Daarnaast is er een flinke aanvoer van capillair water uit het grondwater van > 80 mm.

Bomen wortelen vrijwel geheel in de teeltlaag, geen wortelvorming in de zandlaag. De eigenschappen van deze grove zandlaag: goede afwatering, wel capillaire opstijging grondwater.

De groei van deze planten was uitstekend en er zijn geen symptomen van aantasting door aaltjes waargenomen.

## 7 Bodemmoeheid bij Malus en Prunus.

Een vruchtboomteler van hoogstammen had specifiek problemen in de teelt van Malus en Prunus. De teelt van hoogstam vruchtbomen lijkt veel op de teelt van laanbomen. In jaar 1 wordt de onderstam geplant en later in het jaar geoculeerd. Daarna wordt de spil opgetrokken in jaar 2, 3. In jaar 4 wordt er een kroon op gekweekt en afgeleverd. Soms, bij gunstige groei gebeurt dit laatste al in jaar 3. Bij ongunstige groei een jaar later.

Het probleem op het bedrijf kwam er in het kort op neer dat er groeiverschillen werden gevonden tussen percelen en ook tussen verschillende plekken in een perceel. Ondanks het volgens de kweker zorgvuldig toepassen van vruchtwisseling (Rosacea 1 op 7 jaar. In de tussenliggende jaren wordt er graan verbouwd) zag hij vermindering optreden van de kwaliteit in de loop van de jaren. Dit zou kunnen duiden op bodemmoeheid. De oorzaak van bodemmoeheid is moeilijk aan te geven en is op verschillende grondsoorten ook niet altijd hetzelfde. Toch kan worden gesteld dat problemen met bodemmoeheid te maken hebben met beperkingen die ontstaan in het wortelgestel van de plant. Bij vruchtbomen zijn voor de opname van water en voedingstoffen afhankelijk van jonge haarwortels. Juist deze jonge wortels worden in hun functioneren beperkt wanneer er sprake is van bodemmoeheid. In dit hoofdstuk worden de resultaten van het veldonderzoek gepresenteerd van dit bedrijf.

### 7.1 Doel

Het onderzoeken van de reden van de plaatselijke verminderde groei van Malus en Prunus. Wanneer meer inzicht naar de oorzaken wordt verkregen kan wellicht de teeltwijze worden aangepast om bodemmoeheid bij vruchtbomen te voorkomen.

Tevens is het effect onderzocht van BGO, het telen van Tagetes en braak op het verminderen van bodemmoeheidsverschijnselen.

### 7.2 Materiaal en methoden

Voor het onderzoek zijn vier percelen uitgekozen voor het onderzoek. Twee percelen (perceel A en C) met goede groei van de onderstammen (vrij van bodemmoeheid) en twee percelen met verminderde groei van de onderstammen (met bodemmoeheid).

Van de percelen is een bodemanalyse gemaakt.

Proef 1: Vergelijk van groei van Prunusonderstammen (*Prunus domestica* 'Myrobalaan') en van Malusonderstammen (*Malus domestica*) op percelen met bodemmoeheid en op percelen zonder bodemmoeheid.

- a) Perceel A, Prunus, vrij van bodemmoeheid. Oppervlak 100m<sup>2</sup>
- b) Perceel B, Prunus, met bodemmoeheid. Oppervlak 100m<sup>2</sup>
- c) Perceel C, Malus, (vrij van bodemmoeheid). Oppervlak 500m<sup>2</sup>.
- d) Perceel D, Malus, (met bodemmoeheid). Oppervlak 500m<sup>2</sup>.

## Proef 2: Effect van biologische grondontsmetting, het telen van Tagetes en braak op het verminderen van bodemmoehedverschijnselen.

Deze proef is uitgevoerd op Perceel D (met bodemmoehed). Oppervlak 500m<sup>2</sup>. In dit gedeelte van het perceel was er slechte groei van Malus.

Een deel van perceel D is met Tagetes ingezaaid (90 dagen teelt), een deel is biologisch ontsmet (BGO) en een deel van het perceel bleef braak.

