

# Alternatieve methoden voor chemische bodemontsmetting voor de appelteelt op zandgrond

M. Wenneker<sup>1</sup>, P.A.H. van der Steeg<sup>1</sup>, J.H.M. Visser<sup>2</sup> & G.W. Korthals<sup>2</sup>

- 1- PPO fruit
- 2- PPO AGV

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

Oktober 2014

Rapportnr.  
2014-09

© 2014 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, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

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

Rapportnummer 2014-09, € 15,- -



Projectnr. PPO: 32 350 113 00

Projectnr. PT: 14634

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

Adres : Lingewal 1, Randwijk  
: Postbus 200, 6670 AE Zetten  
Tel. : 0488 - 473702  
Fax : 0488 - 473717  
E-mail : [infofruit.ppo@wur.nl](mailto:infofruit.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING .....	5
1.1	Grondontsmetting .....	5
1.2	Wortellesie-aaltje.....	5
2	MATERIAAL EN METHODE .....	7
2.1	Proefopzet .....	7
2.2	Objectkeuze .....	7
2.3	Aanleg van de objecten .....	8
2.4	Aaltjesbemonsteringen .....	9
2.5	Herinplant met appelbomen .....	9
3	RESULTATEN .....	11
3.1	Effecten op de aaltjespopulaties .....	11
3.2	Effecten op de groeikracht van de appelbomen.....	12
3.3	Effecten op de productie van de appelbomen.....	14
3.3.1	Bloeicijfers en bloemclusters .....	14
3.3.2	Productie .....	16
4	DISCUSSIE EN CONCLUSIES .....	19
5	KENNISOVERDRACHT 2012 – 2013.....	21
6	LITERATUUR.....	23



# 1 Inleiding

Op zandgronden vormt herinplantziekte of bodemmoetheid één van de grootste problemen bij de herinplant van appelbomen. Een van de veroorzakers van deze herinplantziekte is het wortellessieaaltje *Pratylenchus penetrans*. Om het gebruik en de afhankelijkheid van chemische middelen te verminderen zijn alternatieve bestrijdingsmethoden gewenst.

## 1.1 Grondontsmetting

Fruit telen op zandgrond is onlosmakelijk verbonden met grondontsmetting, vanwege de problematiek van herinplantziekte of bodemmoetheid. Een chemische grondontsmetting was tot nu toe de enige praktische mogelijkheid om de grond te ontsmetten. Eén van de veroorzakers van herinplantziekte is het wortellessieaaltje (*Pratylenchus penetrans*). Mogelijk spelen ook andere factoren (o.a. aaltjes-schimmel complexen), met name op zwaardere bodems, een rol. Alternatieve methoden van grondontsmetting waren tot nu toe in de meeste gevallen ofwel minder effectief, ofwel in vergelijking met chemische grondontsmetting veel duurder. Herinplant in de fruitteelt op zandgrond kan alleen als de bodemmoetheid aangepakt wordt, anders zal voor elke nieuwe aanplant verse grond gezocht moeten worden. Chemische grondontsmetting is mogelijk met het natte grondontsmettingsmiddel Monam (metamnatium). Chemische ontsmetting staat maatschappelijk onder druk, en het duureffect van deze ontsmetting is vrij kort. In de biologische fruitteelt mag de chemische oplossing natuurlijk niet gebruikt worden. Alle redenen dus om alternatieven voor de natte grondontsmetting (NGO) te zoeken.

## 1.2 Wortellessie-aaltje

Met name op zandgronden speelt de problematiek van herinplantziekte of bodemmoetheid. Zonder grondontsmetting lijkt herinplant van fruitbomen niet rendabel. Eén van de veroorzakers van herinplantziekte is het wortellessieaaltje (*Pratylenchus penetrans*). Voor de bestrijding van dit aaltje worden in andere teelten diverse alternatieve bestrijdingsmethoden gehanteerd, zoals inundatie en de teelt van het gewas Tagetes ('afrikaantje'). Nieuwe bestrijdingstechnieken zijn het uitvoeren van biologische grondontsmetting (BGO) en het toedienen van verschillende organische materialen. Bij BGO wordt een bepaalde hoeveelheid vers organisch materiaal (bijvoorbeeld groenbemester) door de bodem gemengd, waarna de oppervlakte luchtdicht wordt afgedekt. In de boom- en groenteteelt, en in de akkerbouw zijn met deze methode goede resultaten behaald in de bestrijding van verschillende pathogenen; bodemschimmels als *Verticillium dahliae* en verschillende aaltjessoorten.

De onderzoeksvraag is of bovengenoemde methoden effectief en geschikt zijn voor toepassing in de (biologische) fruitteelt, zodat het gebruik en de afhankelijkheid van chemische middelen zal afnemen. Een bijkomend nadeel van een chemische grondontsmetting is de versterkte groei die de eerste jaren na aanplant optreedt. Deze sterkere groei leidt onder andere tot meer snoeiwerkzaamheden (en dus meer kosten) en lijkt ook de productie en kwaliteit de eerste jaren negatief te beïnvloeden. In de praktijk is gebleken dat bij alternatieve bodembehandelingen deze ongewenste versterkte groei niet optreedt. In 2007 is een proef gestart en zijn bodembehandelingen tegen bodemmoetheid/herinplantziekte uitgevoerd. Een aantal bodembehandelingen blijkt zeer effectief om het wortellessieaaltje te bestrijden. De proeven worden uitgevoerd op het bedrijf Wielewaal van C. Faes te Eindhoven. Op dit perceel was sprake van ernstige groeiremming/uitval van appelbomen als gevolg van bodemmoetheid/herinplantziekte.

In dit rapport worden de resultaten beschreven van het effect van de bodembehandelingen op de aaltjespopulatie en de effecten op groei en productie van de appelbomen na herinplant.



## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Proefopzet

Op een appelperceel, waar bij herinplant bodemmoeheid werd geconstateerd, is een meerjarige veldproef aangelegd. Na rooien van de aanplant in het voorjaar van 2007 zijn, in de zomer en najaar van 2007, op het één hectare grote perceel zeven verschillende behandelingen aangelegd om de bodemmoeheid te bestrijden. Het effect van de verschillende behandelingen op de aaltjesbesmetting (voorjaar 2008) en op de groei en productie van appelbomen na herinplant (2009-2011) zal worden vast gesteld. Vanaf 2009 wordt de ontwikkeling van de appelbomen geregistreerd en worden opbrengstbepalingen uitgevoerd.

