



Ontwikkeling en implementatie van geïntegreerde bestrijding in zomerbloemen

Bodemgebonden plagen en ziekten

Chantal Bloemhard en Daniel Ludeking



Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met LTO Groeiservice



© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting		5
1	Inleiding	7
2	Doel	9
3	Insectenparasitaire nematoden tegen emelten	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Voorjaarsproef	12
3.2.1	Opzet	12
3.2.2	Resultaten en conclusie	14
3.3	Najaarsproef	14
3.3.1	Opzet	14
3.3.2	Resultaten en conclusie	15
3.4	Discussie	17
4	Biologische grondontsmetting	19
4.1	Inleiding	19
4.1.1	Biologische grondontsmetting	19
4.1.2	Wortelduizendpoot	19
4.1.3	Verticillium dahliae	20
4.1.4	Wortelknobbelaaltje (<i>Meloidogyne</i>)	20
4.2	Opzet	21
4.2.1	Inleiding	21
4.2.2	Wortelduizendpoot	21
4.2.3	Verticillium dahliae	22
4.2.4	Wortelknobbelaaltje	22
4.2.5	Biologische grondontsmetting	22
4.3	Resultaten en conclusie	24
4.3.1	Gassen en temperaturen	24
4.3.2	Wortelduizendpoot	26
4.3.3	Verticillium	26
4.3.4	Wortelknobbelaaltje	27
4.4	Discussie	27
	Bijlage: bemestingsonderzoek	29

Samenvatting

Verschillende bodemplagen en bodemziektes vormen een probleem in diverse zomerbloementeelten. Voor de bestrijding hiervan zijn geen middelen beschikbaar of het middelenpakket is smal.

Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een alternatieve bestrijdingsmethode voor bodemplagen en bodemziektes. Voorwaarde is dat de methode goed kan worden ingepast in de teelt van zomerbloemen qua duur van de bestrijding of het moment van bestrijden. De bestrijdingsproeven zijn uitgevoerd tegen de bodemgebonden plagen, emelten en wortelduizendpoot en de bodemziektes *Verticillium dahliae* en wortelknobbelaaltje.

Het eerste deel van het onderzoek heeft zich gericht op de bestrijding van emelten met insectenparasitaire nematoden. Aanleiding hiervoor zijn de resultaten van een eerder uitgevoerde screening op het laboratorium. Interessant zijn de resultaten met *S. kraussei*. Dit is een insectparasitaire nematode die bij relatief lage temperaturen nog actief zou zijn. In de praktijk is behoefte aan een koudeminnende soort.

Steinernema feltiae, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema kraussei*, *Heterorhabdites megidis* en *Heterorhabdites bacteriophora* en het chemisch middel Talstar (Bifenthrin) zijn getoetst in een voorjaars- en/of najaarsproef. Hoewel voorafgaande jaren altijd veel emelten gesignaleerd werden is tijdens het experiment in beide proeven de aantasting laag. Hierdoor kan er geen uitspraak gedaan worden over de effectiviteit van nematoden tegen emelten bij lage bodemtemperaturen.

Het tweede deel van het onderzoek heeft zich gericht op de toepassingsmogelijkheden van biologische grondontsmetting tegen wortelduizendpoot, *Verticillium dahliae* en wortelknobbelaaltje, die bij verschillende teelten van zomerbloemen schadelijk kunnen zijn. De kennis op het gebied van biologische grondontsmetting is nog fragmentarisch wat betreft de werking tegen bodeminsecten. Er is wel ervaring tegen bodemschimmels en aaltjes. De resultaten die gevonden worden zijn echter wisselend en daardoor niet bedrijfszeker. Toepassing met gras wordt door telers als onpraktisch gezien. Op dit moment zijn er ontwikkelingen op het gebied van biologische grondontsmetting met behulp van alternatieve grondstoffen voor gras. Dit zijn voorgefermenteerde organische producten met een vaste bekende minerale samenstelling, die makkelijk verwerkbaar zijn vanwege hun droge poedervorm. In het experiment is naast een onbehandeld vak een vak alleen gespit en aangerold. Als biologische grondontsmetting is naast gras als alternatief product middel Herbie (Thachtec BV) gebruikt. Na inwerken zijn beide vakken afgedekt met luchtdicht plastic.

Ten opzichte van het onbehandelde vak reduceerde zowel de biologische grondontsmetting met gras als met het alternatieve product Herbie de *Verticillium*-druk sterk. Opmerkelijk zijn de resultaten bij slechts spitten van de bodem, dat in mindere mate een afname veroorzaakte. Een mogelijke verklaring kan zijn dat het spitten een stimulerend effect heeft op de kieming van microsclerotiën van *Verticillium dahliae*. De gekiemde microsclerotiën zullen vervolgens bij afwezigheid van een waardplant alsnog afsterven.

Er is geen nawerking van biologische grondontsmetting aangetoond op de kiemkracht van microsclerotiën.

Er zijn geen betrouwbare verschillen gevonden in het aantal juveniele wortelknobbelaaltjes. Zowel de biologische grondontsmetting met gras als met de alternatieve grondstof Herbie hebben geen effect gehad.

Uit labexperimenten van Wageningen UR Glastuinbouw en PPO/AGV blijkt dat er waarschijnlijk een effect is van grondsoort. Dit zou verklaren waarom er wisselende resultaten behaald worden met biologische grondontsmetting met gefermenteerde organische producten. Zo is bijvoorbeeld de methode sneller op een zandgrond dan op een zavelgrond. Om het zelfde resultaat te bereiken moest op zavelgrond de biologische grondontsmetting 2 weken langer uitgevoerd worden. De grondsoort op dit proefperceel bestaat uit kleiig veen met een zeer hoog organisch stof gehalte van 12,5%.

Er is nog onvoldoende inzicht over het werkingsmechanisme van biologische grondontsmetting en de onderliggende processen die zorgen voor het ontsmettende effect. Zo werd met het alternatieve product Herbie hogere methaancijfers gemeten dan bij ontsmetting met gras en was er continu CO aanwezig. De behaalde ontsmettingsresultaten waren echter gelijk.

Er zijn veel variabele randvoorwaarden zoals grondsoort, organische stof gehalte, bodem pH, samenstelling product, dosering product, bodemtemperatuur en behandel tijd die invloed hebben op het proces. Daarnaast zullen andere stoffen en omzettingsproducten een rol spelen bij de doding van de diverse ziekte- en plaagorganismen.

Het is mogelijk dat de combinatie bodemtemperatuur, de duur van ontsmetting en toegediende hoeveelheid ruw eiwit voor doding van wortelknobbelaaltje bij deze grondsoort niet optimaal is geweest voor een 100% effect.

Na de biologische grondontsmetting zijn in geen van de behandelingen nog wortelduizendpoten aangetoond. Hierdoor kan geen uitspraak gedaan worden over het effect van deze behandelingen

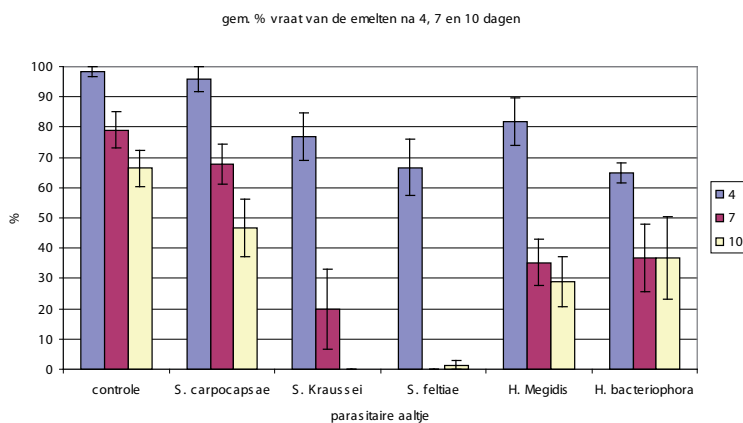
1 Inleiding

Verschillende bodemplagen en bodemziektes vormen een probleem in diverse zomerbloementeelten. Voor de bestrijding hiervan zijn geen middelen beschikbaar of het middelenpakket is smal. Bovendien wordt er nog weinig aan geïntegreerde gewasbescherming gedaan. Een totale biologische aanpak is helemaal nog niet ontwikkeld.