Op de plekken waar de behandelingen zijn uitgevoerd zijn aaltjesmonsters genomen voor en na de behandeling. De bemonstering is uitgevoerd met een steekstok tot 25 cm diepte. Er is op beide percelen een diagonale looplijn gevolgd waarbij minimaal 40 steken zijn verzameld.

De plantafstand op beide percelen is 1,25 meter (tussen de rijen) x 0,4 meter in de rij. Voor de teelt hebben de percelen een grondbewerking gehad.

- Bewerking: spitzfreen tot 40 – 50 cm diepte
- Ingewerkt: 150 – 200 kuub groencompost/ha (geen bemonsteringsrapport)

De bodemkarakteristieken van de percelen van proef 1 en 2 staan beschreven in de bijlage.

## 7.3 Resultaten

Proef 1: Vergelijk van groei van Prunusonderstammen (*Prunus domestica* 'Myrobalaan') en van Malusonderstammen (*Malus domestica*) op percelen met bodemmoehed en op percelen zonder bodemmoehed.

### **Bodemonderzoek**

Zowel de percelen met bodemmoehed als zonder bodemmoehed hadden een goede waardering voor Kali, Magnesia, pH en organische stof. Alleen de Pw van 35 was laag. De waardering van P-AI was vrij laag. De pH was ongeveer 5 en het organisch stofgehalte was 3.8 %

Het perceeldeel waar geen groeiremming wordt gevonden bestaat uit een fijn zandige teellaag van circa 45 cm dik met een vrij hoog leemgehalte en een goede structuur. Grondwaterstand wisselt van 1 meter diep (laagste) tot 45 cm. Het vocht leverend vermogen is circa 100 mm. Door capillaire werking kan in het groeiseizoen nog extra 75 mm water worden aangeleverd. In dit perceelgedeelte is geen storende laag voor de beworteling waargenomen. Wel zijn veel brokken ijzeroer aangetroffen die door menging in de teellaag of bouwvoor zijn verdeeld.

In het perceeldeel met bodemmoehed bestaat uit een fijn zandige teellaag van 0–30 cm met een matig leemgehalte en een matige vochtcapaciteit. Het vocht leverend vermogen is beduidend lager dan het perceelgedeelte zonder groeiremming. De grond is droogtegevoelig.

### **Aaltjesonderzoek**

Uitslag soort en aantal aaltjes in 100 ml grond in het voor- en najaar van 2003 in de teelt van Prunusonderstammen op het perceel zonder bodemmoehed (perceel A) en het perceel met bodemmoehed (perceel B).



Omschrijving monster	Pratylenchus	Besmettings- klasse
Zonder bodemmoetheid Perceel A mei	26	Matig
Met bodemmoetheid Perceel B mei	15	Licht
Zonder bodemmoetheid Perceel A november	50	Matig
Met bodemmoetheid Perceel B november	156	Zwaar

Uitslag soort en aantal aaltjes in 100 ml grond in het voor- en najaar van 2003 in de teelt van Malusonderstammen op het perceel zonder bodemmoetheid (perceel C) en het perceel met bodemmoetheid (perceel D).

Omschrijving monster	Pratylenchus	Besmettings- klasse
Zonder bodemmoetheid Perceel C mei	3	Licht
Met bodemmoetheid Perceel D mei	9	Licht
Zonder bodemmoetheid Perceel C november	90	Zwaar
Met bodemmoetheid Perceel D november	83	Zwaar

In het voorjaar zaten er licht tot matig aantallen schadelijke worteltesieaaltjes in de proefpercelen. Er werden soms ook grote aantallen *Pratylenchus crenatus* gevonden, maar dit aaltje veroorzaakt in boomkwekerijgewassen geen schade. In het najaar waren de schadelijke (*P. penetrans* en *P. vulnus*) aantallen flink toegenomen. Vooral in de wortels werden hoge aantallen aaltjes gevonden. In de teelt van *Prunus* op het perceel zonder bodemmoetheid bleef de besmettingsklasse in de categorie licht. Op het perceel met bodemmoetheid veranderde de besmettingsklasse van licht naar zwaar. De toename van het aantal aaltjes was dus aanwezig alleen in het perceel met bodemmoetheid. In de teelt van *Malus* op het perceel zonder bodemmoetheid veranderde de besmettingsklasse van categorie licht naar zwaar. Hetzelfde vond plaats op het perceel met bodemmoetheid. De toename van het aantal aaltjes was dus aanwezig in zowel het perceel met bodemmoetheid als in het perceel zonder bodemmoetheid.