De proef is uitgevoerd als een gewarde blokkenproef met vijf herhalingen op veldjes van 9m x 19m.

### 2.2 Objectkeuze

In overleg met de toenmalige opdrachtgever (Ministerie van LNV) en de biologische fruitsector zijn vijf verschillende behandelingen om de bodemmoeheid te bestrijden gekozen. Voor de sector was het van belang dat er ook behandelingen in de proef werden opgenomen die in het najaar, na het rooien van een fruitperceel, kunnen worden uitgevoerd. Dit om het verlies van een teeltjaar te voorkomen.

De volgende vijf behandelingen zijn aangelegd:

**1. *Tagetes patula* (afrikaantjes)**

Het is bekend dat wortellesieaaltjes door aanprikken en binnendringen van de wortels van *Tagetes patula* actief gedood kunnen worden (Evenhuis *et al.*, 2004; Gommers *et al.*, 1980; Pudasaini *et al.*, 2006). Voor een maximale bestrijding dient het gewas in zomerbraak te worden geteeld, met een teeltduur van minimaal 3 maanden. De meest optimale zaaiperiode ligt tussen half mei tot uiterlijk half juli.

**2. Biologische grondontsmetting (laat) (BGO laat)**

Bij biologische grondontsmetting wordt een grote hoeveelheid (circa 50 ton/ha) vers organisch materiaal in de bodem ingewerkt en vervolgens gedurende circa 15 weken afgedekt met luchtdicht plastic. Bij de afbraak van deze grote hoeveelheid vers organisch materiaal wordt zuurstof aan de bodem onttrokken. Het zuurstofgebrek dat in de bodem ontstaat en de afbraakproducten die bij de vertering van het materiaal vrijkomen hebben een dodende werking op een groot aantal aaltjessoorten, bodemschimmels en een aantal wortelonkruiden. Uit onderzoek is gebleken dat een groot aantal bodempathogenen door BGO goed worden bestreden (Blok *et al.*, 2000; Korthals *et al.*, 2014; Messiha *et al.*, 2007; Thoden *et al.*, 2011). Het effect is vergelijkbaar of soms zelfs beter dan met een chemische grondontsmetting. De zomermaanden, tot circa half augustus, lijkt de meest optimale periode om een BGO aan te leggen. In deze proef is onderzocht wat de effectiviteit is van een BGO die vrij laat in het jaar, bijvoorbeeld na het rooien van fruitbomen, nog wordt uitgevoerd.

Voor de productie van de benodigde hoeveelheid organisch materiaal is in deze proef een japanse haversoort (*Avena strigosa*) op de betreffende veldjes gezaaid. Uit onderzoek is gebleken dat het wortellesieaaltje zich op dit gewas niet kan vermeerderen.

In het najaar is het gewas ingewerkt en de grond vervolgens afgedekt met plastic.

**3. Combinatie-object: *Tagetes patula* + biologische grondontsmetting**

Rond half mei is de tagetes gezaaid. Vervolgens is met de ter plaatse gezaaide tagetes, in augustus, een BGO uitgevoerd.

#### 4. Biofumigatie (Sarepta mosterd: *Brassica juncea*)

Onder biofumigatie wordt verstaan: het in de grond werken van gewassen (of gewasresten) waarbij (vooral) gasvormige stoffen worden gevormd die een dodende werking hebben op bodemziekten- en plagen (Gimsing & Kirkegaard, 2009; Kirkegaard & Sarwar, 1998; Zasada & Ferris, 2004). Het zijn vooral kruisbloemige (o.a. koolachtige gewassen) die voor biofumigatie worden gebruikt. Veel kruisbloemige-soorten bevatten vrij hoge gehalten aan glucosinolaten. Deze zwavelhoudende verbindingen, die van nature in deze gewassen voorkomen, liggen opgeslagen in plantencellen en zijn in deze vorm niet toxisch. Wanneer de gewassen worden fijngehakseld (plantencellen kapot gemaakt) komen de glucosinolaten vrij en worden door een enzym (myrosinase) omgezet in isothiocyanaten. Deze gasvormige stoffen, die verwant zijn aan de actieve stof van het chemische grondontsmettingsmiddel Monam, zijn giftig voor verschillende insecten, bodemschimmels en aaltjes. Naast koolachtige gewassen zijn er nog andere plantensoorten die als biofumigatiegewas gebruikt kunnen worden. Een daarvan is soedangras, een gewas dat o.a. in de boomteelt wel wordt ingezet als "grondontsmetter". Na onderwerken in de bouwvoor begint het gewas te verteren, waarbij giftige blauwzuurachtige verbindingen vrijkomen. In deze proef is Sarepta mosterd (*Brassica juncea*) als biofumigatiegewas gebruikt.

#### 5. Compost (50 ton/ha)

Bij de toediening van compost wordt geprobeerd om factoren zoals de bodemstructuur, de organische stof voorraad en het leefmilieu voor met name het positieve bodemleven te verbeteren (Everts *et al.*, 2006; Hoitink & Fahy, 1986, Korthals *et al.*, 2014. Daarnaast is vanuit onderzoek bekend dat o.a. compost signalen van de plant (zoals wortellexudaten) naar aaltjes zou kunnen verstoren, zodat de aaltjes de plant minder belagen.

#### Referentie objecten.

Het effect van de verschillende behandelingen op de aaltjespopulatie en de ontwikkeling en vruchtproductie van de nieuwe aanplant appelbomen wordt vergeleken met zwarte braak (onbehandeld) en een chemische grondontsmetting.

#### 6. Onbehandeld (braak)

Om de natuurlijke sterfte van de aaltjespopulatie vast te kunnen stellen zijn, na het oprooien van de bomen, veldjes zwart (onkruidvrij) gehouden.

#### 7. Chemische grondontsmetting (750 L monam/ha)

Om problemen met bodemmoetheid te voorkomen worden in de praktijk herinplant-percelen gangbaar met 750 liter monam per hectare ontsmet.

De proeven worden in vijf herhalingen uitgevoerd. Het effect van de behandelingen op de teelt wordt gemeten aan scheutgroei en productie. Het effect van de verschillende behandelingen is getoetst op de aaltjesbesmetting in 2008.

## 2.3 Aanleg van de objecten

In de zomer en najaar van 2007 zijn de zeven verschillende behandelingen aangelegd.