De grote diversiteit van gewassen vraagt om een specifieke aanpak per gewas. Een gewas staat soms meerdere jaren op het perceel. Ook komt het voor dat percelen laat in het seizoen leeg komen te liggen of dat de percelen maar kort leeg liggen. Het kan hierdoor voorkomen dat de omstandigheden voor bestrijding niet optimaal zijn voor een biologische aanpak.

In dit onderzoek is gekeken naar een biologische bestrijdingsmogelijkheid van de bodemgebonden plagen emelten en wortelduizendpoot en de bodemziektes *Verticillium dahliae* en wortelknobbelaaltje.

Het eerste deel van het onderzoek richt zich op de bestrijding van emelten met insectenparasitaire nematoden. Aanleiding hiervoor zijn de resultaten van een eerder uitgevoerde screening op het laboratorium met de insectenparasitaire nematoden *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema kraussei*, *Heterorhabdites megidis* en *Heterorhabdites bacteriophora*. Het is bekend dat emelten gevoelig zijn voor *S. feltiae*. Interessant zijn de resultaten met *S. kraussei* (grafiek 1.1). Dit is een insectparasitaire nematode die bij relatief lage temperaturen nog actief zou zijn. In de praktijk is behoefte aan 'een koudeminnende' soort. Het moment van bestrijden wordt namelijk bepaald door de levenscyclus van emelten. Dit kan het beste in het najaar, nadat alle eieren gelegd zijn of in het voorjaar, zodra de emelten weer actief worden. Dit zijn periodes met lage bodemtemperaturen.



Grafiek 1.1: Vraatschade door emelten na 4, 7 en 10 dagen

Het tweede deel van het onderzoek richt zich op de toepassingsmogelijkheden van biologische grondontsmetting tegen wortelduizendpoot, *Verticillium dahliae* en wortelknobbelaaltje, die bij verschillende teelten van zomerbloemen schadelijk kunnen zijn.

De kennis op het gebied van biologische grondontsmetting is nog fragmentarisch wat betreft de werking tegen bodeminsecten. In de praktijk zijn enkele ervaringen opgedaan met biologische grondontsmetting met gras. Er is een positieve werking gevonden tegen engerlingen in seringen. (Rapport 331: Bestrijding roestbruine bladsprietkever, *Serica brunnea*, in seringen; Wageningen UR Glastuinbouw. 2009). Er is wel ervaring tegen bodemschimmels en aaltjes. De resultaten die gevonden worden zijn echter wisselend en daardoor niet bedrijfszeker. Toepassing met gras wordt door telers als onpraktisch gezien.

Op dit moment zijn er ontwikkelingen op het gebied van biologische grondontsmetting met behulp van alternatieve grondstoffen voor gras. Dit zijn voorgefermenteerde organische producten met een vaste bekende minerale samenstelling, die makkelijk verwerkbaar zijn vanwege hun droge poedervorm.

2 Doel

Het ontwikkelen van een alternatieve bestrijdingsmethode voor bodemplagen en bodemziektes. Voorwaarde is dat de methode goed kan worden ingepast in de teelt van zomerbloemen qua duur van de bestrijding of het moment van bestrijden.

Het onderzoek heeft zich gericht op de volgende combinaties:

- Insectenparasitaire nematoden voor de bestrijding van emelten.
- Biologische grondontsmetting met gras en met een alternatieve grondstof voor de bestrijding van wortelduizendpoot, wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne spp.*) en de bodemziekte *Verticillium dahliae*

3 Insectenparasitaire nematoden tegen emelten

3.1 Inleiding

Langpootmuggen (Tipulidae) behoren tot de orde van de Diptera (vliegen en muggen). In Nederland komen ongeveer 250 soorten voor. De volwassen langpootmug is volstrekt onschadelijk. De larven zijn echter polyfage planteneters, berucht onder de naam emelten (foto 3.1). De meest voorkomende schadelijke soorten zijn *Tipula paludosa* en *Tipula oleracea*. *Tipula paludosa* heeft één, *Tipula oleracea* twee generatie per jaar. De meeste muggen van *Tipula paludosa* worden augustus, begin september gesignaleerd. De muggen van *Tipula oleracea* vliegen vooral in april-mei en de tweede generatie in augustus-september.

Eén vrouwtje legt 200 à 500 eieren in kleine groepjes. De larven (emelten) leven in ondiepe gangen en doorlopen van half september tot juni 4 of 5 larvale stadia.

Emelten kunnen heel goed tegen de kou. In de winterperiode zijn ze weinig actief, maar gaan niet echt in winterrust. Wanneer de temperatuur in het voorjaar toeneemt (begin maart), nemen ze weer actief voedsel op.

Bij soorten die één generatie per jaar doorlopen, stoppen de larven in mei met eten. Dan begint de ontwikkeling naar het popstadium. In de maanden juni tot en met augustus verblijven de poppen in de grond, waarna ze in augustus en september uitkomen.

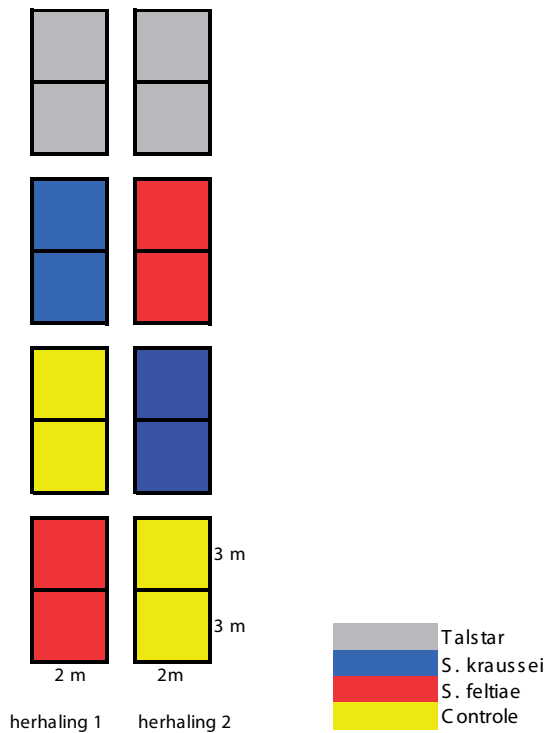


Foto 3.1: een emelt, larve van de langpootmug

3.2 Voorjaarsproef

3.2.1 Opzet

Begin april 2009 melde een teler uit Brabant dat hij elk jaar veel last had van emelten in zijn gewas Campanula. Zowel in zijn tunnelkassen als op het open veld. Elk jaar werd daarom gespoten met Talstar (Bifenthrin). Op 9 april is een proefveld uitgezet voor een toets met twee insectenparasitaire nematoden, namelijk *Steinernema feltiae* en *Steinernema kraussei*. Elk vak had een afmeting van 2 * 6 meter. Voor de bemonstering was dit vak onderverdeeld in twee gelijke subvakken (figuur 3.1). De rest van het perceel werd op dat moment door de teler chemisch behandeld met Talstar.