### Gewasgroei

Aan het eind van het groeiseizoen is de lengte gemiddelde van de gewassen op percelen A, B, C en D gemeten. Een meting aan het begin van het groeiseizoen is niet gebeurd, maar de onderstammen waren oorspronkelijk allemaal van dezelfde partij. Op de percelen met bodemmoetheid, perceel B en perceel D, werd een duidelijk mindere groei geconstateerd van *Prunus*- resp. *Malus*onderstammen.

Proef 2: Effect van biologische grondontsmetting, het telen van *Tagetes* en braak op het verminderen van bodemmoetheidverschijnselen.

In 2004 is een bemestingsonderzoek uitgevoerd. Vruchtbomen basispakket.  
pH: 5,0 Organische stof: 3,0%

## Aaltjesonderzoek

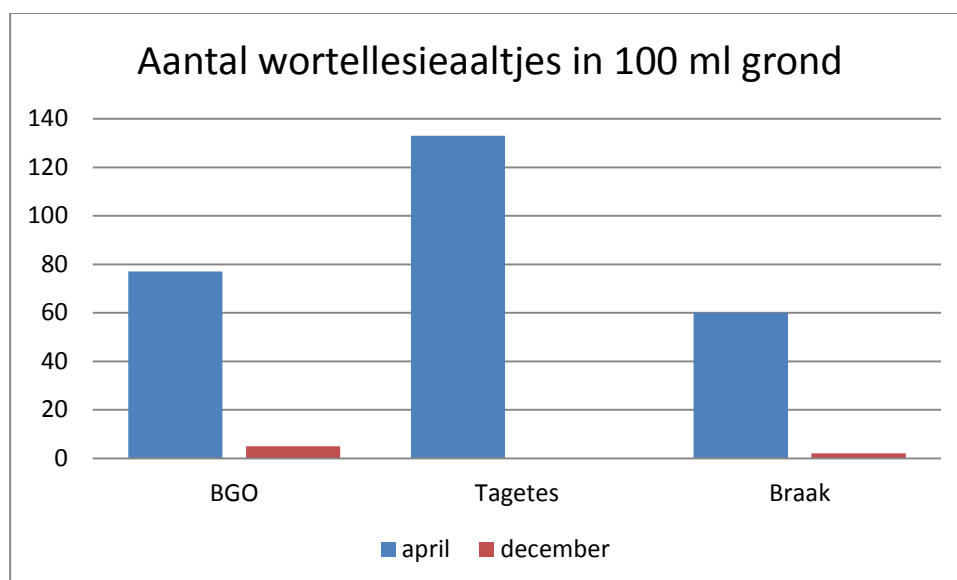
Overzicht soort en aantal aaltjes in 100 ml grond, april 2004

Omschrijving	Pra crenatus	Pra fallax	Pra penetrans	Pra vulnus	Totaal	Totaal schadelijk
BGO	15	44	6	11	77	62
Tagetes	44	70	0	19	133	89
braak	40	15	5	0	60	20

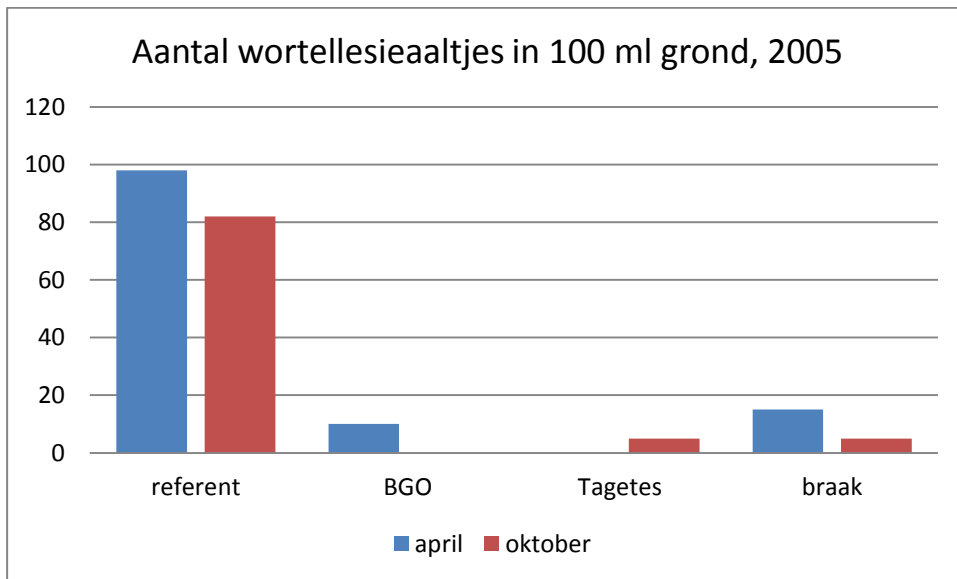
De aantallen wortellessieaaltjes in de grondmonsters voorafgaand aan BGO en Tagetes zijn hoog. Het aantal aaltjes voorafgaand aan braak is matig.

