

Doorontwikkelen biologische grondontsmetting (BGO)

EL&I: BO-12.03-003.01-001.02 en BO-12.10-007.04-009

Willemien Runia, Leendert Molendijk
Daniël Ludeking
Corrie Schomaker

PPO-AGV
Wageningen UR Glastuinbouw
PRI Biometris

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegroondsgroenten
Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk
December 2011

3250137811
3242068311

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

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 Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten.

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

Het onderzoek is gefinancierd door het ministerie van EL&I.



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Projectnummer PPO-AGV: 3250137811

Projectnummer Wageningen UR Glastuinbouw: 3242068311

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, 8219 PH, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK, Lelystad
Tel. : +31 320 291111
Fax : +31 320 230479
E-mail : Willemien.Runia@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

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	PAGINA
SAMENVATTING.....	5
SUMMARY.....	8
1 INLEIDING.....	9
1.1 Probleemstelling.....	9
1.2 Doelgroep en kennisbehoefte	9
1.3 Doelstelling project	11
1.4 Literatuur en focus project "Doorontwikkelen BGO"	11
2 MATERIAAL EN METHODEN	15
2.1 Organische producten/Behandelingen/Coderingen	15
2.2 Materialen, meetinstrumenten en grondsoorten.....	18
2.2.1 Materiaal en afmeting emmers.....	18
2.2.2 Gasmetingen	19
2.2.3 Redoxmetingen.....	21
2.2.4 Vetzuurmetingen.....	21
2.2.5 Grondsoorten	21
2.2.6 Temperatuurregistratie.....	22
2.3 Doelorganismen en stadia	24
2.3.1 Algemeen.....	24
2.3.2 <i>Pratylenchus penetrans</i>	24
2.3.3 <i>Meloidogyne hapla</i>	24
2.3.4 <i>Globodera pallida</i>	24
2.3.5 <i>Verticillium dahliae</i>	25
2.4 Statistische verwerking	27
3 RESULTATEN	29
3.1 <i>Pratylenchus penetrans</i>	29
3.2 <i>Meloidogyne hapla</i>	35
3.3 <i>Globodera pallida</i>	37
3.4 <i>Verticillium dahliae</i>	41
3.5 Gasmetingen	47
3.6 Vetzuurmetingen.....	59
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE	61
4.1 <i>Pratylenchus penetrans</i>	61
4.1.1 Natuurlijke sterfte (emmer zonder deksel).....	61
4.1.2 Effect grondsoort zonder product	61
4.1.3 Effect organische producten/dosering/behandeltijd bij 16°C	61
4.1.4 Effect temperatuur.....	61
4.2 <i>Meloidogyne hapla</i>	62
4.2.1 Zand.....	62
4.2.2 Mariene zavel	62
4.3 <i>Globodera pallida</i>	62
4.3.1 Effect grondsoort, zonder product, in afgesloten emmers.....	62
4.3.2 Effect organische producten/dosering/behandeltijd/temperatuur	62
4.4 <i>Verticillium dahliae</i>	63
4.4.1 Natuurlijke sterfte	63
4.4.2 Effect grondsoort, zonder product, in afgesloten emmers.....	63
4.4.3 Effect organische producten/dosering/behandeltijd/temperatuur	64
4.5 Overzicht effectiviteit tegen doelorganismen	64

4.5.1	Organische producten.....	64
4.5.2	Inundatie	65
4.6	Gasproductie.....	66
4.7	Vetzuurmetingen.....	6766
4.8	Algemene conclusie	67
5	LITERATUUR.....	69
	BIJLAGE 1 BEMESTINGSANALYSE DEKZAND 2009	71
	BIJLAGE 2 BEMESTINGSANALYSE MARIENE ZAVEL 2009	72
	BIJLAGE 3 GRANULAIRE SAMENSTELLING DEKZAND 2009	73
	BIJLAGE 4 GRANULAIRE SAMENSTELLING MARIENE ZAVEL 2009	74
	BIJLAGE 5 BEMESTINGSANALYSE DEKZAND 2010	75
	BIJLAGE 6 BEMESTINGSANALYSE MARIENE ZAVEL 2010	76
	BIJLAGE 7 GRANULAIRE SAMENSTELLING DEKZAND 2010	77
	BIJLAGE 8 GRANULAIRE SAMENSTELLING MARIENE ZAVEL 2010	78

Samenvatting

Met het verbieden van grondontsmettingsmiddelen is het voor veel telers niet mogelijk moeilijke besmettingsituaties met bodemziekten te saneren. Alternatieve, milieuvriendelijke methoden zijn daarom gewenst. Biologische Grond Ontsmetting (BGO) is een mogelijk alternatief. BGO is gebaseerd op het principe dat bij zuurstofloze vertering van grote hoeveelheden vers organisch materiaal afbraakproducten ontstaan, die voor de meeste bodemplagen en bodempathogenen dodelijk zijn. Bovendien wordt verondersteld dat ook het gebrek aan zuurstof lethaal is voor schadelijke organismen. BGO met gras wordt al toegepast in de praktijk maar de exacte werking is onbegrepen.

Centrale doelstelling van dit project was het verkrijgen van **inzicht in het werkingsmechanisme van BGO**. Met kennis over het werkingsmechanisme kan de werking van BGO onder verschillende omstandigheden worden verbeterd en kan de tijdsduur voor toepassing van BGO mogelijk worden verkort. Er zijn twee processen onderzocht; anaërobie door het inwerken van organische stof en afdichting met folie (BGO) en anaërobie door met water verzadigde grond maar zonder ingewerkte organische stof (Inundatie). Daarnaast is het effect van afdichting van grond onderzocht zonder extra toegevoegde organische massa.

In opdracht van EL&I heeft PPO-AGV, in samenwerking met PRI en WUR-Glastuinbouw, onder geconditioneerde omstandigheden proeven gedaan in emmers met grond waarin diverse bewerkte organische producten waarvan verschillende doseringen zijn ingewerkt en na 2, 4 en 8 weken behandelingstijd zijn beoordeeld. De producten waren onder andere onderscheidend in C:N verhouding. Uit de literatuur is bekend dat voor effectieve BGO een C:N ratio van 10 of lager gewenst is. Twee organische producten hadden een C:N verhouding van > 200. De resultaten zijn vergeleken met gras voor wat betreft effectiviteit en de productie van gassen en eenmalig zijn ook de geproduceerde vetzuren gemeten. Het effect van inundatie en het afdekken van grond, beide zonder organisch product, is ook onderzocht op al deze aspecten. Het onderzoek is uitgevoerd met twee grondsoorten; dekzand en lichte mariene zavel. Doelorganismen waren adulten en juvenielen van het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans*, eipakketten van het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*, cysten van het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida* en microsclerotia van de verwelkingsschimmel *Verticillium dahliae*, die kunstmatig aan de grond zijn toegevoegd.

Conclusies:

- Lage O₂ gehalten in de grond met 6% organische stof in emmers met een deksel, maar zonder toevoeging van een organisch product, bleken al een dodend effect te hebben op de doelorganismen.
- In deze proeven was de praktijkdosering van 40 ton/ha gras minder effectief dan de gedefinieerde, organische producten.
- Alle gedefinieerde, organische producten waren zeer effectief bij 16°C tegen alle doelorganismen bij bepaalde doseringen en behandelingstijden. De extremen waren *P. penetrans*, die al bij lage doseringen en korte behandelingstijden werd uitgeschakeld terwijl de microsclerotia van *V. dahliae* pas bij hoge doseringen en lange behandelingstijden werden gedood. Ook de grondkarakteristieken hadden invloed op de effectiviteit. De hoogste effectiviteit tegen *P. penetrans* van alle gedefinieerde organische producten was > 90% , ongeacht de grondsoort. Dit resultaat is ook behaald tegen *G. pallida* in zandgrond. In de mariene zavelgrond kon met alle producten een dodend effect van > 80% worden behaald.
- De twee organische producten met een C:N verhouding van > 200 waren beide even effectief als de andere organische producten met een C:N ratio van ≤ 10 .
- Inundatie was effectief bij 16°C tegen *P. penetrans* en *G. pallida* bij voldoende behandelingstijd.
- Een grondtemperatuur van 8°C was onder bepaalde condities niet effectief. Een lage bodemtemperatuur in combinatie met een laag organisch stof gehalte lijken ongunstig te zijn voor een optimale omzetting van product H 7022. De benodigde tijdsduur voor effectiviteit in

emmerproeven is mogelijk verschillend van de veldsituatie; daarom zijn veldproeven nodig om resultaten te valideren.

- De productie van de gassen CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 en N_2O en de consumptie van O_2 en ook de productie van vetzuren tijdens het omzettingproces van BGO bleek afhankelijk van grondsoort, organisch product, dosering, behandelingstijd en temperatuur. H_2S bleek het meest verklarend voor de effectiviteit tegen de doelorganismen, daarnaast was ammoniak vaak een goede tweede. Op basis van deze proeven lijken H_2S en NH_3 indicatoren te kunnen zijn voor een goed verlopend proces.
- CH_4 en N_2O lijken niet relevant voor effectiviteit, de rol van CO_2 is onduidelijk. Anaerobie ($\text{O}_2 < 1\%$) lijkt belangrijk voor effectiviteit tegen *P. penetrans*. Wanneer we spreken over anaerobie dan zijn in werkelijkheid de O_2 -waarden $< 1\%$ maar nooit $0,0\%$. Het is daarom correcter om over zuurstofarme omstandigheden te spreken.
- Voor het effect op het milieu zijn de klimaatgassen CH_4 en N_2O van belang. In beide proefjaren is in zandgrond in de eerste week van BGO met 4 RE H 7022 er onder de deksel circa 5000 ppm N_2O geproduceerd dat in de tweede week terugliep naar < 100 ppm. Bij de praktijkdosering van gras was de productie en het verloop in zandgrond vergelijkbaar. In zavelgrond met 4 RE H 7022 was de N_2O productie constant < 100 ppm. Bij de praktijkdosering van gras was de productie in de eerste week maximaal 1400 ppm N_2O in zavelgrond en in de tweede en volgende weken < 100 ppm. In alle gevallen was de N_2O productie na het openen van de emmers < 100 ppm.
- De productie van CH_4 bleek bij 4 RE H 7022 in de mariene zavelgrond met 6% organische stof op te lopen naar circa 66000 ppm na 8 weken. In deze zavelgrond was de productie bij gras maximaal circa 1000 ppm, gemeten in de eerste week. In de mariene zavelgrond met 1% organische stof is geen CH_4 geproduceerd. In zandgrond met 3% organische stof is 15000-20000 ppm geproduceerd met 4 RE H 7022 in de eerste week en vervolgens < 1000 ppm. Bij de praktijkdosering van gras was de productie in de eerste week maximaal 10000 ppm CH_4 in zandgrond en in de tweede en volgende weken < 100 ppm. Het lijkt erop dat in de organische stof in de mariene zavelgrond volop biologische activiteit aanwezig is geweest. Afhankelijk van het type organische stof en de grondsoort zal bij bepaalde doseringen van het ingewerkte product CH_4 kunnen worden geproduceerd. In de veldsituatie zal CH_4 gemeten kunnen worden aan het einde van de toepassingsperiode wanneer de folie wordt verwijderd. Aan de hand van berekeningen zal kunnen worden vastgesteld of de gemeten hoeveelheid een milieukundig probleem vormt.
- In dit project is het effect van de organische producten op de bemestingssituatie van de grond en daarmee op de mineralenbalans niet onderzocht. Voor veldtoepassingen verdient dit aspect echter de aandacht.

De doelstelling van dit project is opgesplitst naar drie aspecten:

- 1 Werkingsmechanisme vaststellen; welke afbraakproducten worden gevormd tijdens het fermentatieproces en welke daarvan zijn relevant voor de werking tegen schadelijke organismen.

Resultaat: tijdens het fermentatieproces worden de gassen CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 en N_2O geproduceerd en O_2 geconsumeerd. H_2S bleek het meest verklarend voor de effectiviteit tegen de doelorganismen, ammoniak was een goede tweede. Eenmalig zijn ook vetzuren gemeten waaronder propionzuur, (iso)boterzuur, (iso)valeriaanzuur en azijnzuur, die volgens de literatuur nematocide werking kunnen hebben.