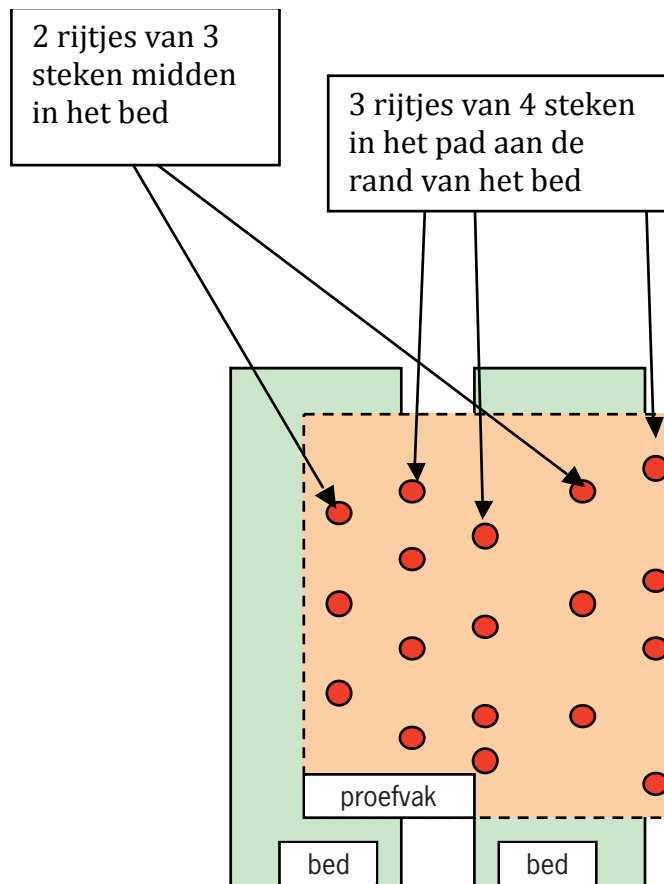
Figuur 3.1: overzicht proefveld met de behandelingen



Foto 3.2: Het beregenen na aangieten met nematoden

Per m² zijn 0,5 miljoen nematoden per m² toegediend door 1 mm water met nematoden aan te gieten met een handgieter. Dit is de adviesdosering voor deze producten. Hierna is met de regenhaspel 3 mm water nagegoten om de nematoden voldoende diep in te spoelen (foto 3.2). De teler heeft de rest van het perceel chemisch behandeld met Talstar (Bifenthrin). Voor de meting van de bodemtemperatuur zijn 2 dataloggers ingegraven op een diepte van 10 cm.

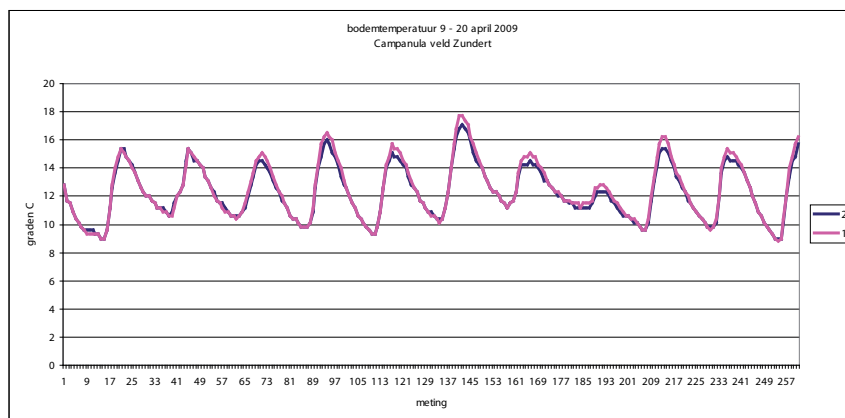
Op 20 april zijn de vakken bemonsterd door met een bollensteker per vak 18 grondmonsters te nemen (figuur 3.2). De verzamelde grond werd in een bak (40 * 60 cm) met zoutwateroplossing van 10% gedaan. Door de zoutoplossing worden emelten (en ander bodemleven) snel uit de grond gedreven. Na minimaal een half uur werd geteld hoeveel emelten er naar boven waren gekomen.



Figuur 3.2: Bemonsteringsplekken per proefvak.

3.2.2 Resultaten en conclusie

De gemiddelde bodemtemperatuur van 9 tot 20 april bedroeg 12,6°C (grafiek 3.1). Dit is een bodemtemperatuur waarbij verwacht wordt dat in ieder geval het aaltje *S. kraussei* nog actief zou zijn.



Grafiek 3.1: de gemiddelde bodemtemperatuur van 9 tot 20 april 2009 in een campanula perceel.

In tabel 3.1 staat het aantal emelten en poppen dat per behandeling gevonden werd. Er zijn slechts enkele emelten gevonden. Hierdoor kan er geen uitspraak gedaan worden over de effectiviteit van nematoden tegen emelten bij lage bodemtemperaturen.

Tabel 3.1: het aantal emelten en poppen per behandeling

behandeling	Herhaling 1		Herhaling 2	
	# emelten	# poppen	# emelten	# poppen
Controle	0	0	0	0
Talstar	0	0	1	0
<i>S. feltiae</i>	0	0	1	1
<i>S. kraussei</i>	0	0	0	0

3.3 Najaarsproef

3.3.1 Opzet

De najaarsproef is uitgevoerd in een twee jaar oud gewas van Campanula (foto 3.3). Het gewas was na de teelt niet afgemaaid, waardoor het wat hoger was dan gebruikelijk voor de tijd van het jaar. Op het perceel zijn 7 behandelingen aangelegd in vier herhalingen. Het veldoppervlak per behandeling was 3 meter * 1,9 meter. Figuur 3.3 geeft een overzicht van het proefveld.

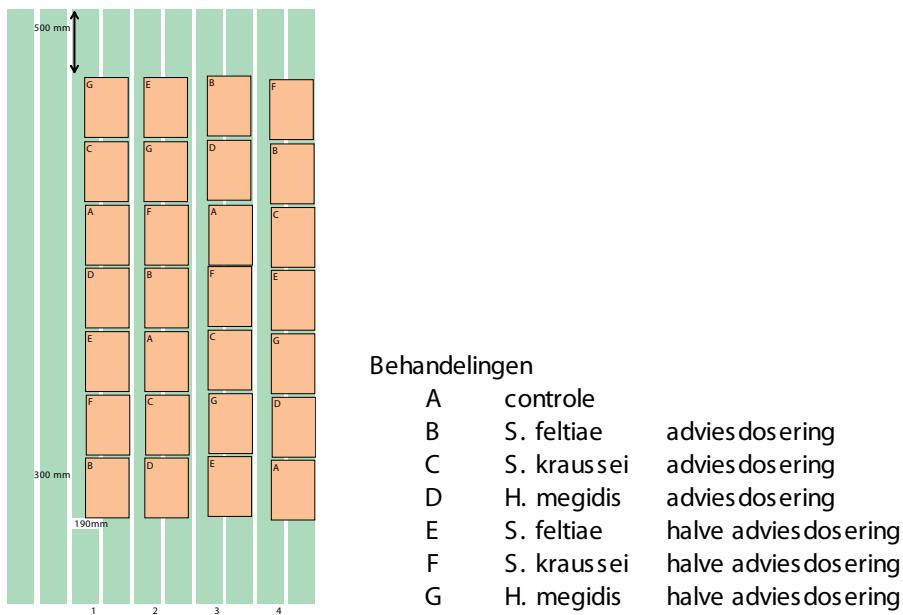
Als behandeling zijn de insectenparasitaire nematoden *Steinernema feltiae*, *Heterorhabdites megidis* en *Steinernema kraussei* ingezet. Hierbij is de geadviseerde dosering van 500.000 alen per m² en een halve dosering toegepast. De nematoden zijn toegediend door 1 mm oplossing met de hand aan te gieten. Hierna is er met de regenleiding 3 mm water berekend. Na de toediening op het veld is op het laboratorium het werkelijk aantal toegediende nematoden per m² bepaald.

De behandelingen zijn uitgevoerd op 16 oktober en 16 november 2009.

De bodemtemperatuur is gemeten door middel van een datalogger, die op 10 cm diepte werd ingegraven.

De bemonstering vond plaats in het voorjaar, zodra de bodemtemperatuur boven 5°C werd gemeten. Boven deze temperatuur worden de emelten weer actief. Op 19 maart 2010 werden de vakken bemonsterd door met een bollen steker

per vak 18 grondmonsters te nemen (figuur 3.2). De grond werd in een bak (40 * 60 cm) met zoutwateroplossing (10%) gedaan (foto 3.4). Na minimaal een half uur werd geteld hoeveel emelten er uit de grond waren gekomen.



Figuur 3.3: overzicht proefveld.



Foto 3.3: Overzicht van een proefperceel



Foto 3.4: Bemonstering

3.3.2 Resultaten en conclusie

Het aantal nematoden per m² dat bij de behandeling met “adviesdosering” werd toegediend op 16 oktober en 16 november 2009 staat in tabel 3.2.