Overzicht aantal aaltjes in 100 ml grond, december 2004

Omschrijving monster	Totaal Pratylenchus	Determinatie/opmerkingen
BGO	5	Soort Pratylenchus van dec-monster is
Tagetes	0	niet gedetermineerd vanwege lage
braak	2	aantallen



Door middel van BGO en Tagetes en ook bij braak zijn de aaltjes populaties zeer sterk teruggebracht. In het volgende teeltjaar zijn op de behandelde percelen Malus-onderstammen geteeld. Als referent is een perceel genomen met een hoge aanvangspopulatie van wortellessieaaltjes.



Na de eenjarige teelt van Malusonderstammen was aan het einde van de teelt de aaltjespopulatie laag in alle percelen die een lage aaltjespopulatie hadden. In de referent bleef de aaltjespopulatie hoog.

De lengte en de diameter van de onderstammen zijn na de oogst aan het eind van het groeiseizoen gemeten. Hieruit bleek dat er geen gemiddelde lengteverschillen waren tussen de 3 behandelingen onderling en tussen de behandelingen en de referent. De gemiddelde diameter van de onderstammen verschillen ook niet tussen de behandelingen.



Uitvoering van Biologische grondontsmetting.

## 7.4 Discussie

In het verleden had de kweker problemen met de teelt van vruchtbomen, o.a. Malus en Prunus. De groei was duidelijk minder dan mocht worden verwacht. In de vorige teeltcyclus werd dit verweten aan plasvorming in de natte periodes. Er is getracht door grondbewerking en egalisatie de groei problemen te verhelpen. Ook het aanbrengen van organische bemesting mbv groencompost in een dosering van 150 tot 200 kuub/ha bracht geen verbetering. Schade door bodemplagen is nooit gevonden. In 2002 bleek dat de genoemde activiteiten de groei niet konden verbeteren. De pH van de grond was in orde en het organisch stofgehalte was goed.

Om de oorzaak van de groei problemen te onderzoeken is een uitvoerige bodembeoordeling uitgevoerd.

Hieruit bleek dat het bodemtype een 'beekbezinkingsgrond' is met als kenmerk een wisselende bodemstructuur. De grondsoort is een zandgrond met een sterk wisselende grondwaterstand.

Er is een groeirelatie geconstateerd door een hoogteverschil binnen het perceel.

De percelen met bodemmoeheid lagen op de laagste gedeelten, de teellaag is dunner en wordt ondieper. In het profiel is een ijzeroer laag waargenomen. De bodemmoeheidverschijnselen zijn dus gecorreleerd met de dikte van de teeltlaag, de aanwezigheid van een ijzermoerlaag en het waterleverend vermogen. De groei van de gewassen is op dit perceel dus goed gecorreleerd met de bodemkwaliteit.

Om een effect van aaltjes op de bodemmoeheid te onderzoeken zijn voor en na het groeiseizoen van Prunus- en Malusonderstammen aaltjesmonsters van de grond. Hieruit bleek dat in de teelt van Prunus dat alleen in het perceel met bodemmoeheid een toename van *Pratylenchus* werd gevonden. Echter, in de teelt van Malus werd zowel in het perceel zonder bodemmoeheid als in het perceel met bodemmoeheid een toename van *Pratylenchus* gevonden. Een consistente correlatie tussen bodemmoeheid en aantallen *Pratylenchus* kon dus niet worden aangetoond.