- 2 Potentiële organisch producten selecteren op effectiviteit; hoe specifiek of generiek is de doding tegen diverse soorten schadelijke nematoden en schimmels.

Resultaat: Alle gedefinieerde, organische producten waren effectiever dan gras en zeer effectief tegen alle doelorganismen bij bepaalde doseringen en behandelingstijden. De extremen waren *P. penetrans*, die al bij lage doseringen en korte behandelingstijden werd uitgeschakeld terwijl de microsclerotia van *V. dahliae* pas bij hoge doseringen en lange behandelingstijden werden gedood. De hoogste effectiviteit tegen *P. penetrans* van alle gedefinieerde organische producten was $> 90\%$. Dit resultaat is ook behaald tegen *G. pallida* in zandgrond. In de mariene zavelgrond kon met alle producten een dodend effect van $> 80\%$ worden behaald. De twee organische producten met een C:N verhouding van > 200 waren beide even effectief als de andere

organische producten met een C:N ratio van ≤ 10 . Op basis van deze resultaten is geen selectie te maken tussen de producten. Voor het onderzoek van 2010 is de selectie gevallen op product H 7022 omdat dit product als enige in korrelvorm, gedroogd op drager, wordt geleverd en daarmee goed te verdelen is door de grond.

3 op basis van het werkingsmechanisme de randvoorwaarden vaststellen voor een goed ontsmettingsresultaat, bijvoorbeeld: invloed van bodemtemperatuur, vochtgehalte van de grond, grondsoort, pH, organische stof.

Resultaat: De productie van de gassen CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 en N_2O en de consumptie van O_2 en ook de productie van vetzuren tijdens het omzettingsproces van BGO bleek afhankelijk van grondsoort, organisch product, dosering, behandelingstijd en temperatuur. Alle gedefinieerde, organische producten waren zeer effectief bij $16^\circ C$ tegen alle doelorganismen bij bepaalde doseringen en behandelingstijden. Een grondtemperatuur van $8^\circ C$ was onder bepaalde condities niet effectief. Ook hadden de grondkarakteristieken invloed op de effectiviteit. Overall waren de resultaten in zandgrond beter dan in zavelgrond. In vervolgonderzoek zal op deze factoren worden ingezoomd waarna een protocol kan worden opgesteld voor effectieve toepassing van BGO.

De conclusie uit dit project is dat de eerste stap in het ontrafelen van het werkingsmechanisme van BGO al heeft aangetoond dat er verschillende bepalende parameters zijn voor de effectiviteit. Als ook tijdens het hele proces vetzuren kunnen worden gemeten dan kan in de volgende fase de productie van gassen en vetzuren worden gecorreleerd met de gevormde toxische stoffen.

Het effect op nuttige bodemorganismen moet ook worden onderzocht. De kennis omtrent het totale proces van BGO kan leiden tot een betrouwbare, effectieve en snelle methode van grondontsmetting die voor telers betaalbaar is en minimaal effect heeft op het bodemleven en het milieu.

Dankzij de resultaten uit dit project kunnen we nu aan de slag met diverse partners uit bedrijfsleven en onderzoek om BGO voor alle telers in de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en tuinbouw in Nederland tot een succes te maken.

Summary

With increasing worldwide restrictions for soil fumigants in general and the withdrawal of methyl bromide from the market in particular, growers lose an important tool to control soilborne pests and pathogens. Environmentally friendly alternatives are urgently needed and anaerobic soil disinfestation (ASD) may be one of them. ASD is based on the principle that decomposition of organic material under anaerobic conditions results in toxic compounds for soil organisms like gases and volatile fatty acids. Moreover the lack of oxygen is regarded as lethal for some harmful soilborne organisms. Traditional ASD with fresh grass is already applied on nurseries but the mode of action is unknown. Research focussed on understanding the mode of action. This should lead to a reliable, improved efficacy under varying soil conditions with minimal impact on beneficial soil organisms and environment.

Under controlled conditions trials were performed in containers with soil, in which several processed defined organic products were incorporated and compared with fresh grass for efficacy and production of gases and one-time fatty acids. The effect of inundation of soil and sealing the soil, both without organic matter, was also tested. Two soil types were studied; glacial sand and light marine clay. Target organisms were adults and juveniles of *Pratylenchus penetrans*, egg masses of *Meloidogyne hapla*, cysts of *Globodera pallida* and microsclerotia of *Verticillium dahliae*, which were applied artificially in the soil.

Results indicated that, regarding efficacy, incorporation of grass (traditional ASD) was less effective than incorporation of defined organic products. These defined products proved to be effective at 16°C against all target organisms at specified dosages and exposure times. The extremes were *P. penetrans* which was eliminated already at low dosages and short exposure times whereas for eradication of microsclerotia from *V. dahliae* high dosages and long exposure times were required. Soil characteristics affected efficacy as well.

Inundation at 16°C proved to be effective against *P. penetrans* and *G. pallida* in both soil types at sufficient exposure times. A soil temperature of 8°C was ineffective in some conditions.

Gas production of CO₂, NH₃, H₂S, CH₄ and N₂O and gas consumption of O₂ and production of fatty acids during ASD proved to depend on organic matter type, soil type, temperature, dosage and exposure time.

The conclusion is that this first step in unravelling the mode of action has already shown several critical parameters for efficacy. Missing links are fatty acids measurements throughout the ASD process in order to be able to correlate toxic compounds with efficacy against harmful organisms. Also the effect on beneficial organisms should be studied. Knowledge about the complete process of ASD may lead to a reliable, effective and quick ASD method, which is affordable for growers, with least impact on environment and soil micro-organisms.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Met het verbieden van grondontsmettingsmiddelen en de regulering van het nog toegelaten Monam is het voor veel telers niet mogelijk moeilijke besmettingssituaties met bodemziekten te saneren. Ook herhaaldelijk ontsmetten van de grond met behulp van stoom in kasteelten komt vanuit diverse optieken steeds meer onder vuur te liggen. Voor biologische telers onder glas past stomen niet bij hun filosofie en voor de gangbare glastelers geldt het argument dat stomen een enorm aandeel heeft in het energieverbruik en het resultaat op de langere termijn niet altijd optimaal te noemen is. Alternatieve, milieuvriendelijke methoden zijn daarom gewenst. Biologische Grond Ontsmetting (BGO) is een mogelijk alternatief. BGO is gebaseerd op het principe dat bij zuurstofloze vertering van grote hoeveelheden vers organisch materiaal afbraakproducten ontstaan, die voor de meeste bodemplagen en bodempathogenen dodelijk zijn. Bovendien wordt verondersteld dat ook het gebrek aan zuurstof lethaal is voor schadelijke organismen. BGO met gras wordt al toegepast in de praktijk maar de exacte werking is onbegrepen en de ontsmettingsresultaten zijn soms onvoldoende.

Om de afhankelijkheid van chemische grondontsmetting te verminderen en in situaties waar geen alternatieven beschikbaar zijn, kan een verder ontwikkelde vorm van BGO een oplossing zijn.

Wanneer het mechanisme begrepen wordt, kan de methode gericht worden doorontwikkeld en onderbouwd worden ingezet.

1.2 Doelgroep en kennisbehoefte

Rond de eeuwwisseling is in proeven de effectiviteit van BGO onderzocht (Blok et al. 2000), Sinds 2004 wordt BGO in de praktijk toegepast, maar beperkt de toepassing van BGO zich tot de asperge- en aardbeisector. In 2007 heeft PPO-AGV in opdracht van het Productschap Akkerbouw in het kader van het Actieplan Aaltjesbeheersing een studie uitgevoerd naar perspectieven voor biologische grondontsmetting voor de akkerbouw (Molendijk e.a., 2008). In het eindrapport is geconstateerd dat er voor diverse akkerbouwgewassen zeker perspectief is, maar zijn onderzoeksvragen rond de volgende thema's gedefinieerd om de verbreding van BGO op gang te brengen:

- Werkingsmechanisme
- Type organische massa
- Afdichten van de grond na inwerken van de organische massa
- Toepassingsperiode
- Effectiviteit
- Ziektewering

Al deze onderwerpen zijn samengebracht in een plan van aanpak, waarbij potentiële financiers zijn benoemd. Voor beantwoording van de wetenschappelijke kennisvraag "Wat is exact het werkingsmechanisme" is het toenmalige ministerie van LNV (ministerie van EL&I) benaderd, wat resulteerde in het huidige project. Voor meer praktische kennisvragen worden/zijn productschappen en bedrijfsleven benaderd.

Gelijktijdig is vanuit het programma Innovatieve Biologische sectoren gestart met het bepalen van de mogelijkheden van BGO als ontsmettingsmethode bij de biologische glasgroenteteelten. Met als doel het bepalen van effectieve strategieën en een protocol voor de beheersing van de bodemgebonden ziekten en plagen met BGO in de teelt van bio-vruchtgroenten, waarbij ook voor en na de toepassing van de BGO handvatten worden gegeven over de benodigde dosering en frequentie bij herhaalde toepassing van de methode.

Centrale doelstelling van de projecten is het verkrijgen van **inzicht in het werkingsmechanisme van BGO**. Met kennis over het werkingsmechanisme kan de werking van BGO onder verschillende omstandigheden worden verbeterd en kan de tijdsduur voor toepassing van BGO worden verkort.

Deze doelstelling kan worden opgesplitst naar drie aspecten:

- 4 Werkingsmechanisme vaststellen; welke afbraakproducten worden gevormd tijdens het fermentatieproces en welke daarvan zijn relevant voor de werking tegen schadelijke organismen.
- 5 Potentiële organisch producten selecteren op effectiviteit ; hoe specifiek of generiek is de doding tegen diverse soorten schadelijke nematoden en schimmels.
- 6 op basis van het werkingsmechanisme de randvoorwaarden vaststellen voor een goed ontsmettingsresultaat, bijvoorbeeld: invloed van bodemtemperatuur, vochtgehalte van de grond, grondsoort, pH, organische stof.

De centrale kennisvraag is wat **het werkingsmechanisme** is achter biologische grondontsmetting (BGO). Het is niet bekend welke rol de zuurstofloosheid op zich speelt en wat het belang is van de omzettingen die tijdens de zuurstofloze vertering van een gewas ontstaan. In de periode van 2000-2007 zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar de effectiviteit van BGO. De effectiviteit tegen wortelknobbelaaltjes, aardappelcysteaaltjes en wortelgallen was goed tot zeer goed. De effecten tegen *Verticillium dahliae* en *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi* (Foa) waren wisselend. Maar ondanks een restbesmetting van Foa bleek de productie van asperges jarenlang hoger te zijn dan onbehandeld. Ook was er een positief effect tegen *Rhizoctonia solani*. Bepaalde wortelknobbelaaltjes werden goed bestreden maar zaadknobbelaaltjes niet (Lamers et al., 2010). Verder zijn in de afgelopen jaren verbeteringen uitgevoerd met de folie. Kuilfolie is vervangen door Hytbarrier folie dat minder permeabel is voor gassen. Ook is het handmatig leggen van folie inmiddels vervangen door machinaal folieleggen en verlijmen. Het optimaliseren van de hoeveelheden vers organisch materiaal en de manier van inwerken zijn in deze periode ook verbeterd. Een tijdsduur van zes weken afdichting met folie in de (na)zomer bleek nodig voor voldoende effectiviteit.

In alle onderzoeken is slechts vastgesteld dat er een bestrijdend effect was of gedeeltelijk of niet (trial and error) maar dat kon niet gerelateerd worden aan de processen die zich in de grond afspeelden. Door het ontbreken van kennis over het werkingsmechanisme kon en kan daarom niet worden verklaard waarom de resultaten met BGO meestal aanzienlijk beter zijn dan chemische grondontsmetting, maar soms ook slechter. Daarom stagneert de doorontwikkeling van BGO. BGO heeft duidelijk de potentie om een meer dan voldoende alternatief te zijn voor chemische ontsmetting met Monam. Vanwege de beperkte toepassingsmogelijkheid van Monam, om de vijf jaar en alleen op de lichtere gronden, is er dringend behoefte aan een betrouwbaar alternatief dat effectiever is en op bredere schaal, liefst op alle grondsoorten, kan worden toegepast. De resultaten tot nu toe met BGO laten een betere effectiviteit dan met Monam zien. In hoeverre geavanceerde BGO op alle grondsoorten kan worden toegepast is aspect van onderzoek in dit project.