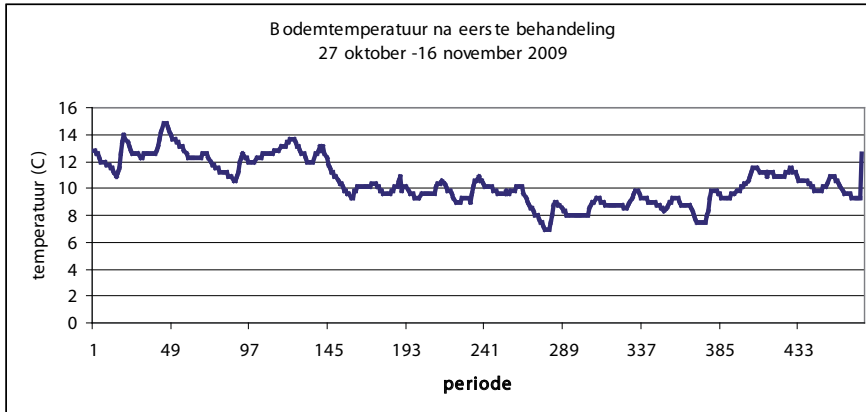
Tabel 3.2: het werkelijk aantal toegediende nematoden per m² bij de behandelingen met “adviesdosering”

	<i>S. feltiae</i>	<i>H. megidis</i>	<i>S. kraussei</i>
16-okt	700000	800000	600000
16-nov	750000	500000	350000

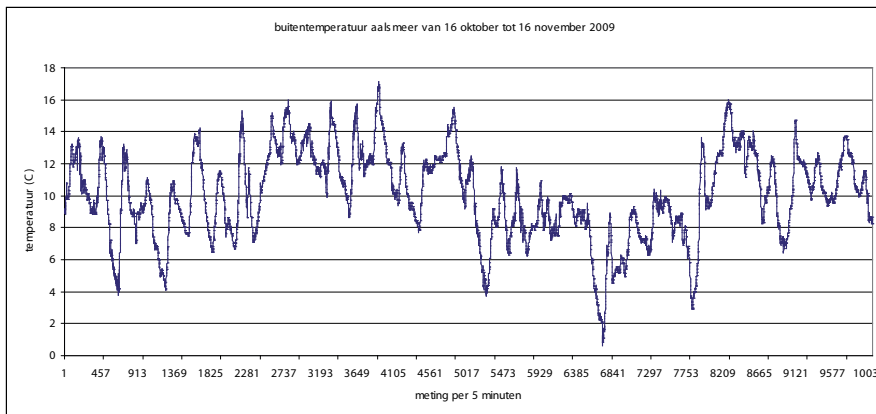
Grafiek 3.2A laat de bodemtemperatuur zien vanaf 27 oktober. De datalogger heeft vanaf dat moment gegevens weggeschreven. In grafiek 3.2B is daarom de buitentemperatuur in Aalsmeer voor de periode 16 oktober tot 16 november gegeven.

Bij de eerste behandeling op 16 oktober kwam de gemiddelde temperatuur pas in de tweede week boven 12°C uit. Voor *S. kraussei*, de aaltjes soort die nog actief is bij relatief lage bodemtemperaturen, zou dit voldoende moeten zijn. Hierna zakte de buitentemperatuur, waardoor de bodemtemperatuur naar gemiddeld 10,5°C daalde.

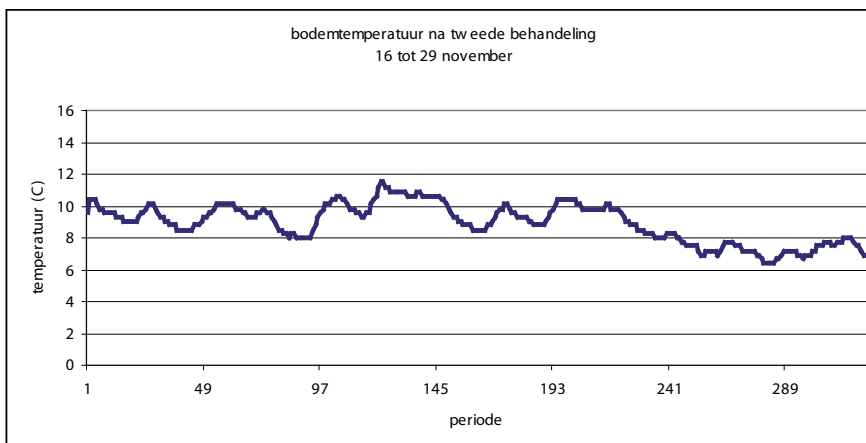
Bij de tweede behandeling met nematoden bleef de temperatuur laag en was de gemiddelde bodemtemperatuur 8,9°C. (grafiek 3.3).



Grafiek 3.2A De gemiddelde bodemtemperatuur na de eerste behandeling vanaf 27 oktober tot 16 november 2009

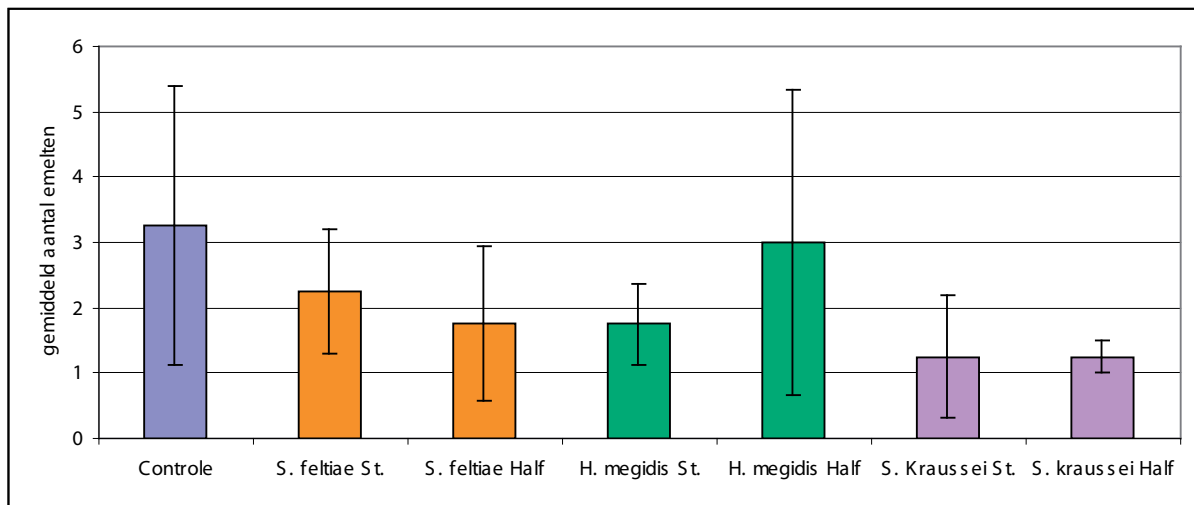


Grafiek 3.2B De buitentemperatuur tijdens de eerste behandeling van 16 oktober tot 16 november 2009



Grafiek 3.3: De gemiddelde bodemtemperatuur na de tweede behandeling vanaf 16 tot 20 november 2009

In grafiek 3.4 staat het gemiddeld aantal emelten dat terug gevonden is na de twee behandelingen met de verschillende insectenparasitaire nematoden. Het aantal emelten dat gevonden is bij de bemonstering van de proefvakken was laag. Bovendien zat er een grote spreiding tussen de herhalingen. Hierdoor kan er geen uitspraak gedaan worden over de effectiviteit van nematoden tegen emelten bij lage bodemtemperaturen.



Grafiek 3.4: het gemiddeld aantal emelten in de controle behandeling en per nematode soort met de standaardfout

3.4 Discussie

In de betreffende praktijkpercelen werden in de voorafgaande jaren in grote aantallen emelten door de telers gesignaleerd. Ook was de verwachting dat het gebruik van tunnelkassen de aantasting in stand houdt of zelfs bevordert. Op het moment dat een tunnelkas in het voorjaar geplaatst wordt ontpoppen de langpootmuggen door de temperatuurstijging op korte termijn massaal, waarbij de ei-afzet ook weer binnen de tunnelkas plaats vindt. In het proefseizoen 2009/2010 bleek echter de aantasting op het proefveld toch laag te zijn. Zowel in de voorjaarsproef als in de najaarsproef was dit op beide percelen het geval. Bovendien was de spreiding tussen de herhalingen groot. Door de lage aantastingen kan er geen uitspraak gedaan worden over de effectiviteit van verschillende insectenparasitaire nematoden tegen emelten.