Op dit bedrijf is tevens een proef uitgevoerd waarin het effect is onderzocht van BGO, het telen van *Tagetes* en braak op het verminderen van bodemmoeheidsverschijnselen.

De onderzoekpercelen waren voorafgaand aan de behandelingen matig tot zwaar besmet met schadelijke worteltesie-aaltjes (*Pratylenchus penetrans*, *P. vulnus* en *P. fallax*).

Door BGO, door een tussenteelt van *Tagetes* en ook na braak werd de aaltjes-populatie sterk teruggebracht. In het volgende teeltjaar van Malusonderstammen bleek de besmetting laag. Echter, de groeiverschillen (die toegekend worden aan bodemmoeheid) kwamen in dezelfde mate naar voren. Naast braak, kunnen ook *Tagetes* en BGO worden toegepast om de aaltjes besmetting van de grond terug te brengen. Echter de bodemmoeheid verschijnselen werden niet verholpen.

## 7.5 Conclusies

- De bodemmoeheidverschijnselen waren gecorreleerd met de dikte van de teeltlaag, de aanwezigheid van een ijzermoerlaag en het waterleverend vermogen van de bodem.
- De groei van de gewassen was op dit perceel dus goed gecorreleerd met de bodemkwaliteit.
- Een consistente correlatie tussen bodemmoeheid en aantallen *Pratylenchus* werd niet aangetoond.
- BGO zorgde voor een bijna complete afdoding van worteltesieaaltjes.
- De teelt van meer dan 3 maanden van *Tagetes patula* 'Bonica' zorgde voor een bijna complete afdoding van worteltesieaaltjes.
- Ook na braak werd de aaltjes-populatie sterk teruggebracht.
- Na BGO een tussenteelt van *Tagetes* en na een braakperiode konden de bodemmoeheid verschijnselen niet worden verholpen.
- Ondanks dat de grond nagenoeg werd vrij gemaakt van *Pratylenchus* bleef de groeireductie voortbestaan.
- Een oplossing voor bodemmoeheid is in dit onderzoek niet gevonden.

## 7.6 Aanbevelingen

- Advies voor het bedrijfperceel: De bodemkwaliteit kan worden verbeterd door grond te woelen zodat de storende oerlaag wordt doorbroken. De beschikbaarheid van water moet worden verbeterd door de vochttoestand van de bodem goed te monitoren.
- De dunnere teellaag maakt de teelt erg kwetsbaar.
- De kweker was in de veronderstelling dat een rotatie van 7-8 jaar voor Rosacea voldoende was. Op basis van de onderzoeksresultaten is nu een Tagetesteelt in het bouwplan opgenomen om de aaltjesdruk voldoende laag te houden.

## 7.7 Achtergrondgegevens perceel

Voor dit project zijn gedetailleerde bodembeoordelingen gemaakt. De beoordelingen en analyses zijn intensief besproken met de deelnemende kweker. Als voorbeeld wordt zo'n analyse hier weergegeven.

### Bodem algemeen

Op lage zandgronden, waar ijzerrijk grondwater naar boven komt, vormt zich vaak een zeer ijzerrijke gleyzone. Er is eeuwenlang ijzer aangevoerd als ferribicarbonaat in opgeloste vorm. Dit is in de gleyzone geoxideerd tot ferri-oxydhydraat en het gehalte aan ijzer is zo hoog geworden dat van een ijzererts afzetting kan worden gesproken. Deze afzetting wordt ook wel moerasijzererts of ijzeroer genoemd. Na ontginning kunnen deze gronden in ernstige mate aan verdroging lijden. Het ijzeroer bevat een aanzienlijk gehalte aan fosforzuur.

De gleyverschijnselen geven een goed beeld van de gedragingen van het grondwater. Begint de gleyhorizont hoog in het bodemprofiel, bijv op 25 tot 50 cm, dan is het land in het voorjaar veelal te nat om te bewerken. Gebruik als grasland is dan het beste. De beste bouwlanden op zand hebben de bovenkant van het gleyhorizont tussen 50 en 100 cm beneden maaiveld.