Object	Ras / middel	dosering	Zaai - /uitvoertijdstip
<i>Tagetes patula</i>	Ground control	7 kg/ha	28 mei
<i>T. patula</i> + BGO	Ground control	7 kg/ha	zaai: 29 mei, BGO: 29 aug.
<i>A. strigosa</i> + late BGO	Pratex	110 kg/ha	zaai: 3 aug. BGO: 4 okt
<i>B. juncea</i> (biofumigatie)		12 kg/ha	zaai: ..juli Biofum: 18 sept.
Compost		50 ton/ha	november
Chemische grondontsmetting	Monam	750 L/ha	18 september
Onbehandeld	—	—	Zwarte braak

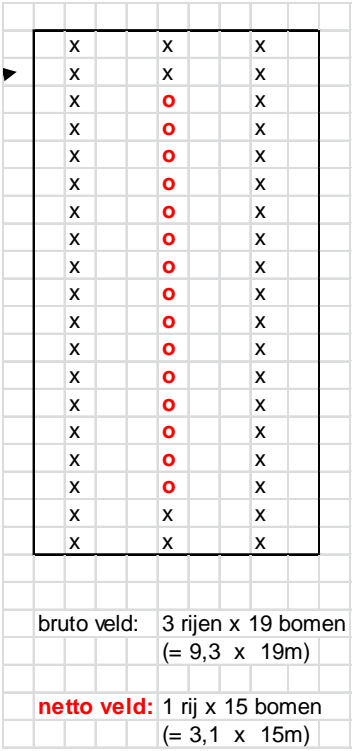


## 2.4 Aaltjesbemonsteringen

Op drie momenten is er een aaltjesbemonsteringen uitgevoerd. Om de uitgangssituatie (samenstelling van de aaltjespopulatie) vast te stellen zijn in het voorjaar van 2007 en vervolgens direct voorafgaand aan het aanleggen van een aantal objecten grondmonsters genomen. De eerste bemonstering is uitgevoerd in de boomgaard, in het voorjaar van 2007. In vijf boomrijen (in de boomspegels) en vijf grasstroken tussen de boomrijen is een grondbemonstering uitgevoerd (zie figuur 1). Per boomrij en grasstrook is met grondboor de grondlaag 0-30 cm bemonsterd. Met tussenruimtes van circa 3 m zijn in totaal ruim 50 steken verzameld (circa 2 L grond). Om de aaltjesbesmetting in de wortels te bepalen zijn aanvullend aan de grondmonsternamen ook wortelmonsters verzameld. In de vijf geselecteerde boomrijen is per boomrij een wortelmonster genomen van een boom met een “goede” en een met een “slechte” stand. Vervolgens zijn de bomen gerooid en is het perceel voorbereid/bewerkt voor het aanleggen van de verschillende behandelingen. Direct voorafgaand aan het aanleggen van de objecten tagetes en tagetes-BGO (29 mei), late BGO (7 aug.) en compost (begin november) is per veldje een grondbemonstering uitgevoerd. Om het effect van de behandelingen op de aaltjespopulatie vast te stellen zijn in het voorjaar van 2008 alle 35 veldjes bemonsterd.

## 2.5 Herinplant met appelbomen

In het voorjaar van 2009 zijn appelbomen geplant om ook de effecten van de behandelingen op de groei en de productie van de appelbomen na herinplant te onderzoeken. Het is belangrijk om te weten of deze groei en productie in de loop der jaren verbetert ten opzichte van de chemische, natte grondontsmetting, of dat er teelttechnische maatregelen genomen kunnen worden om de groei en productie te verbeteren. In 2009 werd het perceel ingeplant met Elstar en Boskoop. De bomen werden dusdanig geplant dat er 4 herhalingen met Elstar en 1 herhaling met Boskoop aanwezig was. In ieder veldje waren er 15 waarnemingsbomen aanwezig, met 2 bufferrijen.





## 3 Resultaten

### 3.1 Effecten op de aaltjespopulaties

Op drie momenten tijdens het onderzoek zijn grondmonsters gestoken om de samenstelling en dichtheid van de aaltjespopulatie te bepalen. In het voorjaar van 2007 (in de boomgaard) en in de zomer/najaar van 2007 voorafgaand aan de aanleg van een aantal behandelingen om de uitgangssituatie op het perceel vast te stellen. Om het effect van de behandelingen op de aaltjespopulatie vast te stellen zijn in het voorjaar van 2008 alle 35 veldjes bemonsterd.

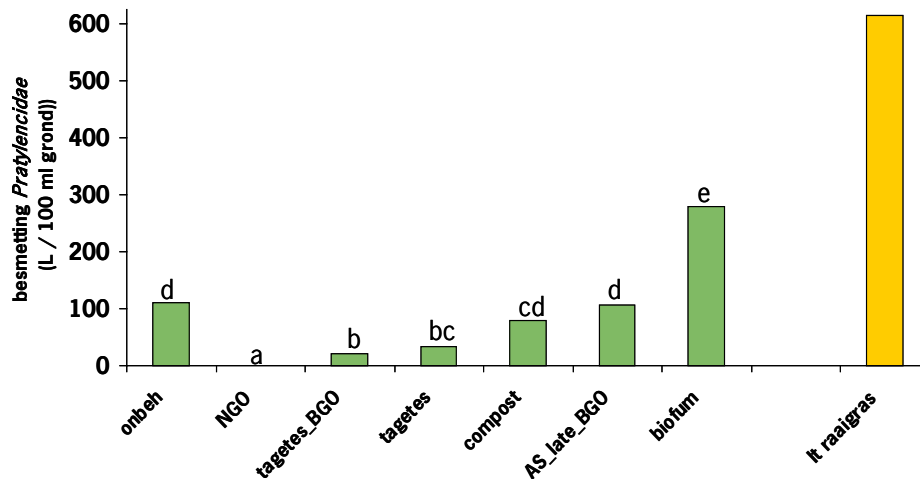
De uitgangsbemonstering wees uit dat *P. penetrans* in hoge dichtheden aanwezig was, en waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van de optredende bodemmoeheid. Het betrof een vrij hoge besmetting met dit plantparasitaire aaltje. Een besmetting die voor veel gewassen boven de schadedrempel lag. In de wortelmonsters van appelbomen (voorafgaand aan de proef) werd een vrij zware *Pratylenchus* besmetting vastgesteld.