4 Biologische grondontsmetting

4.1 Inleiding

4.1.1 Biologische grondontsmetting

Bij de teelt van zomerbloemen en bij grondgebonden teelten in het algemeen is er een constante dreiging van bodemgebonden plagen en ziekten. Omdat ontsmetting van de bodem met behulp van stoom in open teelt geen reële optie is, het gebruik van chemische middelen sterk beperkt is en dat de zware middelen zoals methylbromide al sinds lange tijd geen optie meer zijn, wordt er in de praktijk gezocht naar alternatieven. Vormen van fysische ontsmetting zoals Agritron waarbij de bodem wordt doorstraald met microgolven (magnetronstraling) of Cultivit (hitte toedienen tijdens het spitten) zijn nog niet praktisch of lijken niet door de praktijk te worden opgepakt.

In de akkerbouw, aarbei en aspergeteelt wordt de bodem vaak ontsmet met een methode die biologische grondontsmetting wordt genoemd.

Bij deze methode worden grote hoeveelheden gras ondergespit. Vervolgens wordt de grond aangereden en beregend. De bodem wordt daarna afgedekt met een zuurstofdichte folie. Vervolgens worden als gevolg van de zuurstof arme condities bacteriepopulaties die zonder zuurstof kunnen leven gestimuleerd. Bij de processen die onder invloed van deze groepen bacteriën gaan lopen komen natuurlijke omzettingen producten zoals verschillende gassen en vetzuren vrij, die vervolgens zorgen voor de ontsmettende werking van de methode.

Naast dit korte termijn effect wordt verwacht dat biologische grondontsmetting een lange termijneffect heeft bij het onderdrukken van ziekten en plagen in de bodem. Bij de teelt van asperge is een jarenlang effect waargenomen van deze methode met gebruik van gras tegen *Fusarium oxysporum f.sp. asparagi*.

Er worden wisselende resultaten behaald met biologische grondontsmetting door het onderspitten van gras. Daarnaast wordt de toepassing van gras als biologische grondontsmetter als onpraktisch en arbeidsintensief ervaren door telers. De bedrijfsonzekerheid en het arbeidsintensieve karakter staan een brede toepassing in grondgebonden teelten in de weg.

Als alternatief kan een product (Herbie, Thachtec BV) met constante en vastgestelde samenstelling worden toegepast. Het product heeft de eigenschap dat het gemakkelijk kan worden opgebracht en ondergespit. Een bijkomend voordeel van het alternatieve product is dat de duur van de biologische grondontsmetting mogelijk kan worden verkort. Hierdoor wordt de toepassing van een dergelijke methode vereenvoudigd en toegankelijker voor grondgebonden telers.

In proeven uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw en PPO/AGV waarbij biologische grondontsmetting met alternatieve grondstoffen zijn getest, komt naar voren dat de methode een ontsmettende werking heeft tegen aaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en *Verticillium dahliae*. Echter duur en resultaten van de ontsmetting zijn afhankelijk van de samenstelling van het gebruikte product en grondsoort waarop de methode is toegepast. Op zand is de methode sneller dan op zavelgrond, maar uiteindelijk met het zelfde resultaat na 8 weken. De toegepaste producten zijn effectiever dan gras.

4.1.2 Wortelduizendpoot

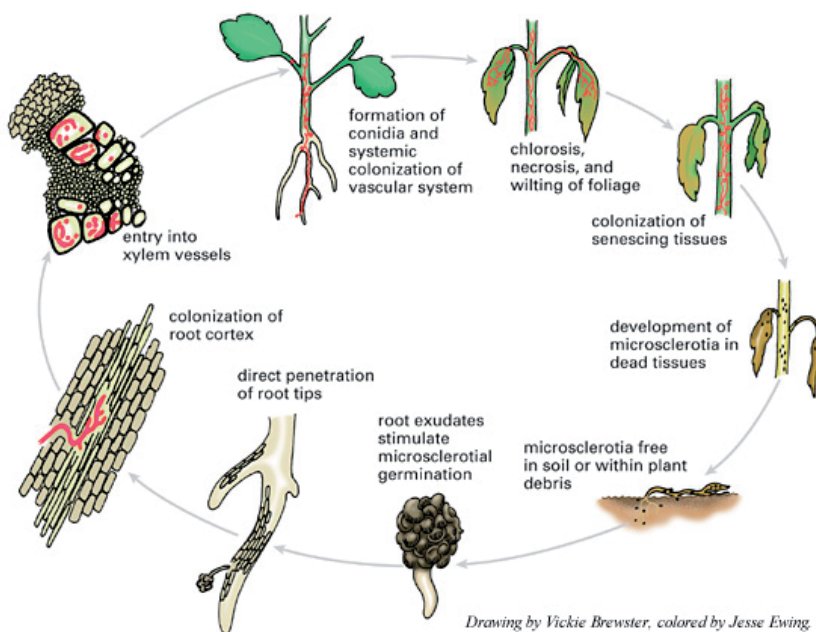
Er komen meerdere soorten wortelduizendpoten voor in Nederland (Foto 4.1). De gehele levenscyclus vindt plaats in de grond. Van ei naar diverse nimfenstadia tot volwassen stadium. Ze kunnen 3 á 4 jaar oud worden. De wortelduizendpoot leeft tot enkele decimeters diep in de grond. Door hun goede bewegelijkheid kunnen ze zich terug trekken tot wel 60 tot 150 cm diep indien er veranderingen in hun leefomgeving of gevaar dreigt. Het grondwaterpeil vormt hierbij een barrière. Wortelduizendpoot maakt gebruik van bestaande scheuren. Hoe zwaarder de grond, hoe meer problemen er kunnen ontstaan met wortelduizendpoot.



Foto 4.1: Wortelduizendpoot

4.1.3 *Verticillium dahliae*

De schimmel *Verticillium dahliae* is een zeer persistente schimmel met een complexe levenscyclus. Met de name de door de schimmel gevormde microsclerotiën kunnen onder, voor de schimmel, zeer ongunstige omstandigheden overleven. De microsclerotiën kunnen onder invloed van wortel-exudaten na lange perioden van 'rust' worden geactiveerd. De microsclerotiën kiemen en de schimmel zal het wortelgestel en vervolgens het vatenstelsel van de planten binnen dringen. De schimmel groeit in het vatenstelsel van de stengels omhoog en belemmert daarmee het transport. De planten zullen in eerste instantie symptomen vertonen waarbij er verwelking optreedt bij veel instraling en een hoge verdamping van de planten. Planten worden geel en in een later stadium zullen de planten permanent verwelken, Uiteindelijk zullen de planten afsterven.



Figuur 4.1: levenscyclus van *Verticillium dahliae* (bron: www.apsnet.org)

4.1.4 Wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne*)

De groep van nematoden die leven van plantsappen, de plantparasitaire aaltjes, geven schade aan het gewas. Een van de belangrijke schadelijke nematoden is het wortelknobbelaaltje, *Meloidogyne*. De naam verwijst naar de knobbels die gevormd worden op de wortels na infectie. Met een speciaal ontwikkelde stekel prikken ze plantcellen aan. Een indirecte schade wordt veroorzaakt, doordat ze de plant hierdoor vatbaarder maken voor andere ziekteverwekkers zoals schim-

mels. De levenscyclus bestaat uit verschillende stadia. Er worden eerst eieren gevormd, daarna volgen vier larve stadia (juvenile stadia), voordat de nematode volwassen is. Volwassen vrouwtjes verblijven hun hele leven in de wortel. Hun eieren (ongeveer 1000) worden opgeslagen in een eierzak. Het tweede juvenile (larve) stadium kan zich vrij bewegen en verlaat de eierzak, op zoek naar een andere waardplant. Bij een aangetaste plant worden de cellen in de wortels vlak bij de nematode veel groter en delen zich snel. Hierdoor worden knobbels (gallen) op de wortels gevormd. Dit vraagt veel energie. Bovengronds uit dit zich door groeireductie, vergeling en verwelking.

Als de jonge nematoden niet binnen enkele maanden een vatbare waardplant vinden sterven ze. De overlevingskansen van plantparasitaire nematoden worden vergroot doordat, omsloten door het plantmateriaal, eiproppen worden gevormd waarin de eieren in rust gaan. Totdat de omstandigheden weer gunstig zijn, kunnen de eieren in deze vorm gedurende lange tijd overleven.