De ligging van de onderzoekpercelen is licht glooiend. Het hoogteverloop in de lengte van het perceel tot buiten de huidige proefvakken is circa 0,5 m. Op de lage gedeelten is meer leem achtergebleven. Er is een groeirelatie geconstateerd door dit hoogteverschil binnen het perceel.

Op de laagste gedeelten is de teellaag dunner en wordt ondieper in het profiel is de ijzeroer laag waargenomen.

Bodemtype: bodemstructuur is wisselend, 'beekbezinkingsgrond', ook de mais groeide al niet zo goed op enkele plekken.

### Grondsoort

een zandgrond met een sterk wisselende grondwaterstand in het verleden en ook tijdens het onderzoek. Voor de kanalisatie van de achter het perceel gelegen beek was de ontwatering in de winter periode zeer slecht. Door de sterk wisselende grondwaterstand en het ijzerhoudende grondwater zijn sterk verdichte ijzeroer lagen gevormd op de overgangen van de reductie zones waardoor deze niet of nauwelijks bewortelbaar zijn. Door de hoge ijzergehaltenes in de grond worden de oplosbare fosfaten snel vastgelegd of gefixeerd aan het ijzer waardoor deze niet meer beschikbaar zijn voor de planten

### Waterhuishouding

Er loopt een gekanaliseerde beek achter de kwekerij om.

Grondwaterdiepte: 0 (winter) – 1,5 m (zomer). Het grondwater volgt een afstroming in westelijke richting. Hiermee wordt kalk aangevoerd uit de kalklagen van het plateau van Munster (Achterhoekplateau). Het water komt uiteindelijk in de IJssel terecht.

Er is geen drainage aanwezig, dit wordt door de kweker niet zinnig gevonden. Historie van het perceel: ooit was alles oud grasland waarna fruit en 1 teelt laanbomen met Tilia, Robinia en Sorbus. Nu een rotatie met akkerbouwteelten als mais en graan (zomergerst en triticale) voor de korrel in combinatie met gele mosterd als groenbemester. In deze akkerbouwteelten wordt geprobeerd om zo veel mogelijk organisch materiaal achter te laten. Op deze akkerbouwpercelen werd varkensdrijfmest of rundveedrijfmest toegediend.

### Grondbewerking

Spitfrezen 40-50 cm diep in combinatie met een aandrukrol. Hierbij blijft het zand op dezelfde diepte, de grondlaag wordt niet./nauwelijks gemengd.

Het is leemhoudende grond dus mag niet te nat worden bewerkt.

### Bemesting

Organische bemesting op 4 ha: in 2000/2001 1 keer groencompost van de gemeente toegediend.

Dosering was 150 tot 200 cuub/ha.

Kunstmest. Veelal KAS en nu ook MAS. 150 – 200 kg/ha in mei in 1 gift.

In 2002 is er 2000 kg/ha kalk toegediend.

pH van 5 is goed. Streefwaarde is 5 – 5,5. Boven een pH van 6 kunnen er problemen in de teelt ontstaan.

Bij een hoge pH hoort een laag organisch stof gehalte.

Organisch stofgehalte is 3,8 en dat is goed.

### Teelt

Malus, Pyrus en Prunus. In totaal zo'n 70 tot 80 soorten voor de particuliere handel. Plantafstand: 0,4 x 1,25; 2 planten/m<sup>2</sup>.

Cyclus: onderstammen, enten, spillen tot eindproduct. Teeltduur is maximaal 5 jaar.

De onderzoekpercelen hebben de volgende geschiedenis. Grond in de 19e eeuw langzamerhand in cultuur gebracht (deels weiland, deels bos dat geleidelijk verdween). Tot 1980: blijvend grasland. Daarna tot 1989 mais en graan. Tot en met 1995 stonden op de onderzoekpercelen Malus en Prunus. Tenslotte tot 2001 weer mais en graan, als rotatiegewassen. De percelen zijn als zodanig in de rotatie tenminste 6 jaar vrij van de teelt van vruchtboomgewassen.