De *Pratylenchus*-besmetting in het voorjaar van 2007, in de boomgaard gemeten, was circa 700 larven/100 ml grond. Door natuurlijke sterfte is de besmetting afgenomen tot ruim 100 larven/100 ml grond (zie figuur 1). In februari 2008 zijn alle 35 veldjes bemonsterd om het effect van de behandelingen op de aaltjespopulatie vast te stellen. Hieruit bleek dat de besmetting met *Pratylenchidae* voor gemiddeld 50% uit *Pratylenchus penetrans* bestond. Het overige deel was voornamelijk de soort *P. crenatus*.

De uitgevoerde bodembehandelingen waren:

1. Tagetes ("Afrikaantje")
2. Tagetes + biologische grondontsmetting (BGO)
3. Japanse haver (*Avena strigosa*) + late biologische grondontsmetting
4. Biofumigatie met *Sarepta mosterd* (Biofum)
5. Compost
6. Zwarte braak (controle behandeling)
7. Natte grondontsmetting (controle behandeling) (NGO)

Uit de resultaten blijkt dat natte grondontsmetting, de Tagetes en de Tagetes+BGO de *Pratylenchus*-populatie aantoonbaar reduceerden ten opzichte van zwarte braak (figuur 1). Compost en late BGO hadden een vergelijkbaar effect als zwarte braak. Het is dus mogelijk om op niet-chemische wijze de *Pratylenchus*-populaties aantoonbaar te reduceren. Biofumigatie had een negatief effect op de aaltjespopulatie; hier waren de aaltjesdichtheden hoger dan bij zwarte braak. Belangrijk is dat Tagetes en Tagetes+BGO een vergelijkbaar effect op de aaltjesdichtheden hadden. Tagetes werkt alleen tegen het *Pratylenchus*-aaltje. Mogelijk is er bij herinplantziekte of bodemmoeheid sprake van een ziekte-complex (bijvoorbeeld aaltjes en schimmels). Andere behandelingen, zoals biologische grondontsmetting, hebben op veel meer ziekteverwekkers effect. Deze behandelingen kunnen effectiever zijn dan Tagetes alleen. Bij de uitgevoerde behandelingen is niet bekend wat de meerjarige effecten zijn op de groei- en productie bij appel. Dit wordt in het vervolg-onderzoek bestudeerd.



Figuur 1: Effect van de behandelingen (en de waardplant Italiaans raaigras) op de *Pratylenchus* besmetting (voorjaar 2008).

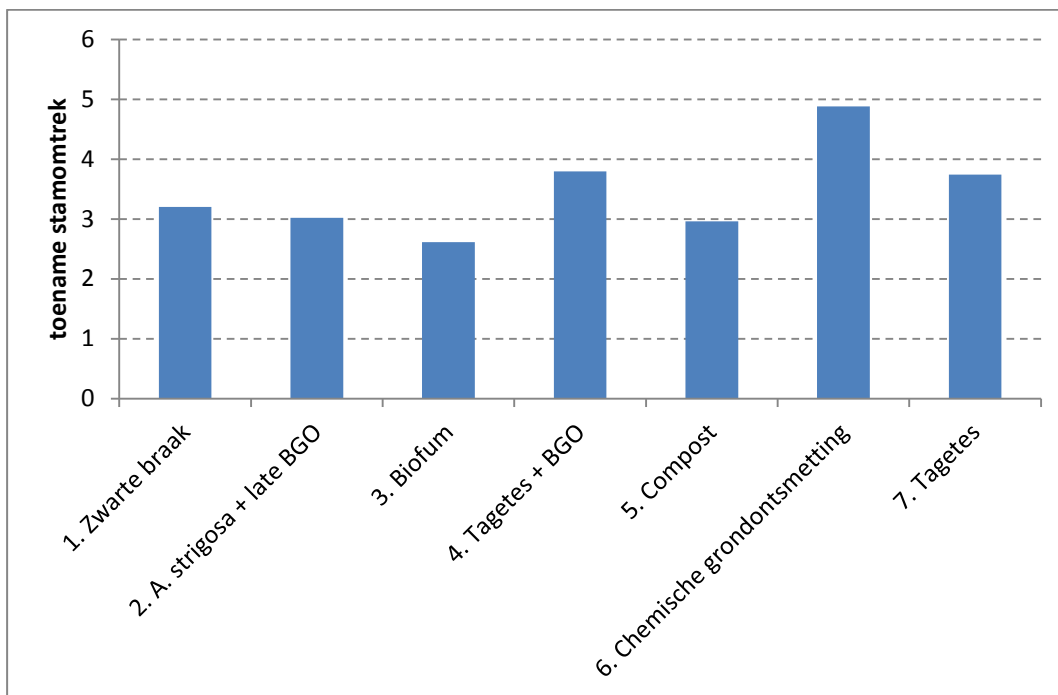
### 3.2 Effecten op de groeikracht van de appelbomen

In de periode na herinplant werd de groei van de bomen gemeten. Dit gebeurde op verschillende manieren: (1) toename in stamomtrek, (2) aantal scheuten per boom en (3) totale scheutlengte per boom. In de eerste jaren na aanplant wordt rond de 15 meter scheutgroei per boom als goed beschouwd, minder dan 10 m is te zwak, maar meer dan 25 m is duidelijk te sterk.