4.2 Opzet

4.2.1 Inleiding

Het effect van biologische grondontsmetting werd getoetst op organismen wortelduizendpoot, *Verticillium dahliae* en het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne spp.*). De proef is in de zomer van 2009 uitgevoerd op een praktijkbedrijf in Leimuiden waar zomerbloemen worden geteeld. De grondsoort op dit bedrijf bestaat uit kleiig veen (zie bijlage: bemestingsonderzoek). Op het perceel waar de proef is uitgevoerd, is in 2009 niet geteeld.

De proef met biologische grondontsmetting is ingezet in week 34. Na 6 weken afdekking is het plastic in week 40 verwijderd. Twee weken later zijn de waarnemingen gedaan naar het effect op wortelduizendpoot, *Verticillium dahliae* en het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne spp.*). Om de nawerking van biologische grondontsmetting te bepalen is 3 maanden later nog een waarneming gedaan naar de kiemkracht van de microsclerotieën van *Verticillium dahliae*.

Tijdens de biologische grondontsmetting zijn twee keer per week metingen gedaan naar het concentratieverloop van de gassen zuurstof (O₂), koolmonoxide (CO), methaan (CH₄) en waterstofsulfide (H₂S).

Het verloop van de bodemtemperaturen is geregistreerd met behulp van dataloggers.

4.2.2 Wortelduizendpoot

Om het effect van biologische grondontsmetting op wortelduizendpoot te bepalen is gebruik gemaakt van de natuurlijke besmetting van het perceel. Voordat de proefvakken zijn aangelegd is het perceel bemonsterd op 12 mei 2009 om de verdeling van wortelduizendpoot over het perceel vast te stellen. Diagonaal zijn 10 monsterplekken uitgezet, waarbij als lokmiddel geraspte wortelstukjes werden gebruikt. In een andere diagonaal zijn 8 monsterplekken uitgezet met als lokmiddel potchrysanthen.

lokmethode met wortel:

200 gram potgrond met 100 gram lang geraspte wortel werden in een bollen-netje gedaan. Deze werden in de laag 10-20 cm ingegraven en aangegoten met wat slootwater om een goede aansluiting met de omliggende grond te krijgen. Na 24 uur werden de netjes opgehaald en ter plekke direct in een emmer water onder gedompeld. Na een uur werd het aantal boven gekomen wortelduizendpoten geteld (foto 4.2).



Foto 4.2: lokmethode met wortel

lokmethode met potchryasant:

Potchryasanten werden ingegraven en aangegoten met water om een goede aansluiting met de grond te krijgen. De potchryasanten werden tussentijds voldoende vochtig gehouden. Twee weken later zijn de potchryasanten uit de grond gehaald en is de kluit direct in een emmer onder water gezet. Na een uur zijn het aantal wortelduizendpoten geteld die in het water dreven.

Na het beëindigen van de biologische grondontsmetting is op 13 oktober 2009 per proefvak op 5 plaatsen bemonsterd naar wortelduizendpoot. Dit werd gedaan met de lokmethode met de wortelstukjes.

4.2.3 *Verticillium dahliae*

Eind 2008 is plantmateriaal verzameld van een tomatengewas dat door *Verticillium dahliae* was aangetast en ook ruststructuren (sclerotiën) bevatte. Het gewas is vermalen, waarna 0,2 gram plantmateriaal met *Verticillium* en 0,01 gram microsclerotiën uit eigen kweek (op kunstmatig voedingsmedium (SSN)) in een zakje (maaswijdte 50 μ) werd gedaan. Na het inwerken van de organische materialen voor de biologische grondontsmetting op het proefperceel werd 6 zakjes met microsclerotiën van *Verticillium dahliae* ingegraven op 20 cm diepte. De helft hiervan werd twee weken na de biologische grondontsmetting uit de grond gehaald om de overleving van microsclerotiën van *Verticillium dahliae* te bepalen. Om de nawerking van biologische grondontsmetting te bepalen werd de andere helft drie maanden later uit de grond verwijderd.

De kiemkracht van de microsclerotiën werd bepaald door 0,0025 gram uit te platen op een selectieve voedingsbodem (MSEA). Na 3 weken werd het aantal kiemende en dus vitale microsclerotiën per plaat geteld.

4.2.4 Wortelknobbelaaltje

Wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne spp.*) zijn verzameld bij een komkommerteler met aangetast plantmateriaal. Per proefveld werden 3 zakjes gevuld met 3 gram wortelmateriaal met wortelknobbelaaltjes. Elk zakje bevatte tenminste één grote en een aantal kleine knobbels op een aantal stengeldelen van 2-3 cm lang.

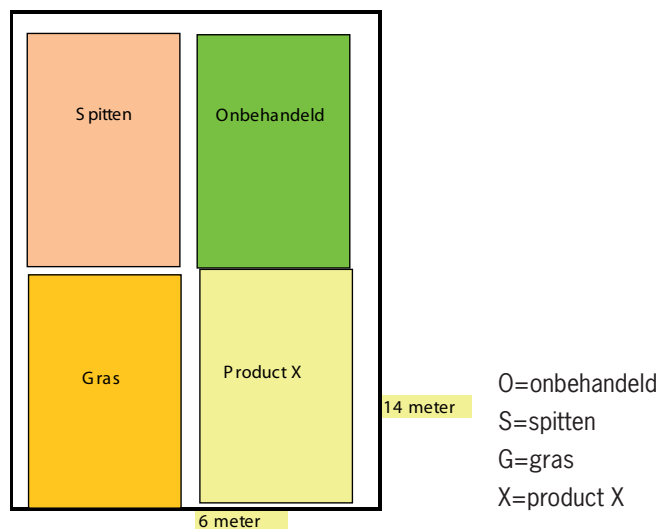
Na de proefbehandelingen werden het wortelmateriaal in een vochtige ruimte (mistkamer) gezet met 100% RV. Gedurende 4 weken werd het naar beneden druppelende water opgevangen (totaal ongeveer 80 ml per zakje). In twee submonsters van elk 10 ml werd uiteindelijk het aantal vrij gekomen juveniele aaltjes (J2 stadium) geteld.

4.2.5 Biologische grondontsmetting

Het perceel werd onderverdeeld in 4 vakken van elk 6 * 14 meter groot (Figuur 4.1). Één vak diende als controle behandeling. In een tweede vak werd de grond gespit tot 37 cm diep en aangerold. In het derde en vierde vak werd een biologische grondontsmetting uitgevoerd met gras en een alternatieve grondstof voor biologische grondontsmetting, Herbie 7022.

Het gras werd op de dag van onderwerken gemaaid op een perceel in Leimuiden. Per m² werd 4 kg vers gras ondergewerkt tot 37 cm diepte, waarna de grond werd aangerold. Hierna werd de grond vochtig gemaakt en afgedekt met Hytibarrier-folie, dat geen zuurstof doorlaat. Het plastic werd aan de randen 40 cm diep ingegraven.

Van het alternatieve product Herbie werd 2,5 kg/m² toegediend, in een verhouding 1:1 van Herbie 22 en Herbie 25. Dit kwam overeen met 1,7 gram ruw eiwit per liter grond bij een spitslaag van 37 cm. De verdere behandeling was gelijk aan die van gras. Op foto 4.3 zijn de twee materialen gras en Herbie op het perceel te zien. Op foto 4.4 is de proefsituatie te zien vlak voor het verwijderen van het plastic.



Figuur 4.1: schematische weergave proefperceel; 4 proefvakken van elk 6*14 m.



Foto 4.3: Het onderwerken van organische materialen



Foto 4.4: Het proefperceel vlak voor het verwijderen van het plastic

4.3 Resultaten en conclusie

4.3.1 Gassen en temperaturen

In tabel 4.1 t/m 4.4 is het verloop gegeven van de gemiddelde waarden in ppm van O_2 , CO, methaan en H_2S in de proefvakken. De zuurstofwaarden in de vakken met zowel biologische grondontsmetting met gras als met de alternatieve grondstof Herbie is snel gedaald. In beide vakken zijn ook hoge CO waarden gemeten tot 600 ppm. Echter na 3 weken is in het met grasontsmette perceel geen CO meer gemeten. Dit in tegenstelling tot het met Herbie ontsmette perceel waar tot het einde van de proef nog CO is gemeten. De hoogste methaancijfers zijn gemeten in het vak met de alternatieve grondstof Herbie.