De groeireductie is in 2002 voor het eerst waargenomen. In de vorige teelt werd dit verweten aan plasvorming in de natte periodes. Dit is door egalisatie mogelijk verholpen. Er is geen aantoonbare schade waargenomen door bodeminsecten o.m. engerlingen.

### Bodemkarakteristieken.

Perceel A (zonder bodemmoehheid): Onderstam Prunus dom. 'Myrobalaan' (zaailing) (Prunus cerasifera, kerspruim).

Oculeren in 2003 ging moeilijk en is grotendeels mislukt. Daarom zijn de onderstammen opgetrokken en worden in april 2004 geënt. Zeven rijen. Halfstam en hoogstam (1,20/1,50 en 1,80).

In dit gedeelte van het perceel is er goede groei van Prunus.

Bodemkarakteristieken:

- Dekzand
- Een fijn zandige teellaag van circa 45 cm dik met een vrij hoog leem % en een goede structuur. Grondwaterstand wisselt van 1 meter diep (laagste) tot 45 cm. Te zien aan zandkleur (grijs), daarboven bruin.
- Het organische stofgehalte wordt geschat op 3%.
- Relatief hoog leemgehalte (10%) naar schatting 30 vol% vocht, dus voor plant 20 vol% beschikbaar. Vocht leverend vermogen hoger dan 1b (100). Waarschijnlijk minder vochtproblemen dan in perceel 1b.
- In de winterperiode staat er 2-3 weken water tot op maaiveld. Is volgens de kweker geen probleem als het na 2-3 weken weer zakt. Veel problematischer is het bij deze grond dat na grondbewerking voor planten zware buien vallen: grond slaat dan dicht.
- Nadere omschrijving: Bomen wortelen vrijwel geheel in de teellaag, geen wortelvorming in de zandlaag. Geen storende laag voor de beworteling werd waargenomen. Wel werden veel brokken en stukken ijzeroer aangetroffen die door menging in de teellaag of bouwvoor waren verdeeld. In deze stukken ijzeroer kan het ijzergehalte 25 - 30 % zijn. Hierdoor ontstaat

fosfaatfixatie in deze perceelsdelen. Dieper dan 45 cm is de grond opgebouwd uit een fijnzandige lemige ondergrond. Deze grond heeft een dichte pakking en is daardoor zeer moeilijk indringbaar voor de wortels.

- De eigenschappen van deze grove zandlaag: goede afwatering, wel capillaire opstijging grondwater.
- Grondwatertrappen: De hoogste grondwatertrap is - 50 cm; de laagste grondwatertrap is - 100 cm
- De teellaag met een dikte tot 45 cm heeft een vocht leverend vermogen van circa 100 mm. Door capillaire werking kan in het groeiseizoen nog extra 75 mm water worden aangeleverd.

#### Perceel B (met bodemmoehheid): Onderstam Prunus dom. 'Myrobalaan' (zaailing)

Bodemkarakteristieken:

- Een fijn zandige teellaag van 0 – 30 cm met een matig leemgehalte en een matige vochtcapaciteit. Lager leemgehalte naar schatting 20 vol% vocht, dus voor plant 15 vol% beschikbaar. Beneden 30 cm bestaat de teellaag uit matig grof zand. Er is nauwelijks leem aanwezig en het organische stofgehalte is < 1%.
- Het organische stofgehalte wordt geschat op 2%.
- Vocht leverend vermogen lager dan 1a (60). Droogtegevoelige grond.
- Perceel ligt wat lager dan perceel 1a.
- Ook hier veel wortels in dunne teellaag, goede vertakking tot aan zandlaag.
- Onder de dekzandlaag: grof zand.
- Grondwatertrappen: Hoogste grondwaterstand – 30 à 40 cm beneden maaiveld, Laagste grondwaterstand – 80 cm beneden maaiveld
- De beschikbaarheid aan vocht als vocht leverend vermogen is maximaal 50 mm omdat de capillaire vochtlevering zeer gering is door de aanwezigheid van matig grofzand.