Hieraan gekoppeld is de vraag of de effectiviteit van BGO verbeterd en versneld kan worden. Dit lijkt mogelijk te zijn met een recent door projectpartner Tournis Dynamic Innovations (TDI) ontwikkeld product. De dochteronderneming Thatchtec B.V. ontwikkelde een methode waarbij **organische producten van gedefinieerde plantaardige oorsprong** in de grond worden gewerkt in plaats van gewassen met ongedefinieerde samenstelling. Deze voor de praktijk aantrekkelijke methode heeft in oriënterende proeven met enkele organisch producten laten zien dat de benodigde tijdsduur van BGO van 6 weken naar 2 weken kan worden teruggebracht met behoud van effectiviteit. In het huidige project zijn daarom diverse organisch producten onderzocht die o.a. onderscheidend zijn in C:N ratio. In een literatuuroverzicht van Akhtar & Malik (2000) zijn o.a. de factoren beschreven die invloed hebben op antagonistische interacties in de grond en de ontwikkeling van nematoden. De effectiviteit van organische toevoegingen voor nematoden onderdrukking hangt namelijk af van de hoeveelheid organische massa, de C:N ratio en de tijd die nodig is voor vertering. Wanneer de C:N ratio groter is dan 20:1 dan zal N tijdelijk worden vastgelegd door micro-organismen en is deze N niet beschikbaar voor plantengroei. Wanneer de C:N ratio kleiner is dan 20:1, dan zal N worden gemineraliseerd in de vorm van NH_4^+ of NO_3^- en is beschikbaar voor plantengroei (Jones, 1982). Miller e.a. (1968) concludeerden dat naarmate meer N beschikbaar is de nematodenbestrijding toeneemt. Mian en Rodriguez-Kabana (1982) stellen dat nematodenbeheersing recht evenredig is met het N gehalte en omgekeerd evenredig aan de C:N ratio.

Bailey en Lazarovits (2000) beschrijven ook diverse literatuurbronnen waarin het vrijkomen van ammoniak uit hoog N- organische massa leidt tot doding van pathogenen. Dit verklaart waarom organische massa met

een lage C:N ratio van <10 plantenziekten kan onderdrukken. Bronnen met een hoog stikstofgehalte zijn o.a. beendermeel, bloedmeel, verenmeel, sojameel, kippenmest.

1.3 Doelstelling project

Vaststellen van het werkingsmechanisme van Biologische Grond Ontsmetting (BGO) met behulp van gedefinieerde organisch producten (geavanceerde BGO).

Vaststellen onder welke randvoorwaarden BGO effectief is tegen schadelijke organismen, met inachtneming van voor de praktijk financieel haalbare oplossingen.

Doel is tevens om een protocol te kunnen opstellen voor effectieve toepassing van BGO op basis van grondkarakteristieken.

1.4 Literatuur en focus project “Doorontwikkelen BGO”

In 2010 is een literatuuroverzicht verschenen over de mogelijke werkingsmechanismen van nematodenbestrijding door inwerken van organisch materiaal in grond (Oka 2010). Hieronder wordt een samenvatting gegeven van dit artikel en de link met het project “Doorontwikkelen BGO”. Er worden vijf werkingsmechanismen onderscheiden:

1. Uitscheiding van nematicide extracten uit ingewerkte organische massa; fytochemicaliën.
2. Vorming van nematicide stoffen door afbraak organisch materiaal
3. Stimulatie van antagonistische micro-organismen.
4. Toename in tolerantie/resistentie van planten.
5. Fysische veranderingen in de grond.

Ad 1. Uitscheiding van nematicide extracten uit ingewerkte organische massa; fytochemicaliën.

Planten die fytochemicaliën uitscheiden die een pesticide werking hebben zijn bijvoorbeeld Neem (*Azadirachta indica*), *Asteraceae* zoals *Tagetes*, *Crotalaria*. Nematicide werking is vastgesteld in extracten van deze planten (Neem) of in de wortels van de planten tijdens de teelt (*Tagetes*) of door het inwerken van planten (*Tagetes*, *Crotalaria*). De werking berust voornamelijk op toxische producten zoals limonoiden, ammoniakgas, niet-vluchtige zuren en essentiële oliën. Het onderdeel fytochemicaliën is in dit project niet nader onderzocht.

Ad 2. Nematicide stoffen die ontstaan tijdens de afbraak van organisch materiaal dat in de grond is ingewerkt.

Het organische materiaal kan zowel uit plantaardige (groenbemesters) als dierlijke (diverse soorten mest) producten bestaan. Brassica-achtige planten bevatten glucosinolaten die na inwerking in de grond worden omgezet in isothiocyanaat (ITC) met breedwerkende pesticide activiteit. Deze stof is te vergelijken met MITC dat de actieve stof is in Monam en Dazomet. In diverse studies (Potter e.a., 1998, McLeod & Steele, 1999) is echter gebleken dat de nematodenbestrijding niet gecorreleerd is aan het gehalte aan glucosinolaat in planten. Zwavelhoudende stoffen en biologische en fysiologische factoren kunnen ook een rol spelen. De effectiviteit van biofumigatie lijkt volgens de auteurs op zandgrond met laag organisch stof gehalte het beste, maar is nog niet goed bestudeerd.

Verbetering van de effectiviteit kan worden verkregen door de toepassing van folie om het ontsnappen van vluchtige nematicide verbindingen vanuit de grond tegen te gaan. Ook een hogere grondtemperatuur verhoogt de effectiviteit. Sublethale temperaturen verhogen mogelijk de gevoeligheid van nematoden voor toxische verbindingen of voor antagonisten.

In met vocht verzadigde grond onder zuurstofloze omstandigheden worden door micro-organismen zoals *Clostridium butyricum* **organische korte-keten vetzuren** gevormd zoals azijnzuur, boterzuur, mierenzuur en propionzuur mits er voldoende koolstof (C) aanwezig is. Deze vetzuren hebben een nematicide werking en zijn uitvoerig bestudeerd. De vorming van organische vetzuren wordt sterk beïnvloed door de bodemkarakteristieken zoals O₂ concentratie, redox potentiaal, pH, microbiële activiteit en

grondtemperatuur. Verhogen van de grondtemperatuur resulteert in een toename van microbiële activiteit waardoor het omzettingsproces wordt versneld.

Alleen niet geïoniseerde vormen van organische zuren kunnen de celmembranen van nematoden passeren. Verlagen van de pH verhoogt het percentage van deze zuren en daarmee de nematicide werking doordat de microbiële activiteit afneemt en daarmee de stabiliteit van de vetzuren toeneemt. Daarom werkt anaerobe grondontsmetting volgens de auteur beter in zure dan in meer basische gronden.

De effectiviteit van anaerobe grondontsmetting wordt beschouwd als een gezamenlijk effect van lage grond-pH, verhoogde temperatuur, toxische verbindingen en microbiële activiteit in de grond.

Vanuit dierlijke mest worden ook andere vetzuren geproduceerd zoals capronzuur en iso-valeriaanzuur.

Het stikstof (N) gehalte in organisch materiaal heeft een positieve invloed op de bestrijding van nematoden.

N-verbindingen zoals **ammoniakgas (NH₃)** komen vrij uit verbindingen met een lage C/N ratio in de grond.

Het biocide werkingsmechanisme is nog niet duidelijk. Teveel ammoniak vanuit het ingewerkte organische materiaal kan fytotoxiciteit geven in het volgend gewas.

Andere toxische gassen die ontstaan zijn onder ander zwavelhoudende gassen zoals **zwavelwaterstof (H₂S)**. Het effect van H₂S bleek omgekeerd evenredig met de totale nematodenpopulatie met uitzondering voor de insectenetende nematode *Caenorhabditis elegans*. Deze nematode nam toe in aanwezigheid van H₂S.

Onder anaerobe grondcondities kunnen ook CO₂, ethyleen, waterstof, methaan, organische zuren, alcoholen, dimethylsulfide en aldehyden accumuleren. Met uitzondering van de vetzuren is weinig bekend over nematicide werking van de overige omzettingsproducten.

Deze informatie, die in 2009 uit diverse bronnen al was verzameld, is als uitgangspunt genomen voor de keuzes van de objecten in het huidige project.

Ad 3. Stimulatie van antagonistische micro-organismen.

In veel studies zijn potentiële antagonisten voor schadelijke nematoden geïsoleerd uit gronden waarin organische massa was ingewerkt maar hun specifieke rol is meestal niet duidelijk. Ook niet-antagonistische organismen kunnen indirect schadelijke nematoden onderdrukken. Bijvoorbeeld schimmelers (*Aphelenchus avenae*), kunnen toenemen door het inwerken van organische massa in de grond. Hoewel deze nematoden geen antagonisten zijn voor schadelijke nematoden bleken ze infectie van planten met *Meloidogyne incognita* te reduceren, waarschijnlijk door competitie om de ecologische niche (biotoop waarbinnen soorten kunnen bestaan) (Ishibashi and Choi, 1991). Dit onderdeel is niet nader onderzocht.

Ad 4. Toename in tolerantie/resistentie van planten

Geïnduceerde resistentie in planten door toevoeging van organische stof aan de grond kan op twee manieren tot stand komen; enerzijds door specifieke micro-organismen die mogelijk nematicide stoffen produceren en anderzijds door blootstelling aan natuurlijk stoffen die de plantweerstand verhogen tegen schadelijke organismen. Het exacte werkingsmechanisme van beide processen is nog niet duidelijk. Dit onderdeel is niet nader bekeken in dit project.

Ad 5. Fysische veranderingen in de grond.

Veranderingen in de grond door het inwerken van organische massa kan de eigenschappen van de grond veranderen en daardoor een effect hebben op het gedrag van nematoden (loking, verspreiding, overleving). Te denken valt aan:

- pH

De gevoeligheid voor de pH van de grond kan variëren tussen diverse nematoden groepen. Sommige groepen zijn gevoelig voor extreme waarden en andere veel minder.

- EC

Toevoeging van organische massa beïnvloedt ook de zoutconcentratie en geleidingsvermogen van het water in de grond waarin de nematoden zich bevinden. In het algemeen tolereren nematoden een hoge osmotische druk. Maar in extreme situaties na toevoeging van dierlijke mest of sucrose aan grondextracten kan een hoge EC wel leiden tot doding van nematoden. Ook is een indirect effect van hogere osmotische druk waargenomen bij een nematode die in leidingwater minder gevoelig was voor een pathogene schimmel dan bij hoge osmotische druk.

- CO₂, O₂ en redoxpotentiaal

Na toevoeging van organische massa aan de grond en afdekking met folie stijgt de CO₂-concentratie en daalt het zuurstofgehalte door activiteit van micro-organismen. De meeste nematoden in de grond kunnen zulke omstandigheden tolereren en reduceren hun oxidatieve metabolisme en schakelen over naar een facultatief anaerobe stofwisseling. Toch zijn dergelijke omstandigheden ongunstig voor het natuurlijke gedrag van nematoden. Door de lage redoxpotentiaal ontstaan verschillende toxische stoffen zoals organische zuren en aldehyden die schadelijke organismen kunnen doden. Het directe effect van een laag O₂-gehalte of een hoge CO₂ concentratie en een lage redoxpotentiaal bleek nog onbekend.

- Structuur

De structuur van de grond wordt verondersteld ook van invloed te zijn op het gedrag van nematoden en hun verspreiding door de grond. Verandering van poriegrootte van de gronddeeltjes beïnvloedt het gedrag van de nematode. Door toevoeging van organische massa kan aggregatie van gronddeeltjes ontstaan waardoor de poriegrootte toeneemt en daarmee mogelijk predatie van nematoden door natuurlijke vijanden. Kleinere poriegroottes kunnen de bewegingsmogelijkheden van nematoden belemmeren.