Tabel 4.1: onbehandeld

meting	Blok spitten en aanrijden			
	H2S	CO	methaan	O2
0				
1	0	0	0	17
2	0	0	1	19.6
3	0	0	0	20.3
4	0	2	0	19.9
5	0	11	2	19.9
6	0	18	3	19.9
7	0	0	3	20
8	0	6	2	20.3
9	0	8	0	20.1
10	2.1	0	0	20.6
11	0	11	1	20.3
12	0	2	0	20.4
13	0	0	0	20.4

Tabel 4.2 spitten

meting	Blok onbehandeld			
	H2S	CO	methaan	O2
0	0	0	0	20.9
1	0	0	0	17.8
2	0	0	1	19.1
3	0	0	0	20
4	0	0	0	20.2
5	0	6	2.1	19.9
6	0	8	2	19.5
7	0	0	2	19.9
8	0	2	1	20.3
9	0	0	0	20.3
10	2.3	0	0	20.9
11	0	4	0	20.5
12	0	0	0	20.9
13	0	0	0	20.4

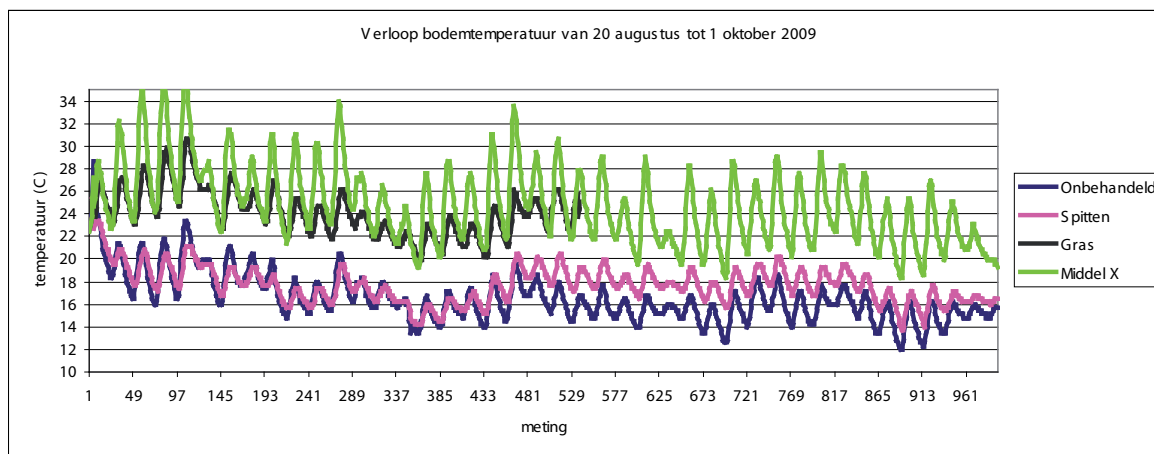
Tabel 4.3: gras

meting	Blok middel x			
	H2S	CO	methaan	O2
0				
1	0	240	5	0.1
2	0	600	25	0.1
3	2.1	246	19	0
4	8.7	238	15	0
5	6.2	198	38	1.2
6	10	432	4	0.2
7	7.6	285	100	4.9
8	8.3	422	2	0.2
9	6.4	304	100	1.7
10	8.7	584	0	0.1
11	2.4	295	16	0.7
12	0	120	40	1.5
13	0	188	13	0.1

Tabel 4.4: Middel X (Herbie)

meting	beh Gegevens			
	H2S	CO	methaan	O2
0				
1	0	43	2	0.1
2	2.1	600	78	0.1
3	4.5	27	2	0.2
4	0	14	3	0.1
5	0	8	6	5.5
6	0	240	24	0.1
7	0	0	13	7.1
8	0	0	4	8.9
9	0	0	4	7.7
10	0	0	4	1.7
11	0	0	3	5.2
12	0	0	2	7
13	0	0	2	3

In grafiek 4.1 is het verloop van de bodemtemperatuur gegeven. In het onbehandelde vak en spitsvak zit de temperatuur rond de 16 °C. In de vakken waar organisch materiaal is ondergewerkt en die afgedicht zijn met plastic is de temperatuur gemiddeld rond de 24 °C.



Grafiek 4.1: Verloop van de bodemtemperatuur in de behandelde en onbehandelde vakken.

4.3.2 Wortelduizendpoot

In tabel 4.5 is te zien dat de wortelduizendpoten goed verdeeld zaten over het hele proefperceel. Zowel de lokmethode met chrysanth als de methode met wortelstukjes toonden dit aan.

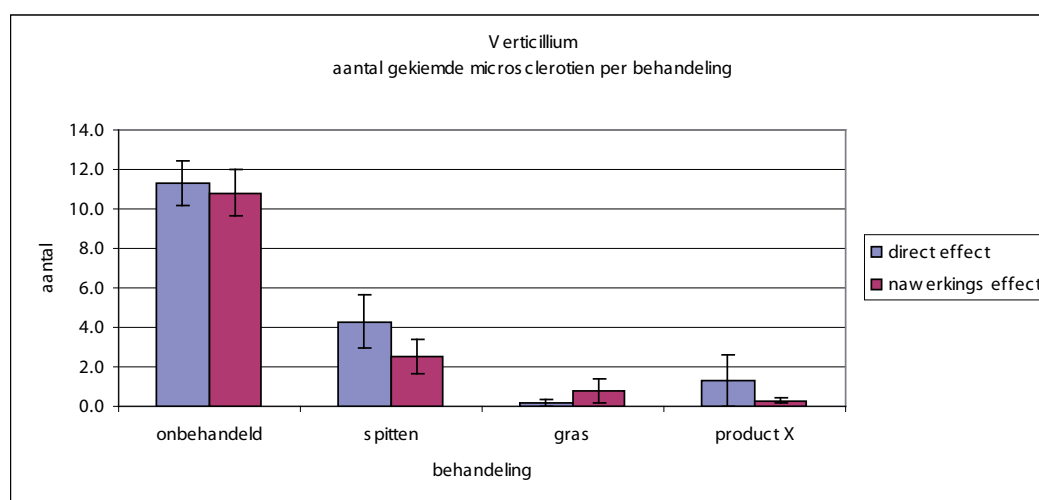
Bij de bemonstering naar wortelduizendpoot na de biologische grondontsmetting is echter in geen van de behandelingen nog wortelduizendpoten aangetoond. Hierdoor kan geen uitspraak gedaan worden over het effect van biologische grondontsmetting zowel met gras als met het alternatieve product Herbie op wortelduizendpoot.

Tabel: 4.5: de verdeling van wortelduizendpoot over het proefperceel op 12 mei voor aanvang van de proef

monsterpunt	aantal WDP	
	wortelstukjes	chrysanth
1	6	15
2	5	13
3	9	8
4	3	6
5	19	10
6	7	7
7	7	19
8	14	11
9	23	
10	7	