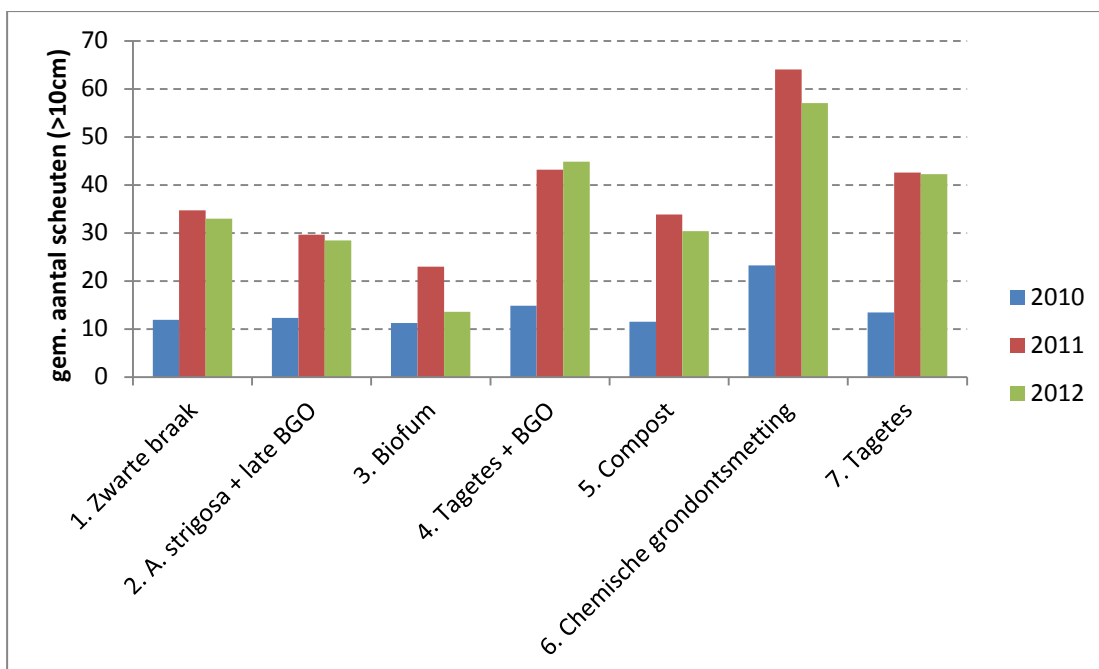
De bomen geplant op de veldjes met de chemische grondontsmetting vertoonden de grootste vegetatieve groei. Dit kwam tot uiting op alle drie de parameters die onderzocht waren: toename in stamomtrek, aantallen scheuten en de totale scheutlengte (figuren 2, 3, 4). In alle meetjaren vertoonden deze bomen de meeste groei. De bomen op de veldjes met biofumigatie als voorbehandeling vertoonden voor alle parameters de minste groei. Deze bomen bleven zichtbaar achter in de groei ten op zichte van de andere behandelingen. Bij de twee voorbehandelingen met Tagetes was de groei wat minder dan bij chemische grondontsmetting, maar beter dan bij de andere behandelingen. Bij veldbijeenvakten werden de groei van deze bomen door telers als goed beoordeeld (niet te weinig en niet te veel). De groei van de bomen bij zwarte braak, Japanse haver (*A. strigosa*) & BGO en compost was vergelijkbaar.

Bij de veldbeoordelingen werd geconcludeerd:

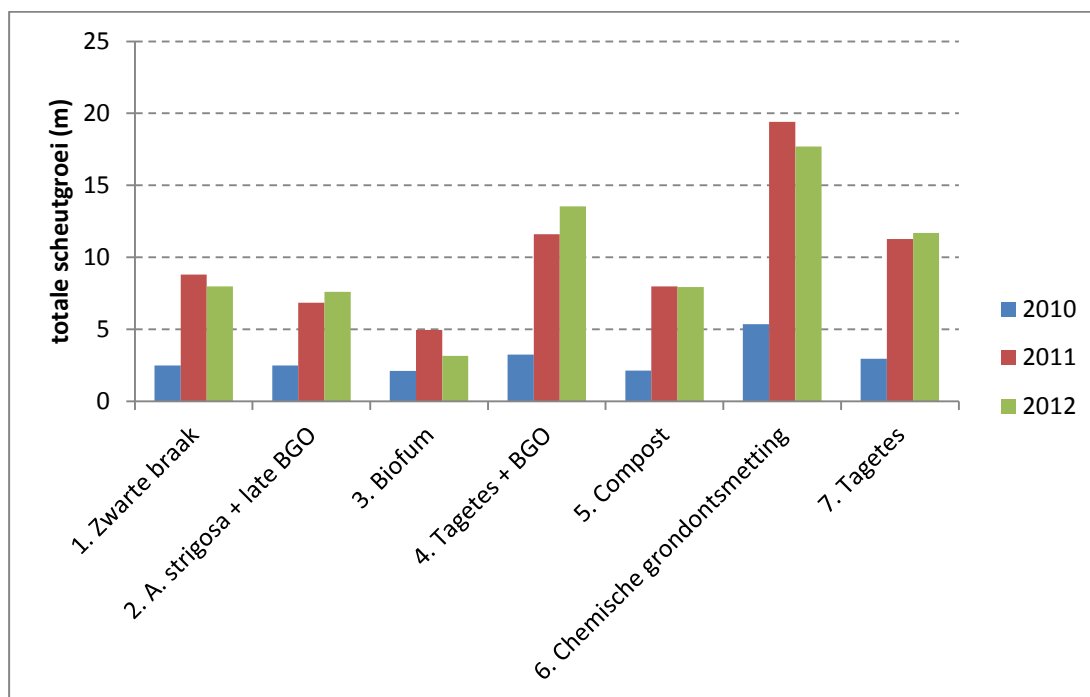
- zeer zwakke groei: biofumigatie,
- matige groei: zwarte braak, Japanse haver&BGO, compost,
- redelijk goede groei: Tagetes (& BGO),
- (te) sterke groei: chemische grondontsmetting.



Figuur 2: toename in de gemiddelde stamomtrek (cm) van 2009-2011 bij de appelbomen na herinplant op de veldjes met verschillende voorbehandelingen.



Figuur 3: aantal scheuten (>10cm) in de periode 2010-2012 bij de appelbomen na herinplant op de veldjes met verschillende voorbehandelingen.



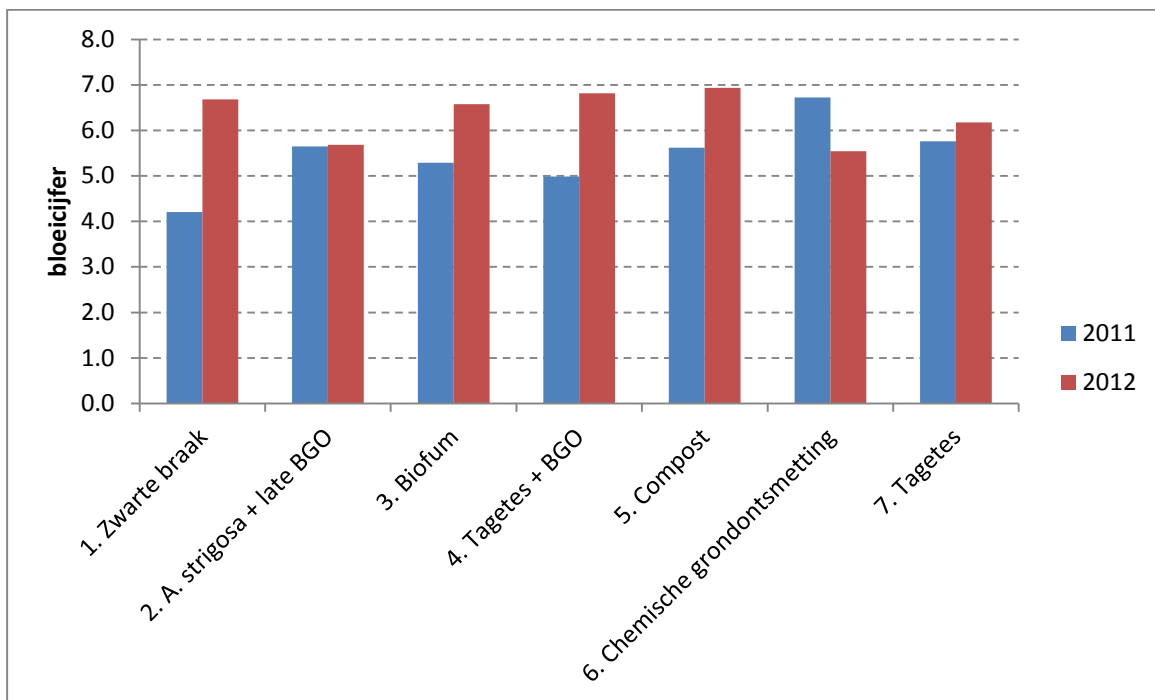
Figuur 4: totale jaarlijkse scheutgroei (m) in de periode 2010-2012 bij de appelbomen na herinplant op de veldjes met verschillende voorbehandelingen.