Het overzicht van Oka had betrekking op de effectiviteit van BGO ten aanzien van nematoden. In Canada is door Lazarovits zeer veel onderzoek gedaan naar het werkingsmechanisme en de effectiviteit van ingewerkte organische massa op de overleving van de schadelijke vaatschimmel *Verticillium dahliae*. Hij vermeldt dat NH₃ en salpeterigzuur (HNO₂) uit vlees en beendermeel in zure (pH 5.4-5.5) zavelgrond microsclerotiën van *V. dahliae* konden doden. Bij hoge dosering was NH₃ verantwoordelijk voor de doding en bij lagere doseringen ontstond doding wanneer HNO₂ toenam. In basische grond met pH 8 overleefde *V. dahliae* omdat beide stoffen niet accumuleerden. De geïoniseerde tegenhangers ammonium (NH₄⁺) en nitriet (NO₂⁻) zijn niet toxisch voor *V. dahliae* (Tenuta & Lazarovits, 2002).

Op basis van de beschikbare literatuur is besloten om in dit project twee grondsoorten met verschillende pH-waarden te onderzoeken.

Alle genoemde mogelijke fysische veranderingen in de grond ten gevolge van het inwerken van organische massa zijn in dit project gemeten.

2 Materiaal en methoden

2.1 Organische producten/Behandelingen/Coderingen

In 2009 zijn acht verschillende definieerde organische producten van Thatchtec B.V. vergeleken met gras en inundatie. Deze producten zijn geselecteerd op basis van verschillen in C/N verhouding en aanwezigheid van zwavel en/of mineralen. De producten zijn allemaal van organische oorsprong en zijn bij- of restproducten uit de landbouw/voedselverwerkende industrie. Ze zijn onder code opgenomen in de proeven en in dit verslag. De producten worden Herbie (H) genoemd met daarachter een nummer dat uniek is voor een bepaald gedefinieerd organisch product. Aansluitend staat achter het nummer een letter die aangeeft wat voor formulering het is; brij (B), vloeibaar (V), slurry (S), granulaat (G) of poeder (P). Als referent diende gras (H 1010) omdat dit als organisch product in de praktijk wordt gebruikt (foto 1).



Foto 1 Grond met gras als organisch product

In de proeven van 2009 en 2010 zijn aan alle behandelingen letters gekoppeld die staan voor een bepaald product of behandeling. De tweede letter van de code staat voor de grondsoort; E en V in 2009 en L en V in 2010. In onderstaande tabel staan de coderingen voor de behandelingen en grondsoorten.

De producten zijn toegediend in 3 doseringen Ruw Eiwit (RE) per liter grond; 2, 4 en 6 gram per liter ruw eiwit in 2009. Deze reeks is gekozen omdat volgens onderzoek en uit eerste praktijkervaringen van Thatchtec BV is gebleken, dat een dosering van 2-4 gram ruw eiwit per liter grond effectief was tegen *Verticillium dahliae* en *Meloidogyne hapla* besmettingen. Ter vergelijking: gras is in het onderzoek toegepast met de praktijkdosering van 40 ton per ha per 40 cm inwerken, wat overeenkomt met (bij een aanname van 3,5% ruw eiwit in gras) 0,35 gram RE per liter grond.

In 2010 is een dosering van 4 RE toegepast van product F (H7022 G) omdat dit product in de praktijk al wordt toegepast en de dosering van 2 RE in 2009 niet altijd voldoende effectief was tegen alle doelorganismen en we betrouwbare verschillen tussen de objecten wilden. Omdat gras in 2009 onvoldoende resultaat scoorde is dit product in 2010 niet meer onderzocht.

In onderstaande tabellen is informatie opgenomen over de toegepaste producten.

Tabel 2.1.a Coderingen organische producten en objecten

Organische product	Codering product/grond	Jaar 2009	Jaar 2010
H 7011 P (poeder)	A*E**	X	
H 7011 P	AV	X	
H 7010 P	BE	X	
H 7010 P	BV	X	
H 7012 S (slurry)	CE	X	
H 7012 S	CV	X	
H 7020 V (vloeistof)	DE	X	
H 7020 V	DV	X	
H 7030 B (brij)	EE	X	
H 7030 B	EV	X	
H 7022 G (granulaat)	FE	X	X (FL ***)
H 7022 G	FV	X	X
H 7060 P	GE	X	
H 7060 P	GV	X	
H 7090 P	HE	X	
H 7090 P	HV	X	
onb+deksel	IE	X	X (IL)
onb+deksel	IV	X	X
onb-deksel	JE	X	X (JL)
onb-deksel	JV	X	X
Gras, H 1010	KE	X	
Gras, H 1010	KV	X	
inundatie+deksel	LE	X	
inundatie+deksel	LV	X	
H 7011 P	AE	X	
H 7011 P	AV	X	
H 7010 P	BE	X	
H 7010 P	BV	X	
H 7012 S	CE	X	
H 7012 S	CV	X	

*Productcodering A t/m L

** grondcodes: E = Ens 2009, mariene zavel, V = Vredepeel, dekzand

*** grondcode: L = Lelystad 2010, mariene zavel

Tabel 2.1.b Doseringoverzicht organische producten proef 2009

PPO/Thatchtec onderzoek Juli 2009													
H Meints 2 juni 2009													
Doseringoverzicht 8 liter emmer proef													
Code	Drogestof Gemiddeld gr ds / kg	Ruw eiwit gehalten per			Te doseren RE per liter grond			Gram product toegevoegd per emmer			Gram toegevoegd water per emmer		
		kg ds (gram)	kg product (gram)	%	2	4	6	van : 2	8	liter 6	Gram R.E./ liter grond		
				berekende hoeveelheden			voor ... gram RE per liter grond						
				gram product per liter grond:									
H 1010 (gras)	180	193	35	3.5	57.1	114.3	171.4	457 (80) *	914 (160)	1371 (240)	375 (66)	750 (131)	1125 (197)
H 7011 P	900	856	770	77.0	2.6	5.2	7.8	20.8	41.6	62.3	2.1	4.2	6.2
H 7012 S	270	420	113	11.3	17.6	35.3	52.9	141.1	282.2	423.3	103.0	206.0	309.0
H 7020 V	577	344	198	19.8	10.1	20.2	30.2	80.6	161.2	241.8	34.1	68.2	102.3
H 7022 P	930	219	204	20.4	9.8	19.6	29.4	78.4	156.9	235.3	5.5	11.0	16.5
H 7030 B	159	81	13	1.3	20.0	40.0	60.0	160.0	320.0	480.0	134.6	269.1	403.7
H 7060 P	840	4	3	0.3	20.0	40.0	60.0	160.0	320.0	480.0	25.6	51.2	76.8
H 7090 P	900	210	210	21.0	9.5	19.0	28.6	76.2	152.4	228.6	7.6	15.2	22.9
H 7010 P	910	800	728	72.8	3	5	8	22	44	66	2	4	6

(...)* = afwijkend toegepaste dosering bij gras respectievelijk 0,35; 0,7 en 1,05 RE per liter grond.

Tabel 2.1.c C:N:P:S ratio en aanvullende info organische producten

PPO/Thatchtec onderzoek Juli 2009													
	Atoomverhouding				ratio C : N	Vorm	waterbindend vermogen	oplosbaar of snelwerkend	eiwit	hydrolyse nodig	Mineralen	Zwavel	gemineriseerd (nvt = niet van toep.)
	C	N	P	S									
H 1010	106	10	1	?	10	draden	niet	nee	opgesloten	ja	ja	nee	nee
H 7010 P	106	36	0	0,1?	3	poeder	veel	nee	gedroogd	nee	nee	ja	nvt
H 7011 P	106	32	1	0	3.3	poeder	niet	ja	gewonnen	nee	nee	nee	nvt
H 7012 S	106	20	1	?	5.4	brij	bepert	ja	gefermenteerd	nee	ja	ja	ja
H 7020 V	106	20	4	0,5?	5.4	vloeistof	bepert	ja	ingedikt	nee	ja	ja	ja
H 7022 P	106	10	2	0,5?	10	korrel	bepert	0.5	gedroogd op draager	gedeeltelijk	ja	ja	gedeeltelijk
H 7030 B	106	2	0	0	235.5	brij	veel	nee	ingedikt	ja	nee	nee	nvt
H 7060 P	106	0	0	0	> 1000	poeder	bepert	na 1 week	gedroogd	ja	nee	nee	nvt
H 7090 P	106	10	0	0	10	poeder	bepert	ja	gedroogd	nee	nee	ja	niet
voor groei micro-organismen vlg Thatchtec optimaal													
	160	20	1	0,5?									

Tabel 2.1.d Aanvoer organisch gebonden atomen van organische producten

Indicatie Aanvoer cijfers mineralen per substraat bij BGO.														
Welk deel wordt ingebouwd in het bodemleven?														
Gram R.E. / l grond	1.7													
Lagen van 10 cm	3	Product	Droge sto	R. Eiwit	Ruw N	R. Celstof	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S04	
Laagdikte	30	cm	Ton / ha	Ton / ha	Ton / ha	Ton / ha	Kg/ ha	Kg/ ha	Kg/ ha	Kg/ ha	Kg/ ha	Kg/ ha	Kg/ ha	Kg/ ha
Herbie	H 7011	plant	7.395	6.63	5.1	816	NB	2	15	3	48	2	11	NB
Herbie	H7020	plant	25.5	14.535	5.1	816	NB	13	163	93	2004	56	168	NB
Herbie	H7022	plant	22.95	21.3435	5.1	816	0.4	78	172	115	1423	NB	NB	NB
Herbie	H7025	plant	15.3	14.229	5.1	816	1.4076	21	115	NB	162	46	46	NB
Herbie	H7030	plant	420.75	69.36	5.1	816	12.75	105	69	69	972	33	84	NB
Graskuil 400N 2E sn		plant	53.55	23.97	5.1	816	NB	NB	96	NB	842	NB	NB	NB
Beuko eiwit		plant	45.9	7.803	5.1	816	0.2	1	51	NB	45	16	14	51
Maisweekwater	nieuw	plant	22.95	10.455	5.1	816	NB	11	339	124	574	44	NB	NB
Bloedmeel		dier	6.375	5.865	5.1	816	NB	4	11	2	15	24	20	NB
Kanenmeel	nieuw	dier	6.63	6.375	5.1	816	NB	42	43	6	44	45	NB	NB
Verenmeel		dier	6.7575	6.12	5.1	816	NB	29	15	3	6	5	8	NB
NB: Niet Bekend. Ook de getallen voor Herbie 7010, 7060 en 7090 zijn niet bekend														

De in de tabel gehanteerde getallen zijn op basis van literatuur gegevens. Van de ontbrekende getallen zijn geen opgaves van fabrikanten gevonden en in deze zijn onbekend gebleven.

2.2 Materialen, meetinstrumenten en grondsoorten

2.2.1 Materiaal en afmeting emmers

Emmers van polypropyleen zijn gebruikt voor de proeven in 2009 en 2010. In de testproef is gewerkt met drie inhoudsmaten; 3,1 - 11,2 - 33 liter.

In de beide definitieve proeven van 2009 en 2010 is gewerkt met een emmerinhoud van 11,2 liter waarin 8 liter grond is gebruikt voor de proeven.

Testproef emmermaat

Met beide grondsoorten bestemd voor de definitieve proeven van 2009 is vooraf een testproef gedaan om vast te stellen welke emmermaat het meest geschikt is voor de proeven. De emmerinhoud van de drie geteste emmers bedroeg 3,1 - 11,2 - en 33 liter waaraan respectievelijk 2, 8 en 20 liter grond was toegevoegd. De diameter van de emmers was respectievelijk 198 mm, 293 mm en 390 mm.

Deze emmers zijn vlg. 'balanced incomplete block design' verdeeld over vier tafels.

In deze proef is de werking van een handmeter voor gassen uitgetest (zie *gasmetingen*). Daartoe zijn slangetjes bevestigd vlak onder de rand van de deksel en boven de grondlaag.

Er zijn door middel van thermokoppels, verbonden met een datalogger, temperatuurmetingen gedaan in de mariene zavelgrond van de diverse emmermaten waaraan product H 7010 was toegevoegd. De thermokoppels zijn in het hart van de grondlaag geplaatst (zie *temperatuurregistratie*).

De redoxwaarde is bepaald in dezelfde emmers. De drie redoxmeters zijn halverwege de grondlaag in de emmers gestoken (zie *redoxmetingen*).