#### Perceel C (vrij van bodemmoehheid): Onderstam Malus domestica (zaailing)

Bodemkarakteristieken:

- Een matig humeuze lemige zandgrond van 0 - 60 cm diep
- Het organische stofgehalte wordt geschat op 4%.
- De structuur en bewortelbaarheid van deze laag is goed. Deze teellaag heeft een vrij hoog vocht leverend vermogen.
- Veel oer in de grond, op 60-70 cm dikke oerlaag, Deze is verdicht en moeilijk doordringbaar voor wortels en water.
- Onder de dekzandlaag: Van 70 – 110 cm bestaat het profiel uit matig grof zand met circa 1% organische stof.
- Nadere omschrijving: Bomen wortelen vrijwel geheel in de teellaag, vrijwel geen wortelvorming in de gele zandlaag. De eigenschappen van deze grove zandlaag: goede afwatering en een capillaire opstijging van grondwater.
- Grondwatertrappen: De hoogste grondwatertrap (HGT) is - 60 cm, Laagste grondwatertrap (LGT) is - 110 cm.
- De bewortelbare teellaag is circa 60 cm dik en hierin is circa 120 mm gemakkelijk beschikbaar water aanwezig. Omdat een ijzer oerlaag aanwezig is wordt de capillaire vochtlevering bemoeilijkt. De extra bijdrage aan het vochtleverendvermogen is daardoor gering.

#### Perceel D (met bodemmoehheid): Onderstam Malus domestica (zaailing)

Bodemkarakteristieken:

- Een matig humeuze lemige zandgrond van 0 – 25 à 30 cm dik.
- In deze gemengde teellaag zijn veel ijzeroer deeltjes aanwezig. Deze laag is bewortelbaar maar heeft een geringe vochtcapaciteit.
- Het organische stofgehalte wordt geschat op 3,5%.
- De structuur van deze teellaag is slecht.
- Van 30 – 90 cm diep is zeer veel ijzeroer aanwezig. Van 30 – 50 cm diep is deze sterk verdicht. Wortels worden hierin nauwelijks aangetroffen. Ook dieper dan 50 cm zitten geen wortels.

- Op 1 meter, grijze fijn zand (laagste niveau in de zomer).
- Nadere omschrijving: Bomen wortelen vrijwel geheel in de teellaag, vrijwel geen wortelvorming in de zandlaag. De eigenschappen van deze grove zandlaag: goede afwatering en een capillaire opstijging van grondwater.
- Grondwatertrappen: Hoogste grondwatertrap – 30 cm beneden maaiveld, Laagste grondwatertrap – 90 cm beneden maaiveld.
- De hoeveelheid gemakkelijk beschikbaar water is slechts 40 à 50 mm in het profiel. De capillaire aanvoer van vocht wordt geschat op 30 – 40 mm.



## 8 Algemene aanbevelingen

Het vinden van oorzaken van bodemgebonden verminderde gewasgroei is in de praktijk niet eenvoudig. Een complex van factoren kunnen een rol spelen, zoals de relatie van (schadelijke) bodemschimmels, nematoden en andere bodemorganismen tezamen met chemische en fysische bodemeigenschappen, bodemvruchtbaarheid, en teeltopvolging. Door de complexiteit is integratie van verschillende onderzoeksgebieden nodig. Geen aspectenonderzoek, zgn. één-op-één onderzoek, maar een interdisciplinaire aanpak kan het verschijnsel bodemmoehheid verklaren en helpen oplossen. Dan nog blijft het moeilijk om algemeen onderzoek hiernaar te verrichten en conclusies te trekken. Daarvoor is ook de definitie van het verschijnsel te breed.

Indien bodemmoehheid op een perceel van biologische oorsprong lijkt te zijn, zijn er zeker mogelijkheden dat een biologische grondontsmetting het probleem kan verhelpen. Verder onderzoek naar de voorwaarden voor een goede werking is nog wel nodig.

Bodemmoehheid en de aanpak hiertegen kan het beste worden onderzocht per gewas op verschillende grondsoorten en locaties. Geschikte percelen moeten kunnen worden geselecteerd om het onderzoek te kunnen starten. Met behulp van een diagnostische benadering kan het bodemmoehheidprobleem het beste worden aangepakt. Vaak blijken concrete adviezen voor de sanering van een ziek perceel mogelijk, zoals vruchtwisselingsadviezen, groenbemesters, (biologische) grondontsmetting, verbetering van de structuur, verrijking van het bodemleven door toevoeging van organische stof en compost.