### 3.3 Effecten op de productie van de appelbomen

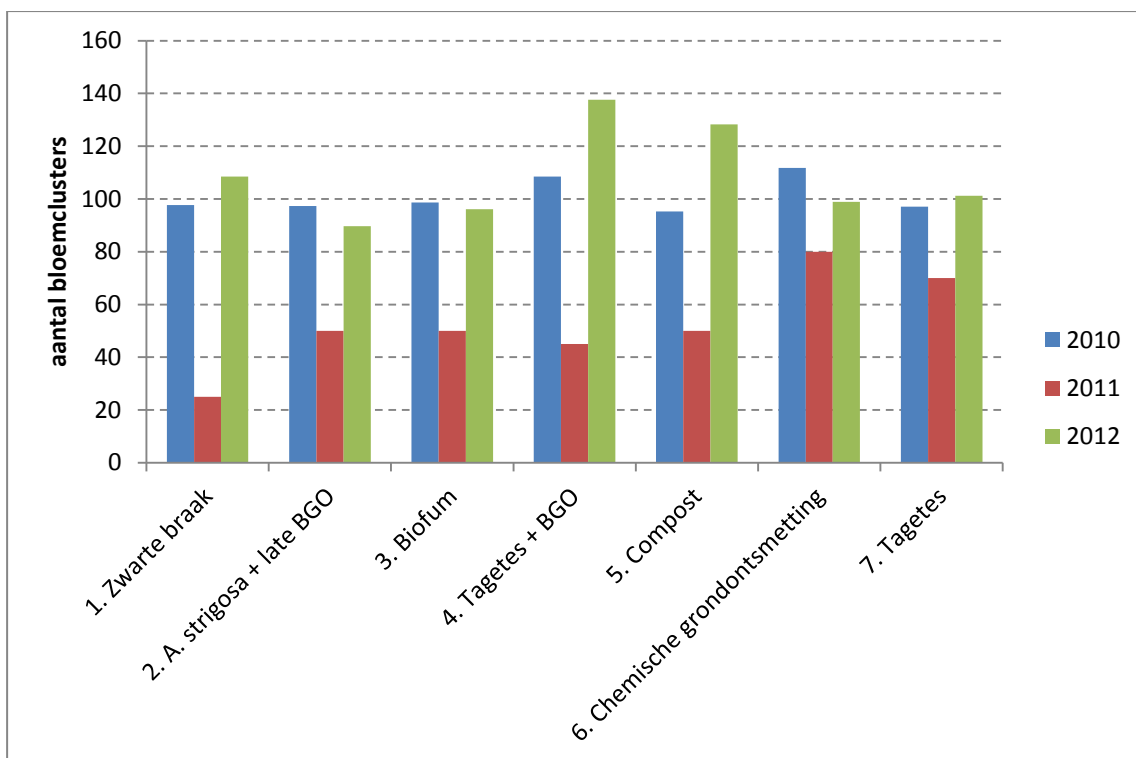
#### 3.3.1 Bloeicijfers en bloemclusters

In 2011 en 2012 werd ook de generatieve groei beoordeeld. Dit gebeurde door een bloeicijfer te geven (1-9; waarbij 1= geen bloei - 9= zeer rijke bloei). Het bloeicijfer werd gegeven op basis van de boomgrootte. In het algemeen was er in 2011 sprake van een matige bloei en in 2012 een redelijke bloei.

Bij de beoordelingen van de behandelingen hadden de bomen op de veldjes met de chemische grondontsmetting in 2011 het hoogste bloeicijfer, maar in 2012 het laagste bloeicijfer. De bomen op de andere behandelingen hadden in 2011 en 2012 bloeicijfers van een vergelijkbare grootte (figuur 5). Naast het bloeicijfer werden er in 2010-2012 ook bloemclusters geteld (figuur 6). In principe zijn 100 bloemclusters per boom voldoende voor een goede opbrengst. In 2011 waren er in het algemeen te weinig bloemclusters, in 2012 matig tot voldoende bloemclusters. Binnen de behandelingen valt op dat de meeste behandelingen in 2010 en 2012 vergelijkbare aantallen bloemclusters hadden. Alleen bij de bomen op de voorbehandelingen 'tagetes&BGO' en 'compost' nam het aantal bloemclusters in 2012 toe, ten opzichte van 2011.



Figuur 5: gemiddelde bloecijfers (2011 en 2012) van de appelbomen na herinplant op de verschillende voorbehandelingen.



Figuur 6: gemiddeld aantal bloemclusters (2010-2012) van de appelbomen na herinplant op de verschillende voorbehandelingen.

De onderstaande figuren (in 2012) laten zien dat bij biofumigatie (7a) de bomen klein zijn gebleven, maar relatief rijk bloeien, bij de voorbehandeling tagetes&BGO (7b) is er redelijke goede groei en bloei, terwijl bij de chemische bodemontsmetting (7c) sterke vegetatieve groei is met een relatief matige bloei.



Figuren 7a, b, c: Bloei bij bomen op veldjes met verschillende voorbehandelingen (a: biofumigatie; b: tagetes&BGO; c: chemische bodemontsmetting).