Naast gasmetingen en redoxmetingen is in deze proef tevens uitgetest of er vetzuren worden gevormd en of die zich gelijkmatig verdelen over de emmers. Op 9 plaatsen in de emmers; 3 horizontaal en 3 verticaal zijn de vetzuren bepaald (zie *vetzuurmetingen*). Na afloop van de testperiode van 3 weken zijn op 27 mei 6

emmers (2 grondsoorten, 2 producten en onbehandelde grond) met deksel naar Masterlab in Putten getransporteerd voor analyse op vetzuren. Op 9 juni zijn de analyses uitgevoerd. Deze proef is uitgevoerd in een cel bij PPO-AGV bij 16°C en een relatieve luchtvochtigheid van ongeveer 75%. De temperatuur in de cel en in de grond is geregistreerd gedurende de hele proefperiode van 5 mei tot en met 26 mei 2009.

De samenstelling van beide grondsoorten staat vermeld onder *grondsoorten 2009*.

Het droge stofgehalte van de dekzandgrond bedroeg 90% en het percentage vocht bedroeg 10%. Het maximale vochtgehalte van de dekzandgrond was 28,58%. Het versgewicht van 1 liter dekzand bedroeg 1052 gram.

De mariene zavel bevatte 78% droge stof en 22% vocht en het maximale vochtpercentage bedroeg 35,43%. Het versgewicht van 1 liter mariene zavel (6% organische stof) bedroeg 986 gram.

Er zijn twee organische producten getest: H 7022 en H 7010 in een dosering van 6 RE. Dit betekent 6 gram Ruw Eiwit per liter grond en komt overeen met 26,1 gram H 7022 en 8,24 gram H 7010. De productinformatie is vermeld onder *organische producten*.

Er zijn geen doelorganismen aan de grond toegevoegd in deze proef.

2.2.2 Gasmetingen

Compacte, draagbare gasmonitor (foto 2)

Aanvankelijk is gewerkt met een draagbare gasmonitor van het type IMPACT PRO met een cartridge met het maximum van vier gassensoren (Zellweger Analytics). Op basis van de literatuurgegevens (zie inleiding) is gekozen voor O₂, H₂S, NH₃ en brandbare gassen (tot de Lower Explosive Limit- LEL; waarvan 4,4% CH₄), omdat deze gassen relevant zijn voor het proces van anaërobie. Zuurstof en toxische gassen worden met behulp van elektrochemische technologie gedetecteerd en bij brandbare gassen wordt gebruik gemaakt van katalytische verbrandingstechnologie.

In de proeven bleek dat dit een onwerkbaar combinatie van gassen is, die met elkaar kunnen interfereren en regelmatig storing geven. Per gas wordt aangegeven wat de mogelijkheden en beperkingen zijn. Dit apparaat moet als indicatief worden beschouwd voor de productie van de genoemde gassen. Enerzijds vanwege interferentie onderling en anderzijds door de begrenzing van de meetwaarden. In de testproef 2009 is deze gasmonitor gebruikt. Voor de proef is een extra handmeter aangeschaft als reserve en bij het begin van de proef in 2009 zijn beide handmeters gebruikt. In deze proef bleken de handmeters niet bestand tegen de hoge waarden van de geproduceerde gassen onder anaërobe omstandigheden waardoor ze voortdurend een alarmmelding gaven en moesten worden gereset. Vervolgens zijn de handmeters zowel in de proef van 2009 als in 2010 alleen nog gebruikt om de O₂ en H₂S concentratie te bepalen. Elk jaar zijn de draagbare gasmonitoren gekalibreerd door de leverancier. Er is een gebruikershandleiding gemaakt. Voor de overige gasbepalingen is overgeschakeld op de foto-akoestische veldgasmonitor (2.1.2.2).

O₂ uitgedrukt in % v/v. Onder anaërobe omstandigheden is de minimale gemeten waarde 0,1% zuurstof. De celwaarde was constant en bedroeg 20,9%.

Waterstofsulfide (H₂S) is gemeten in ppm. Het maximum bereik is volgens de leverancier 50 ppm; in de proeven bleek 60 ppm waterstofsulfide de maximum waarde te zijn. Waterstofsulfide interfereert met ammoniakgas; 40 ppm H₂S resulteert in 50 ppm NH₃.

NH₃ uitgedrukt in ppm met als maximum 120 ppm. Ammoniakgas interfereert niet met waterstofsulfide maar andersom wel. Zolang er geen H₂S wordt gemeten kunnen de NH₃ waarden als correct worden beschouwd mits onder het maximumbereik.

FLM % LEL (4,4% methaan) - LEL staat voor Lower Explosive limit; dit is de laagste concentratie 'brandstof' in de lucht die kan branden. Deze sensor meet brandbare gassen (Flamables). Het maximale bereik is 100% LEL. De waarde wordt vergrendeld op 100% LEL bij bereikoverschrijding. De sensor voor brandbare gassen heeft een zuurstofgehalte van > 10% v/v nodig om betrouwbaar te werken. De waarde is onzeker als de zuurstofwaarde lager is. Hetzelfde geldt voor H₂S; dit gas kan de nauwkeurigheid van LEL negatief beïnvloeden.



Foto 2 Handmeter voor gasmetingen van O₂, H₂S, NH₃ en CH₄

Foto-akoestische veldgasmonitor

Nadat bij de start van de proef in 2009 de handmeters defect raakten is **vanaf dag 5** overgeschakeld naar de veldgasmonitor. Deze INNOVA 1412 van LumnaSense technologies werkt op basis van infrarood foto-akoestische spectroscopie (PAS). Daartoe worden optische filters gebruikt die specifiek bepaalde gassen detecteren. In de gebruikte monitor worden de volgende gassen gemeten: CO₂, N₂O, NH₃, CH₄ en H₂O. De INNOVA 1412 meet de diverse gassen en compenseert voor de hoeveelheid waterdamp in het gasmengsel. Tevens compenseert dit apparaat voor interfererende gassen zodat de waarden onafhankelijk zijn van de aanwezigheid van andere gassen. Verdere specificaties zie bijlage 13. Het apparaat werkt nauwkeurig binnen een temperatuurrange van -20 tot + 70°C en een RV van 0 tot 95%. Het werkingsspectrum is zeer breed; vanaf de detectielimiet tot de maximum waarde is 100 000 maal.

Verbinding emmers met gasmeetapparatuur (foto 3)

In 2009 zijn slangen aan de emmers bevestigd en met een T-stuk met elkaar verbonden. De aansluitingen zaten boven de grondlaag zodat lucht met gas werd aangezogen. Bij de gasmetingen is het T-stuk verwijderd en de beide uiteinden bevestigd aan de gasmonitor. Hierdoor kon een klein verlies van gas optreden of zuurstof toetreden, afhankelijk van de druk in de slangen ten opzichte van de druk in de cel. In 2010 zijn de slangen met T-stuk vervangen door slangen met kraantjes zodat er geen uitwisseling van gas meer optrad. Nadat de slangen aan de gasmonitor waren aangesloten werden de kranen geopend. Na de metingen zijn de kraantjes weer dichtgezet. Deze metingen zijn net als in 2009 gedaan aan de luchtlaag boven de grond in de emmers.

Daarnaast zijn in 2010 in de emmers die 8 weken behandeltdijd kregen geperforeerde slangen in de grond aangebracht zodat ook metingen in de grond konden worden uitgevoerd.



Foto 3 Meetslangen aan emmers voor gasmetingen

2.2.3 Redoxmetingen

Voor de redoxmetingen in de testproef 2009 zijn 3 redoxmeters gebruikt van het type ORP Testr 10 van Eutech Instruments Oaklon.

Het bereik van deze testmeters is van -999 mV tot + 1000 mV met een nauwkeurigheid van ± 2 mV. Deze meters zijn geschikt voor temperaturen van 0 tot 50°C.

2.2.4 Vetzuurmetingen

De vetzuurmetingen zijn uitgevoerd bij Masterlab Analytical Services te Putten. Met HPLC en spectrofotometrie zijn de organische zuren bepaald in grond. Naast de in de literatuur genoemde zuren zoals boterzuur, propionzuur, valeriaanzuur en azijnzuur, die bij anaerobie worden gevormd, wordt ook besloten om melkzuur te meten omdat in graskuilen dit zuur vaak wordt aangetoond. De detectielimiet voor de diverse vetzuren is 100 ppm.

Voor de testproef zijn de grondmonsters 29 mei aangeleverd in polypropeen emmers (zie 2.1.1.1) en 7 juni geanalyseerd.

De grondmonsters voor de proef van 2009 zijn in glazen potjes aangeleverd op 6 augustus en geanalyseerd op 10 aug 2009.

2.2.5 Grondsoorten

2009

Er zijn twee grondsoorten onderzocht; een dekzandgrond afkomstig van PPO-locatie Vredepeel (code V) en een mariene zavelgrond uit Ens van een biologische glasteler (Code E).

Karakteristieken dekzand: pH 5,5, organische stof 2,6 % en bodemleven 32 mg N/kg.
klei-humus (CEC) 25 mmol+/kg.

Karakteristieken mariene zavel: pH 7,2, organische stof 6,2%, lutum 4% en bodemleven 104 mg N/kg.

klei-humus (CEC) 149 mmol+/kg (80% Ca-bezetting, 11% Mg-bezetting, 5,2% K-bezetting, 3,8% Na-bezetting).

Van beide grondsoorten is tevens de granulaire samenstelling bepaald.

De volledige bemestingsanalyses en granulaire samenstelling van beide grondsoorten staan vermeld in de bijlagen 1 t/m 4.

De dekzandgrond bevatte 85,3% droge stof en 14,7% water en de mariene zavelgrond bevatte 74,3% droge stof en 25,7% water.

In maart 2010 is van een aantal behandelingen uitgebreid bemestingsonderzoek uitgevoerd om het effect van de behandelingen op de hoofd- en spoorelementen vast te stellen.

2010

Er zijn twee grondsoorten onderzocht; een dekzandgrond afkomstig van PPO-locatie Vredepeel (code V) en een mariene zavelgrond van PPO-locatie Lelystad (Code L).

Karakteristieken dekzand: pH 5,8, organische stof 3,4 % en klei-humus (CEC) 52 mmol+/kg

Karakteristieken mariene zavel: pH 6,7, organische stof 1,1%, lutum 3% en klei-humus (CEC) 56mmol+/kg.

Van beide grondsoorten is tevens de granulaire samenstelling bepaald.

De volledige bemestingsanalyses en granulaire samenstelling van beide grondsoorten staan vermeld in de bijlagen 5 t/m 8.

De beide grondsoorten zijn voor gebruik vochtig gemaakt met water.

De dekzandgrond bevatte 80,89% droge stof en 19,11% water en woog 131,1 gram per 100 ml grond.

De zavelgrond bevatte 82,55% droge stof en 17,45% water en woog 124,45 gram per 100 ml grond.

2.2.6 Temperatuurregistratie

2.2.6.1 Testfase

De ingestelde celtemperatuur was 16°C. De gerealiseerde temperatuur in de cel was gemiddeld 16,1°C met een minimum van 15,4°C en een maximum van 16,5°C. In de 3 l emmers was de gemiddelde grondtemperatuur 16,7°C ± 0,4, in de 11 l emmers 16,4°C ± 0,8 en in de emmers van 33 l was de gemiddelde grondtemperatuur 16,4°C ± 1,4.

2.2.6.2 Proef 2009

De ingestelde celtemperatuur was 16°C bij een relatieve vochtigheid van 75-85%. De gerealiseerde temperaturen tijdens de behandelingsperiode staan vermeld in tabel 2.2.6.2. Daarna was de temperatuur in de uitdampfase (emmers zonder deksel) gedurende 1 week 19°C voor de behandelingen 2 en 8 weken en 22°C voor de 4 weken behandelingsperiode. Vervolgens zijn de grondmonsters opgeslagen bij 4°C gedurende 6 weken (2 wk behandelingsperiode) en 4 weken (4 wk behandelingsperiode) en 1 dag (8 wk behandelingsperiode).