4.3.3 Verticillium

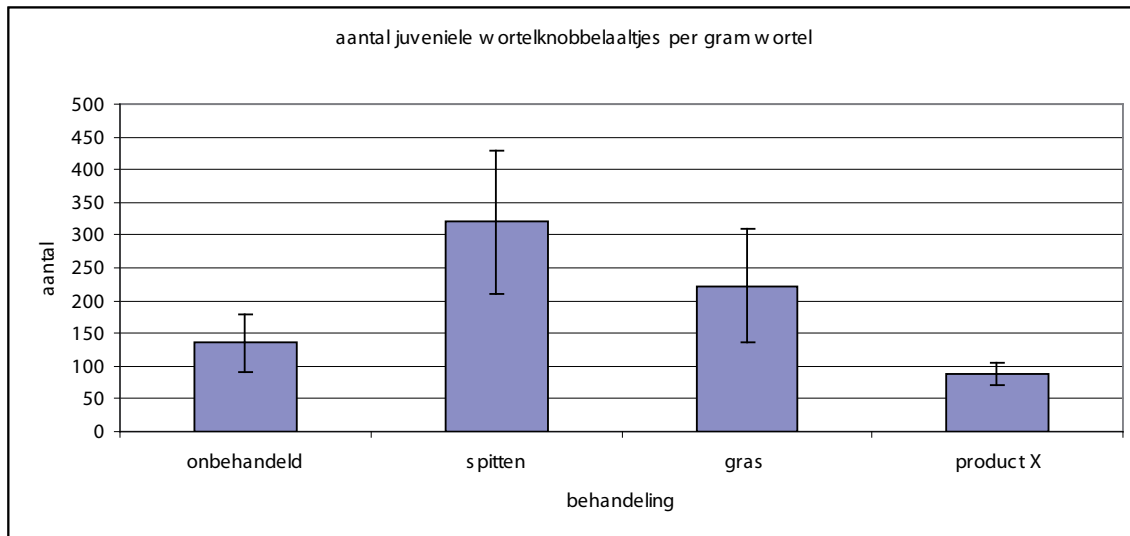
Ten opzichte van het onbehandelde vak reduceerde zowel de biologische grondontsmetting met gras als met de alternatieve grondstof Herbie de Verticillium-druk sterk. Het spitten veroorzaakte echter in mindere mate ook een afname (grafiek 4.2). De oorzaak hiervan is niet duidelijk. Er is geen nawerking van biologische grondontsmetting aangetoond op de kiemkracht van microsclerotien.



Grafiek 4.2: gemiddeld aantal gekiemde microsclerotien per 0,0025 gram per behandeling (n=3, met standaardfout) 2 weken (direct effect) en 3 maanden (nawerkingseffect) na het beëindigen van de biologische grondontsmetting

4.3.4 Wortelknobbelaaltje

Twee weken na het beëindigen van de biologische grondontsmetting zijn er geen betrouwbare verschillen gevonden in het aantal juveniele wortelknobbelaaltjes bij de verschillende behandelingen. Zowel de biologische grondontsmetting met gras als met de alternatieve grondstof Herbie hebben geen effect gehad (grafiek 4.3).



Grafiek 4.3: gemiddeld aantal juveniele wortelknobbelaaltjes per gram wortel per behandeling ($n=3$, met de standaardfout) 2 weken na het beëindigen van de biologische grondontsmetting

4.4 Discussie

In het verleden zijn goede resultaten behaald met het onderspitten van gras, echter de resultaten zijn wisselend en niet bedrijfszeker. Daarnaast wordt de toepassing van gras als biologische grondontsmetter als onpraktisch en arbeidsintensief ervaren door telers. De bedrijfsonzekerheid en het arbeidsintensieve karakter staan een brede toepassing in grondgebonden teelten in de weg.

Als alternatief voor gras kan een product met constante en vastgestelde samenstelling worden toegepast. In deze proef is het alternatieve product Herbie gebruikt. Het product heeft een vaste minerale samenstelling en de eigenschap dat het gemakkelijk kan worden opgebracht en ondergespit.

Voor een goede omzetting van organisch materiaal geldt hoe hoger de bodemtemperatuur hoe beter. Waar de ondergrens precies ligt is niet bekend, maar momenteel wordt geadviseerd om toch minimaal boven de 16°C te zitten. Toepassing in buitenteelten houdt dus in dat niet al te laat in het seizoen begonnen kan worden.

Op dit proefperceel werden goede resultaten behaald tegen *Verticillium dahliae*, maar niet tegen wortelknobbelaaltjes. In eerdere proeven op andere grondsoorten werden wel positieve resultaten behaald tegen wortelknobbelaaltjes. Uit labexperimenten van Wageningen UR Glastuinbouw en PPO/AGV blijkt dat er waarschijnlijk een effect is van grondsoort. Dit zou verklaren waarom er wisselende resultaten behaald worden met biologische grondontsmetting. Zo is bijvoorbeeld de methode sneller op een zandgrond dan op een zavelgrond. Om het zelfde resultaat te bereiken moest op zavelgrond de biologische grondontsmetting 2 weken langer uitgevoerd worden. De grondsoort op dit proefperceel bestond uit kleiig veen met een zeer hoog organisch stof gehalte van 12,5% (zie bijlage bemestingsonderzoek)..

Opmerkelijk zijn de resultaten bij slechts het spitten van de bodem. Een mogelijke verklaring kan zijn dat het spitten een stimulerend effect heeft op de kieming microsclerotiën van *Verticillium dahliae*. De gekiemde microsclerotiën zullen vervolgens bij afwezigheid van een waardplant alsnog afsterven.

Er is geen inzicht over het werkingsmechanisme van biologische grondontsmetting en de onderliggende processen die zorgen voor het ontsmettende effect. Zo werd met het alternatieve product Herbie hogere methaancijfers gemeten dan bij ontsmetting met gras en was er continu CO aanwezig. De behaalde ontsmettingsresultaten waren echter gelijk.

Er zijn veel variabele randvoorwaarden zoals grondsoort, organische stof gehalte, bodem pH, samenstelling product, dosering product, bodemtemperatuur en behandeltime die invloed hebben op het proces. Daarnaast zullen andere stoffen en omzettingen producten een rol spelen bij de doding van de diverse ziekte- en plaagorganismen.

Het is mogelijk dat de combinatie bodemtemperatuur, de duur van ontsmetting en toegediende hoeveelheid ruw eiwit voor doding van wortelknobbelaaltje bij deze grondsoort niet optimaal is geweest voor een 100% effect.

Welke mechanismen bij spitten en aanrollen van de grond op gaan treden is niet bekend. De afname in kiemkracht van de microsclerotia is opvallend.

Bijlage: bemestingsonderzoek

Bemestingsonderzoek
 Akker-/tuintbouw Basispakket
 3242027002 Vernooij



Postbus 115
 6860 AC Oosterbeek
 Meer informatie:
 T: 0900-2352544
 F: 026-3546409
 E: klantenservice@blgg.nl
 I: www.blgg.nl

Uw klantnummer: 8178437

WUR Glastuinbouw Groep
 Dr.ir. L.M.F. Marcellis
 Postbus 20
 2665 ZG BLEISWYK

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr: 785321/002465365	Datum monstername: 14-01-2010	Datum verslag: 02-02-2010	Subsidieverlener: Wageningen UR Glastuinbouw, Postbus 20 2665 ZG BLEISWYK
	Grondsoort: Kleilig veen	Bemonsterde laag: 0 - 25 cm	Monster genomen door: Derden	Contactpersoon monstername: Michel Vollebregt: 0652002170

projectnr.3242027002 C Bloemhard

Opmerking:
 Resultaten zijn niet bruikbaar voor fosfaat- en derogatiewetgeving.

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Resultaat hoofdelement								
Stikstof-totaal	mg N/kg	5090						
C/N-ratio		10	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	270	93 - 147					
Fosfor (P ³ -PAE)	mg P/kg	8,5	1,3 - 3,3					
P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g	103	21 - 37					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	91						
Kalium	mg K/kg	141						
K-getal		33	18 - 24					
Zwavel-totaal	mg S/kg	1650						
S-leverend vermogen	kg S/ha	45						
S-aanvoer (incl. SLV)	kg S/ha	65	20 - 30					
Magnesium	mg Mg/kg	230	49 - 82					
fysisch								
Natrium	mg Na/kg	37	37 - 58					
Zuurgraad (pH)		6,0	5,6 - 6,0					
Organische stof	%	12,5						
Lutum	%	19						
Aflosbaar (berokend)	%	26 - 32						
Koolzure kalk	% CaCO ₃	0,2						
Klei humus (CEC)	mmol+/kg	364						

Pagina: 1
 Totaal aantal pagina's: 2
 785321, 02-02-2010

De rapport is ingegeven onder verantwoordelijkheid van het laboratorium, manager Operationele Zaken v.l.
 Op al onze verslagen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek
 kunnen deze onder de quorumkosten van de afnemer worden toegezonden.
 Blgg aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend uit het gebruik
 van door of namens Blgg verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
 Blgg is ingeregistreerd in het BVA-register voor keurmerkcertificaten voor de aflevering
 onder nr. 1192 voor uitbreiding de analysemethoden.