### 3.3.2 Productie

Van 2010 tot en met 2012 is ook de productie bepaald. In tabel 1 is te zien dat in alle behandelingen de productie toenam van 2010 naar 2012. Uitzondering waren de bomen die geplant waren op de veldjes met als voorbehandeling 'chemische grondontsmetting'. Hier lag de productie in 2012 lager dan in 2011. Een aantal bomen in deze behandeling was in 2012 in een beurtjaar (zie figuur).

Tabel 1: gemiddelde productie (kg) per boom.

kg boom (incl val)	2010	2011	2012	2010+2011+2012
1. Zwarte braak	3.2	4.4	9.8	17.4
2. A. strigosa + late BGO	2.7	5.7	7.6	16.0
3. Biofum	2.3	4.2	8.0	14.5
4. Tagetes + BGO	3.4	4.1	11.5	19.0
5. Compost	2.7	5.2	10.5	18.4
6. Chemische grondontsmetting	1.9	8.1	6.0	16.0
7. Tagetes	2.4	5.8	9.0	17.2



Uit tabel 2 blijkt dat de kleinste vruchten bij de bomen met voorbehandeling 'biofum' werden gevonden. De grootste vruchten bij de bomen met als voorbehandeling 'chemische grondontsmetting'. Dit ging samen met de vaak lage vruchtaantallen bij deze behandeling. De 'beste' vruchtgewichten werden aangetroffen bij de bomen met de voorbehandeling tagetes (en BGO). Ook de productie was hier goed. Opgemerkt moet worden dat door de relatief lage vruchtaantallen er niet handgedund hoefde te worden.

Tabel 2: gemiddeld vruchtgewicht (g).

gem vrucht gewicht	2010	2011	2012	2010+2011+2012
1. Zwarte braak	171	165	166	168
2. A. strigosa + late BGO	174	163	164	169
3. Biofum	155	155	155	155
4. Tagetes + BGO	178	174	167	176
5. Compost	171	160	160	166
6. Chemische grondontsmetting	206	168	183	187
7. Tagetes	184	168	174	176

In figuur 8a is te zien dat de bomen geplant op de veldjes met chemische grondontsmetting veel vegetatieve groei vertoonden, en weinig produceerden. In figuur 8b zijn bomen te zien op veldjes met Tagetes als voorbehandeling. Hier was de groei veel rustiger en een betere productie.



Figuur 8a, b: groei-kracht en productie van de bomen op de voorbehandeling 'chemische grondontsmetting' (a), en op 'Tagetes' (b).



## 4 Discussie en conclusies

Fruit telen op zandgrond is onlosmakelijk verbonden met grondontsmetting. Herinplant in de fruitteelt op zandgrond kan alleen als de bodemmoehheid aangepakt wordt. Alternatieve methoden van grondontsmetting waren tot nu toe in de meeste gevallen ofwel minder effectief, ofwel in vergelijking met chemische grondontsmetting veel duurder.

Eén van de veroorzakers van herinplantziekte is het wortellesie-aaltje (*Pratylenchus penetrans*). Maar ook plantpathogene schimmels zoals *Pythium* en *Phytophthora* kunnen zorgen voor een slechte wortelontwikkeling. Dit resulteert vaak in een zwakke groei, onvoldoende productie, een kleine vruchtmaat en een slechte kwaliteit (o.a. onvoldoende kleuring). Mogelijk spelen ook andere factoren (o.a. aaltjes-schimmel complexen), vooral op zwaardere bodems, een rol. Chemische ontsmetting staat maatschappelijk onder druk, en het duureffect van deze ontsmetting is vrij kort. In de biologische fruitteelt mag de chemische oplossing natuurlijk niet gebruikt worden.

Met name op zandgronden speelt de problematiek van herinplantziekte of bodemmoehheid. Zonder grondontsmetting lijkt herinplant van fruitbomen niet rendabel. Eén van de veroorzakers van herinplantziekte is het wortellesie-aaltje (*Pratylenchus penetrans*). Voor de bestrijding van dit aaltje worden in andere teelten diverse alternatieve bestrijdingsmethoden gehanteerd, zoals inundatie, biofumigatie en de teelt van het gewas *Tagetes* ('afrikaantje'). Nieuwe bestrijdingstechnieken zijn het uitvoeren van biologische grondontsmetting (BGO) en het toedienen van verschillende organische materialen. Bij BGO wordt een bepaalde hoeveelheid vers organisch materiaal (bijvoorbeeld groenbemester) door de bodem gemengd, waarna de oppervlakte luchtdicht wordt afgedekt. In de boom- en groenteteelt, en in de akkerbouw zijn met deze methode goede resultaten behaald in de bestrijding van verschillende pathogenen (o.a. *Verticillium* en *Pratylenchus*). De onderzoeksvraag was of bovengenoemde methoden effectief en geschikt zijn voor toepassing in de (biologische) fruitteelt.

In de uitgevoerde proef is naar het effect van zeven verschillende behandelingen op de aaltjespopulatie gekeken: *Tagetes* ('Afrikaantje'), *Tagetes* + biologische grondontsmetting (BGO), Japanse haver (*Avena strigosa*) + late biologische grondontsmetting, biofumigatie met *Sarepta* mosterd, compost, zwarte braak en chemische grondontsmetting (controle behandelingen).

Uit de resultaten blijkt dat de teelt van *Tagetes* en de teelt van *Tagetes* in combinatie met biologische grondontsmetting goede mogelijkheden bieden tegen bodemmoehheid in de fruitteelt. Uit proeven blijkt dat aaltjes met deze methoden net zo goed worden bestreden als met een chemische grondontsmetting. Daarnaast hebben de behandelingen een positief effect op de groei en de productie. Afrikaantjes bestrijden de aaltjes en door de combinatie met BGO worden ook andere (bodemmoehheid veroorzakende) ziekteverwekkers bestreden. Compost heeft een vergelijkbaar effect als onbehandelde grond. Na Biofumigatie blijkt de aaltjespopulatie toe te kunnen nemen.

De methode met Afrikaantjes en die met Afrikaantjes gecombineerd met Biologische grondontsmetting (BGO) bleken de populaties van *Pratylenchus* aanzienlijk te reduceren, bijna net zo goed als natte grondontsmetting. Afrikaantjes bestrijden de aaltjes en door de combinatie met BGO worden ook andere (bodemmoehheid veroorzakende) ziekteverwekkers bestreden. Compost en late BGO hadden een vergelijkbaar effect als onbehandelde grond. Na Biofumigatie was de aaltjespopulatie toegenomen.