Tabel 2.2.6.2 Temperatuurgegevens grond in proefjaar 2009

Mariene zavel (E)	temperatuur (°C)		gemiddeld	minimum	maximum	
product	gras	code KE	H 1010	grond	grond	
behandeltijd	2 weken			16.1	15.8	16.4
	4 weken			15.7	14.8	16.2
	8 weken			15.9	15.65	16.1
behandeltijd	2 weken	code FE	H 7010			
	4 weken			16.2	16.1	16.5
	8 weken			16.1	16.0	16.2
behandeltijd	2 weken			15.9	15.9	16.1
	4 weken	code EE	H 7030			
	8 weken			16.1	16.0	16.4
behandeltijd	2 weken			16.0	16.0	16.1
	4 weken			15.9	15.9	16.1
	8 weken					
behandeltijd		cel		cel	cel	cel
	8 weken			16.0	15.3	16.4

2.2.6.3 Proef 2010

De ingestelde celtemperatuur was 16°C of 8°C bij een relatieve vochtigheid van 75-85%. De gerealiseerde temperaturen tijdens de behandeltijd staan vermeld in tabel 2.2.6.3. Daarna was de temperatuur in de uitdampfase (emmers zonder deksel) gedurende 1 week 22°C voor de behandeling 2 weken en 20°C voor de 4 en 8 weken behandeltijd. Vervolgens zijn de grondmonsters opgeslagen bij 4°C gedurende 6 weken (2 wk behandeltijd) en 4 weken (4 wk behandeltijd) en 1 dag (8 wk behandeltijd).

Tabel 2.2.6.3 Temperatuurgegevens grond in proefjaar 2010

gemiddelde grondtemperaturen over periode (ref lucht temp.)							
T (°C)	grond	instelling	2wk	4 wk	8 wk	8 wk min	8 wk max
cellucht		16°C	16.1	16.1	16.1	14.7	17.7
H 7022	zand	16°C	15.9	15.9	15.6	15.5	16.2
H 7022	zavel	16°C	15.4	15.4	15.2	15.0	15.9
onb + deksel	zand	16°C	15.0	15.1	15.0	14.6	15.7
onb + deksel	zavel	16°C	15.1	15.2	15.1	14.8	15.6
onb - deksel	zand	16°C	14.6	14.8	14.7	14.3	15.4
onb - deksel	zavel	16°C	14.8	14.9	14.8	14.6	15.4
cellucht		8°C	8.0	8.0	8.0	7.0	13.3*
H 7022	zand	8°C	7.5	7.5	7.4	7.2	8.3
H 7022	zavel	8°C	7.6	7.6	7.6	7.5	8.0
onb + deksel	zand	8°C	6.9	7.0	7.0	6.9	7.3
onb + deksel	zavel	8°C	7.0	7.0	7.0	6.9	7.6
onb - deksel	zand	8°C	7.2	7.2	7.1	7.1	7.4
onb - deksel	zavel	8°C	7.1	7.1	7.0	6.9	7.5

* incidenteel tijdelijke storing gehad dataloggers op ca 10 cm vanaf oppervlakte in de grond gestoken

2.3 Doelorganismen en stadia

2.3.1 Algemeen

De in 2009 onderzochte doelorganismen zijn het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans* en het aardappelcysteaaaltje *Globodera pallida* en de verwelkingsschimmel *Verticillium dahliae*. Hieraan is in 2010 ook nog het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* toegevoegd. De keuze van de doelorganismen is bepaald door hun brede relevantie in de praktijk voor diverse gewassen. Alle doelorganismen, met uitzondering van *G. pallida*, hebben een brede waardplantenreeks van gewassen waarop ze zich kunnen vermeerderen en/of die schade ondervinden door een aantasting. *G. pallida* is alleen voor het gewas aardappel van belang, maar is een quarantaine organisme en mag om die reden niet in uitgangsmateriaal vóórkomen. Voor de teelt en export van pootaardappelen zijn percelen vrij van aardappelcysteaaaltjes (AM-vrij) daarom van groot belang.

De mate van gevoeligheid voor biologische grondontsmetting van de gekozen stadia van deze doelorganismen is naar verwachting ook verschillend.

- Voor *P. penetrans* is gekozen voor een **suspensie van juvenielen en adulten** die mogelijk het meest gemakkelijk te doden is.
- *Meloidogyne hapla* is toegevoegd aan de grond als wortelmateriaal met knobbels en **eipakketten** waarin de nematoden enigszins worden beschermd door een gelatinel laag.
- Nog beter beschermd zijn de **cysten** van *G. pallida*; overlevingsstructuren met openingen die mogelijk weer minder gevoelig zijn.
- Van *V. dahliae* zijn **microsclerotiën** gebruikt; dichte overlevingsstructuren van de schimmel die als het minst gevoelig worden ingeschat.

2.3.2 *Pratylenchus penetrans*

In 2009 is een suspensie van juvenielen en adulten geleverd door HZPC te Metslawier. Per emmer is 12 ml suspensie toegediend in 2 liter grond in het middengedeelte (buitenste groene ring) van de emmer. Het toegediende inoculum bevatte 220 nematoden per 100 ml grond. De natuurlijke besmetting van *P. penetrans* in beide grondsoorten is hierbij opgeteld wat resulteerde in een berekende Pi voor de zavelgrond van 253 en voor de zandgrond van 415 nematoden per 100 ml grond. De inoculatie is uitgevoerd met injectienaalden. Na de uitdampfase zijn de gronden terug gemonsterd en geanalyseerd op *P. penetrans*. In 2010 was het inoculum afkomstig van PRI als besmet wortelmateriaal. Dit is op PPO-AGV in de mistkast geïncubeerd tot juvenielen en adulten en in de vorm van een suspensie toegediend. De inoculatie is als in 2009 uitgevoerd, nu in de hele emmer. Dit resulteerde in 585 nematoden per 100 ml grond. Inclusief de natuurlijk *Pratylenchus* besmetting was de berekende Pi voor de zavel grond 700 en voor de zandgrond 839 nematoden per 100 ml grond. De grondmonsters zijn na behandeling geanalyseerd op *P. penetrans*.

2.3.3 *Meloidogyne hapla*

In besmette grond is sla geteeld. Hiervan zijn de wortelstelsels met wortelknobbels en eipakketten gebruikt als inoculum. Per emmer is steeds 35 gram wortelmateriaal door de grond gewerkt wat een Pi (initial population) van 56385 per emmer en 705 juvenielen (J2 juvenielen) per 100 ml grond betekende. Na de uitdampfase zijn de gronden weer bemonsterd en geanalyseerd op *M. hapla*.

2.3.4 *Globodera pallida*

De gebruikte herkomst is Rookmaker_PA3 van vermeerdering PRI Beniers 2009. In beide jaren 2009 en 2010 zijn 400 cysten toegediend aan 400 ml grond in elke emmer (object). Deze grond is met een plastic mal met gazen bodem vanuit het midden van de emmer gehaald en in een magnetronschaalje gelegd. Daarin zijn de cysten door de grond gemengd (copping and coning) en vervolgens is de grond weer teruggebracht in de emmer.

Bij de emmers die geïnundeerd werden is de bovenste centimeter van de grond apart gehouden en niet vermengd met cysten. Na het terugplaatsen van grond met cysten is de onbehandelde grond weer opgebracht. Vervolgens is een omgekeerde mal, met het gaas boven, aangebracht om te voorkómen dat cysten wegdrijven na inundatie.

Met een PVC-ring is de plaats gemarkeerd waar de cysten zijn ingebracht (binnenste ring). Na elke behandelingstijd is dezelfde grond weer bemonsterd na de uitdampfase en meteen daarna opgeslagen bij 4°C en vervolgens naar PRI getransporteerd voor bepaling van de effectiviteit middels een loktoets (Been & Schomaker, 1998).

2.3.5 *Verticillium dahliae*

2.3.5.1 Herkomst, aantallen microsclerotiën en inoculatie methodiek 2009

Het in 2009 gebruikte inoculum bestond uit microsclerotiën die waren ingesloten in de tomatenstengels die in het najaar van 2008 op een biologisch glastuinbouwbedrijf in Ens zijn verzameld. De stengeldelen zijn uit het gewas geselecteerd, waarbij de onderste helft van de stengels visueel zijn beoordeeld op verkleuring en de aanwezigheid van microsclerotiën van *Verticillium dahliae*. De stengeldelen zijn gedroogd en gemalen. De fractie van het inoculum is <1 mm, het gehomogeniseerde inoculum is tot gebruik in de koelkast bij 7°C bewaard. Enkele weken voor gebruik is de kiemkracht van de microsclerotiën bepaald door uitplaten van verschillende hoeveelheden gedroogd materiaal op 'modified soil extract agar' (MSEA) (Harris et al., 1993). Uit deze bepaling bleek dat het inoculum duizenden levenskrachtige microsclerotiën per gram vermalen stengel materiaal bevatte.

Het inoculum is voor het experiment in zakjes van kunststofgaas gedaan (Monodur, 152 cm breed, Nedfilter B.V.) met een maaswijdte van 50 µm. De zakjes hebben een afmeting van 10x10 cm. Voor gebruik zijn de zakjes gewassen in warm water met afwasmiddel en vervolgens gesteriliseerd in de autoclaaf. Deze zakjes zijn na drogen gevuld met 0,5 g van het gemalen plantmateriaal. De zakjes zijn dichtgeknoopt en voorzien van een wit label met daarop "Pf 1" of "Pf 2". Tot gebruik zijn de zakjes bewaard in de koelkast bij 7°C. De zakjes zijn naar Lelystad getransporteerd en een week later ingegraven in de emmers op deze locatie van PPO-AGV. De zakjes zijn uitgespreid in de emmers ingegraven om maximale uitwisseling te waarborgen met de omgeving.

Ook zijn zakjes met daarin microsclerotiën die afkomstig waren van reïnculturen van aangetaste paprikaplanten uit een proef op de locatie van WUR glastuinbouw uit Bleiswijk (isolaat van Schie) en aangetaste chrysantenplanten uit de praktijk. De microsclerotiën zijn verkregen door vloeibare Czapek Dox (Oxoid) en SSN medium (Elena, 1999) te enten en weg te zetten bij 22°C. Na 4 weken zijn de suspensies gezeefd over een zeef van 20 µm. De op de zeef achtergebleven fractie is gedurende 24 uur gedroogd in een laminair flow kast. Vervolgens zijn de microsclerotiën in kunststof zakjes met een maaswijdte van 20 µm gebracht. De zakjes waren voor gebruik gewassen en geautoclaveerd. De zakjes zijn gevuld met 0,2 gram van het gedroogde microsclerotiën materiaal. Deze zakjes zijn gelijk met de zakjes gevuld met het natuurlijke inoculum ingezet op de locatie van PPO-AGV in Lelystad. De zakjes met het inoculum geïsoleerd uit paprika zijn voorzien van een oranje label. De zakjes met inoculum geïsoleerd uit chrysanthemum zijn voorzien van een blauw label (foto 4).



Foto 4 Zakjes met microsclerotiën van *V. dahliae* op plantmateriaal

2010

Het inoculum dat is gebruikt in het experiment in 2010 was afkomstig van een biologische teler uit Tinte/Brielle. Op zijn bedrijf zijn zwaar geïnfecteerde tomatenstengels verzameld. Echter het inoculum bevatte veel lagere dichtheden microsclerotiën dan het inoculum uit 2009. Er is daarom ook gekozen om meer inoculum in de zakjes te doen. De gebruikte zakjes zijn identiek aan die van 2009. De zakjes zijn wederom gewassen en gesteriliseerd zoals beschreven voor 2009. De tomatenstengels zijn gedroogd en vermalen en bewaard onder koude en donkere condities bij 7°C. Het inoculum is gehomogeniseerd en de zakjes zijn gevuld met 2 gram inoculum.

Na behandeling van de zakjes met inoculum zijn de zakjes vrijwel direct verwerkt. Tot verwerking zijn de zakjes gekoeld geweest bij 7°C. Tijdens het experiment van 2010 is er niet gekeken naar de duurwerking ("Pf 2").

2.3.5.2 Effectiviteitsbepalingen 2009 en 2010

In 2009 zijn na behandeling in de emmers bij PPO-AGV in Lelystad, de zakjes naar WUR Glastuinbouw in Bleiswijk getransporteerd. De zakjes gelabeld met "Pf1" zijn vrijwel direct verwerkt. Tot verwerking zijn de zakjes gekoeld geweest bij 4-7°C.

De zakjes gelabeld met "Pf2" zijn tot verwerking in een klimaatcel bij 16°C in de originele grond van de behandeling opgeslagen. De "Pf 2"-zakjes zijn in het voorjaar van 2010 geanalyseerd. De zakjes gevuld met inoculum uit de massakweken (oranje en blauwe labels) zijn verwerkt, maar komen niet terug in de resultaten vanwege het feit dat de microsclerotiën niet vitaal bleken te zijn. Mogelijk is er tijdens de massakweek en de vervolgstappen (zeven en drogen) iets gebeurd dat invloed heeft gehad op de vitaliteit van deze microsclerotiën.

In 2010 zijn de zakjes na het experiment getransporteerd van PPO-AGV in Lelystad naar Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. De zakjes zijn na aankomst vrijwel direct verwerkt. Tot verwerking zijn de zakjes gekoeld geweest bij 7°C. De analyse is na enige tijd herhaald omdat de eerste verwerking van de zakjes leidde tot onverklaarbare resultaten. Om uit te sluiten dat de analysemethode een rol heeft gespeeld bij de resultaten is zijn de monsters nogmaals verwerkt en uitgeplaat. Gedurende de opslagperiode is een constante temperatuur van 4°C aan gehouden.

Het materiaal uit de zakjes is gedurende 24 uur gedroogd in een laminair flow kast. Na droging is het materiaal in een elektrische koffiemolen gemalen (3 maal 3 seconden). Vervolgens is 0,025 g van het gedroogde en vermalen stengel materiaal met microsclerotiën uitgestrooid over het oppervlak van het medium (MSEA). Per monsters worden 3 petrischalen met 0,025 g bestrooid. Het medium dat is gebruikt voor het laten uitgroeien van de microsclerotiën is een specifieke voedingsbodem voor *Verticillium* en wordt Modified Soil Extract Agar genoemd (MSEA, Harris et al., 1993). Drie weken na uitplaten wordt onder de binoculair het aantal uitgroeide microsclerotiën bepaald.

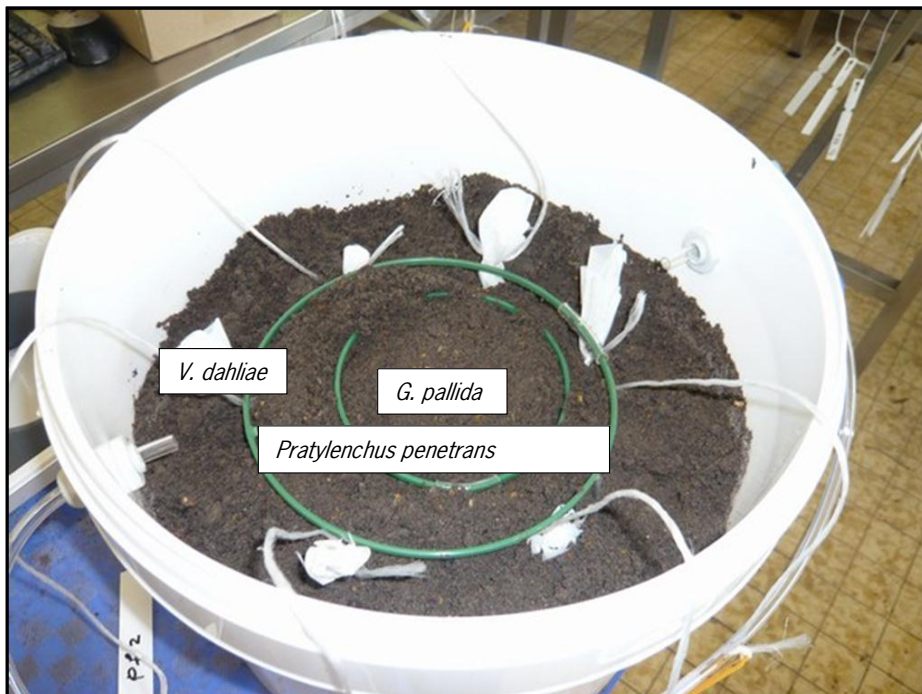


Foto 5 Emmer met ingewerkt Herbie-product en aangebrachte doelorganismen

2.4 Statistische verwerking

Proefopzet 2009

In 2009 waren acht organische producten beschikbaar voor de vergelijking met gras. Daarnaast waren er twee controle behandelingen; emmers met en zonder deksel. Totaal dus 11 objecten voor onderzoek. Onderzoeksvragen waren o.a. welke dosering en tijdsduur nodig zijn voor effectiviteit van de producten tegen diverse doelorganismen. Zowel drie doseringen als drie behandelingstijden zijn in het onderzoek opgenomen. Daarnaast zijn ook nog twee grondsoorten met verschillende pH's getest: mariene zavel en zandgrond. De beide controles en de factoren tijdsduur en dosering, ieder op drie niveaus, maakten het mogelijk om de hoofdeffecten en de tweefactor interactie te toetsen tegen de driefactor interacties. De beide controles met onbehandelde grond zijn wel in drie herhalingen opgenomen omdat hier de doseringsreeks niet van toepassing was.

Met regressie analyse is de afname van de doelorganismen gemodelleerd als functie van de cumulatieve gasconcentraties. Dit is gedaan per organisch product.

Proefopzet 2010

In 2010 is slechts één, geselecteerd uit de serie van 2009, organisch product onderzocht bij één dosering. De tijdsduur van 2, 4 en 8 weken behandeltijd bleef gelijk aan 2009. Een nieuwe factor was de temperatuur; naast 16°C zoals in 2009, is nu ook het effect van BGO bij 8°C onderzocht. Daarnaast zijn beide controles met en zonder deksel weer opgenomen in het onderzoek. Alle objecten zijn dit jaar wel in drie herhalingen uitgevoerd.

Variantie analyse

Zowel voor de gasconcentraties als de nematodetellingen zijn de variantieanalyses uitgevoerd op $^{10}\log(y+1)$. De gemiddelden hieruit (m) zijn teruggetransformeerd als: mediaan = $10^m - 1$. De teruggetransformeerde gemiddelden worden ook medianen genoemd, omdat ze ongeveer gelijk zijn aan de

mediaan berekend op de oorspronkelijke waarnemingen. De F-probability voor de factor of voor de interactie tussen factoren worden gepresenteerd. De medianen worden gepresenteerd met letters. Medianen zonder een gemeenschappelijke letter zijn significant verschillend bij onbetrouwbaarheid 0.05.

Doelorganismen dichtheid

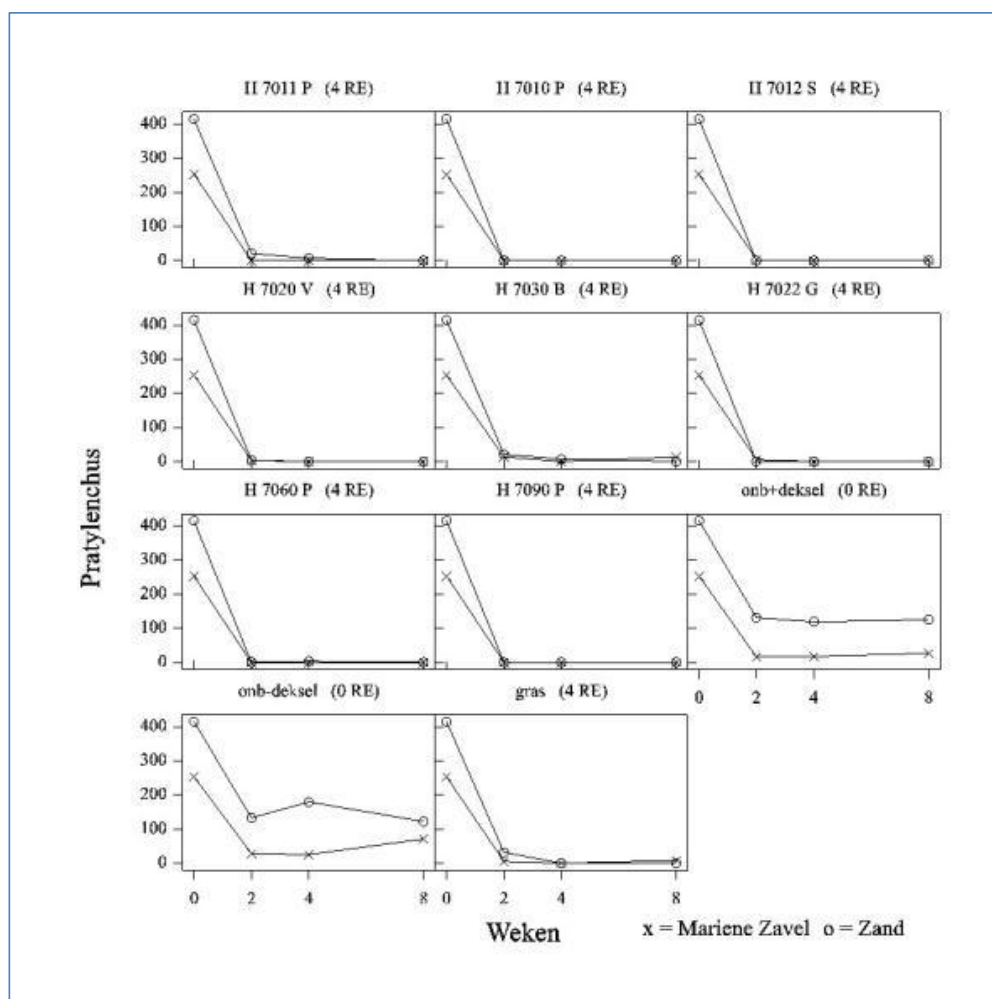
De dichtheid van de doelorganismen is steeds bepaald na 2, 4 en 8 weken na inzetten, dat was één van de invloedsfactoren zowel in 2009 als 2010. Bij inzetten - dus na 0 weken - is de startdichtheid bepaald, niet in de grond maar in het toegediende inoculum. Wanneer relevant zijn natuurlijke besmettingen in de grond bij het inoculum opgeteld om de juiste startdichtheid te bepalen. Het aantal weken blootstelling aan de omzettingsproducten in de grond, waaronder de gemeten gassen, was een behandeling in het experiment. De concentraties op dag 0 kunnen worden opgevat als de concentratie van de buitenlucht/cellucht en zijn gelijk aan de concentraties van de emmers zonder deksel.

3 Resultaten

3.1 *Pratylenchus penetrans*

Proefjaar 2009

In onderstaande figuur is de effectiviteit weergegeven van de diverse objecten tegen *P. penetrans* in zavel en zand bij 16°C grondtemperatuur. De toegepaste dosering is 4 gram Ruw Eiwit per liter grond. Op de x-as staat de behandeltijd in weken en op de y-as het aantal juvenielen per 100 ml grond. De berekende Pi bedroeg 415 nematoden in de zandgrond en in de zavel was de Pi 253, beide per 100 ml grond.

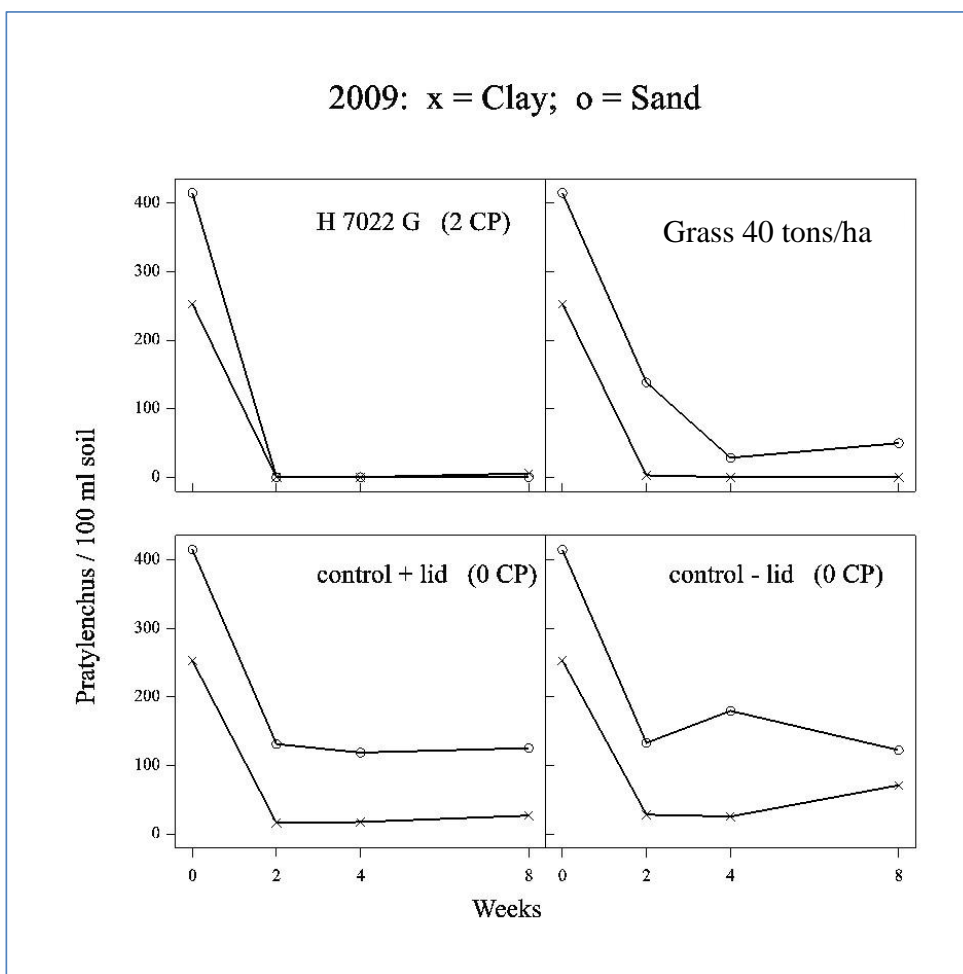


Figuur 3.1.a Effectiviteit diverse organische producten tegen juvenielen en adulten van *P. penetrans*.