Belangrijk is dat *Tagetes* en *Tagetes*+BGO een vergelijkbaar effect op de aaltjesdichtheden hadden. *Tagetes* werkt alleen tegen het *Pratylenchus*-aaltje. Mogelijk is er bij herinplantziekte of bodemmoehheid sprake van een ziekte-complex (bijvoorbeeld aaltjes-schimmel). Andere behandelingen, zoals biologische grondontsmetting, hebben op veel meer ziekteverwekkers effect. Deze behandelingen kunnen effectiever zijn dan *Tagetes* alleen.

Groei en productie zijn bepalende parameters. Te veel groei heeft negatieve invloed op het aantal snoei-uren, rui (te grote vruchtmaat) en productie. Daar tegenover staat de negatieve invloed van te weinig groei: te hoog vruchtaantal per boom (kleine vruchten en/of veel dunwerk) en een te zwakke boom. Na een chemische grondontsmetting ontstaat veel groei wat veel extra snoeiwerk vraagt. In de praktijk is gebleken dat alternatieve bodembehandelingen in de eerste jaren na aanplant een verminderde groei kunnen geven. Minder groei in de eerste jaren, betekent minder snoei en dus minder arbeid voor de teler. Tagetes al dan niet in combinatie met BGO heeft volgens fruittelers niet te veel groei, maar ook niet te weinig. Deze verminderde groei in de eerste jaren na de aanplant is gunstig voor de productie en voor de teler. Biofumigatie gaf duidelijk een zeer zwakke groei. De groei bij zwarte braak en compost was matig. Samenvattend is Tagetes, al dan niet in combinatie met biologische grondontsmetting, voorlopig het beste alternatief voor de bestrijding van het wortelziekte-aaltje (*P. penetrans*) op zandgrond.

**Aanbeveling:**

- Het verdient de aanbeveling om op een aantal locaties pilots aan te leggen met de behandelingen Tagetes (en BGO).
- De economische aspecten van alternatieve methoden moeten worden doorgerekend (o.a. arbeid, verlies van teeltseizoen etc).

## 5 Kennisoverdracht 2012 – 2013

### ***Vakbladartikel***

Bruine, de A., Wenneker, M., 2012. Tagetes als vervanger van metam-natrium – alternatieven voor chemische grondontsmetting bij herinplant. *Fruitteelt* 39 (102): 12-13.

### ***Excursies & lezingen bodemmoehheid en herinplantziekte***

Wenneker, M., Steeg, van der, P., Visser, J., Korthals, G., Faes, C., Bruine, de A., 2012. Bestrijding herinplantziekte/bodemmoehheid in de appelteelt op zandgrond. Lezing op thema-avond bodemmoehheid en herinplantziekte bij fruitteelt op zandgrond, 6 augustus 2012, Eindhoven.

Wenneker, M., 2013. Alternatieve methoden voor chemische grondontsmetting in de fruitteelt. NFO-bijeenkomst 'oplossingen voor bodemmoehheid in de fruitteelt', 3 april 2013 Venray.

### ***Rapport***

Wenneker, M., Korthals, G., Visser, J., 2012. Oplossingen voor bodemmoehheid in de fruitteelt. In: *Beleidsondersteunend Onderzoek Verduurzaming Plantaardige Productieketen (BO-VPP 12.03)*. Rapportage 2011: duurzame en gezonde bodem (BO-12.03-002 en 12.03-003). Wageningen UR.  
<http://edepot.wur.nl/202479>

### ***Webbericht***

Anonymus, 2012. Meeste groei na chemische ontsmetting. Artikel over excursie proefperceel 'alternatieve methoden voor chemische grondontsmetting voor fruitteelt op zandgrond'. *De Fruitteeltkrant*, 09 augustus 2012. <http://www.defruitteeltkrant.nl/homepage/meeste-groei-na-chemische-ontsmeting>

### ***Brochure***

Wenneker, M., Visser, J., Vercammen, J., Gomand, A., 2012. Oplossingen voor bodemmoehheid in de fruitteelt. *Biokennisbericht* 3 november 2012. <http://edepot.wur.nl/245267>



## 6 Literatuur

Blok, W.J., Lamers, J.G., Termorshuizen, A.J., Bollen, G.J., 2000. Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology* 90: 253–259.

Evenhuis, B., Korthals, G.W., Molendijk, L.P.G., 2004. *Tagetes patula* as an effective catch crop for long term control of *Pratylenchus penetrans*. *Nematology* 6: 877–881.

Everts, K.L., Sardanelli, S., Kratochvil, R.J., Armentrout, D.K., Gallagher, L.E., 2006. Root-knot and root lesion nematode suppression by cover crops, poultry litter, and poultry litter compost. *Plant Dis.* 90: 487–492.

Gimsing, A.L., Kirkegaard, J.A., 2009. Glucosinolates and biofumigation: fate of glucosinolates and their hydrolysis products in soil. *Phytochemistry Reviews* 8: 299–310.

Gommers, F.J., Bakker, J., Smits, L., 1980. Effects of singlet oxygen generated by the nematocidal compound alpha-terthienyl from *Tagetes* on the nematode *Aphelenchus avenae*. *Nematologica* 26: 369–375.

Hoitink, H.A., Fahy, P.C., 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24, 93–114.

Kirkegaard, J.A., Sarwar, M., 1998. Biofumigation potential of brassicas – I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. *Plant Soil* 201: 71–89.

Korthals, G.W., Thoden, T.C., Berg, van den W., Visser, J.H.M., 2014. Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and *Verticillium dahliae* in agro-ecosystems. *Applied Soil Ecology* 76: 112–123.

Messiha, N.A.S., van Diepeningen, A.D., Wenneker, M., van Beuningen, A.R., Janse, J.D., Coenen, T.G.C., Termorshuizen, A.J., van Bruggen, A.H.C., Blok, W.J., 2007. Biological Soil Disinfestation (BSD), a new control method for potato brownrot, caused by *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. *Eur. J. Plant Pathol.* 117: 403–415.

Pudasaini, M.P., Viaene, N., Moens, M., 2006. Effect of marigold (*Tagetes patula*) on population dynamics of *Pratylenchus penetrans* in a field. *Nematology* 8: 477–484.

Thoden, T.C., Korthals, G.W., Termorshuizen, A.J., 2011. Organic amendments and their influences on plant parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management? *Nematology* 13: 133–153.

Zasada, I.A., Ferris, H., 2004. Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. *Soil Biol. Biochem.* 36: 1017–1024.