Uit de figuur blijkt dat:

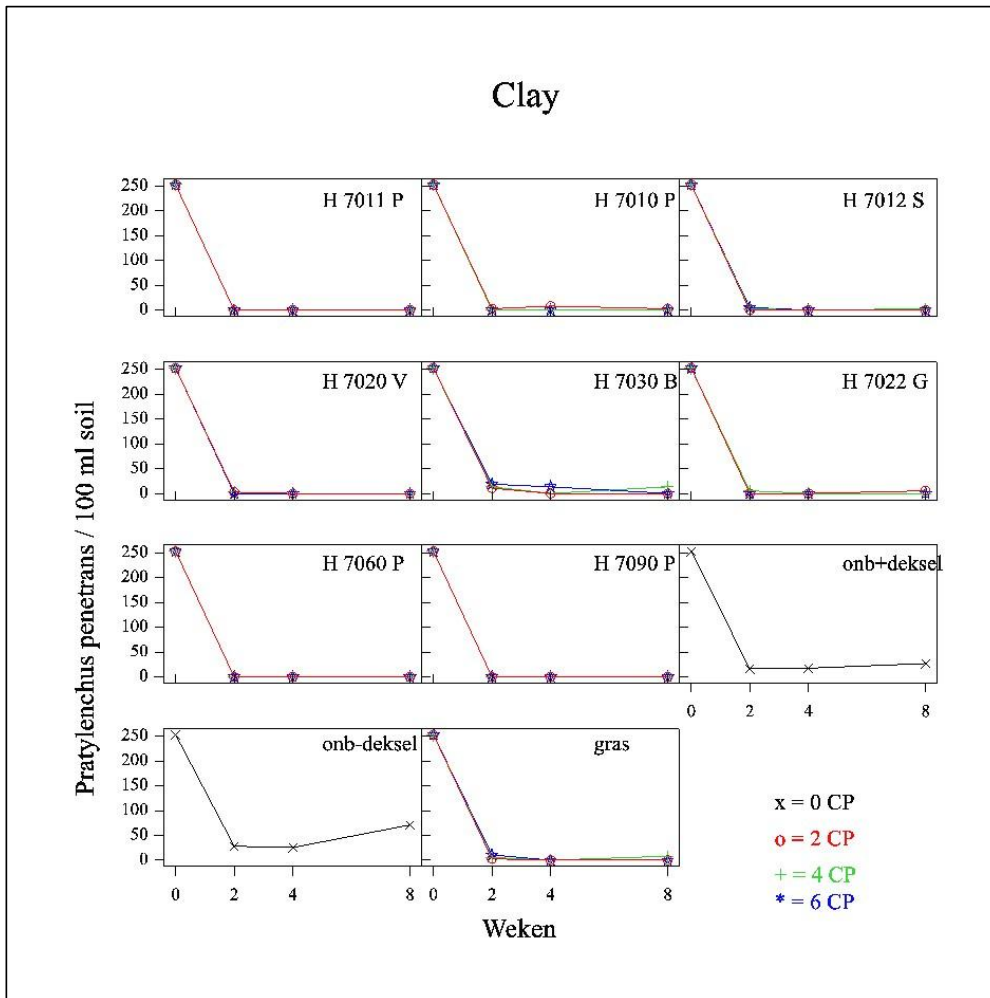
- Natuurlijke sterfte van *P. penetrans* in de mariene zavelgrond is zo sterk dat het aanbrengen van een deksel en een organisch product voor deze grondsoort geen toegevoegde waarde laat zien.
- De meeste producten zijn na toevoeging van 4 gram ruw eiwit (RE) per liter grond, in staat *P. penetrans* volledig te elimineren zowel in zand als in zavel.
- In zavelgrond is product H 7030 minder effectief dan de overige producten.
- In zandgrond zijn gras, 7011 en 7030 minder effectief dan de overige producten.
- Per grondsoort kunnen de objecten goed worden vergeleken.

In onderstaande figuur is voor gras en H 7022 de effectiviteit tegen *P. penetrans* weergegeven bij 2RE (CP).



Figuur 3.1.b Effectiviteit H 7022 G en gras tegen juvenielen en adulten van *P. penetrans*.

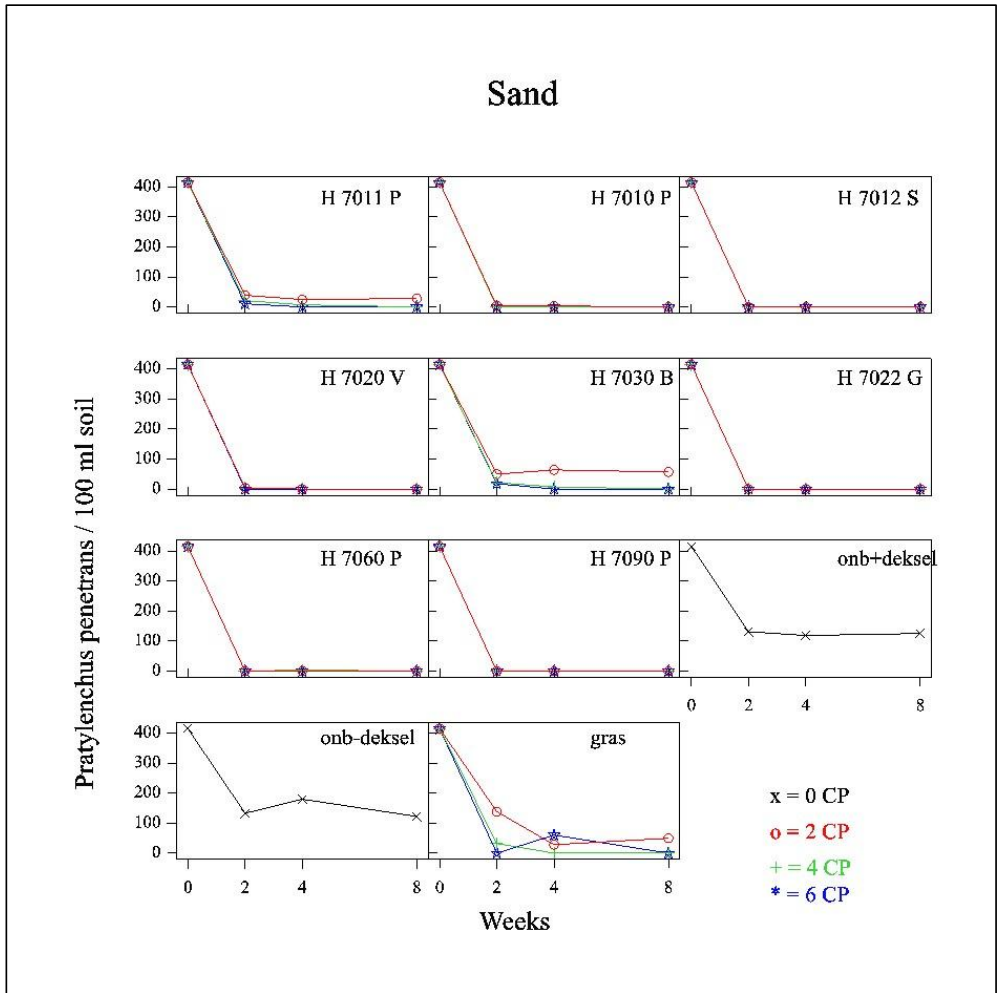
In onderstaande figuren is het populatieverloop weergegeven van *P. penetrans* per dosering 2, 4 en 6 gram Ruw Eiwit (RE) per liter grond voor zavel en zand.



Figuur 3.1.c Effectiviteit diverse organische producten tegen juvenielen en adulten van *P. penetrans* in mariene zavel (lichte mariene zeeklei) per dosering.

Uit de figuur blijkt dat:

- In de zavelgrond door natuurlijke sterfte al na 2 weken de populatie is afgenomen naar < 20%.
- Het afdekken van de grond met een deksel verlaagt de populatie nog verder.
- Na toevoeging van de diverse producten is de populatie na 2 weken behandeltijd helemaal of grotendeels (H 7030 en gras) geëlimineerd.
- Door de hoge natuurlijke sterfte zijn verschillen in doseringen niet of nauwelijks te onderscheiden.



Figuur 3.1d Effectiviteit diverse organische producten tegen juvenielen en adulten van *P. penetrans* in zand per dosering.

Uit de figuur blijkt dat:

- In de zandgrond door natuurlijke sterfte al na 2 weken de populatie is afgenomen naar ca. 30%.
- Het afdekken van de grond met een deksel heeft hier geen toegevoegd effect op de populatie.
- De dosering van 2 RE van de producten H 7011, H 7030 en gras zijn minder effectief dan de hogere doseringen en bereiken zelfs na 8 weken behandeltijd geen 100% effect.

In de tabel is de overleving van juvenielen en adulten van *P. penetrans* weergegeven, gemiddeld over alle doseringen.

Tabel 3.1.1 Overleving van juvenielen en adulten van *P. penetrans* weergegeven, gemiddeld over alle drie doseringen per 100 ml grond.

Pratylenchus penetrans objecten	mariene zavel						zand					
	2 wk		4 wk		8 wk		2 wk		4 wk		8 wk	
H 7011 P	0	a	0	a	0	a	21	b	5	abc	2	a
H 7060 P	0	a	0	a	0	a	0	a	1	ab	0	a
H 7090 P	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
H 7010 P	1	ab	1	a	1	a	1	a	1	ab	0	a
H 7022 G	1	ab	0	a	1	a	0	a	0	a	0	a
H 7020 V	1	abc	0	a	0	a	2	a	0	a	0	a
H 7012 S	2	bc	0	a	1	a	0	a	0	a	0	a
gras	6	cd	0	a	1	a	16	b	11	c	3	a
H 7030 B	14	de	1	a	1	a	27	bc	7	bc	3	a
onb+deksel	16	de	13	b	25	b	125	c	119	d	125	b
onb-deksel	27	e	16	b	46	b	132	c	177	d	122	b
F pr.	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

Uit de tabel kan het volgende worden geconcludeerd ten aanzien van de juvenielen en adulten van *P. penetrans*.

Mariene zavel:

Na 2 weken behandeltijd in mariene zavelgrond zijn vijf organische producten, waaronder H 7022 G, betrouwbaar effectiever dan gras tegen *P. penetrans* en is er nauwelijks of geen overleving meer.

Na 4 weken behandeltijd of langer zijn alle acht organische producten en ook de referent gras zeer effectief; er is nauwelijks of geen overleving meer.

Dekzand:

Na 2 en 4 weken behandeltijd in mariene zavelgrond zijn zes organische producten, waaronder H 7022 G, betrouwbaar effectiever dan gras tegen *P. penetrans* en is er nauwelijks of geen overleving meer.

Na 8 weken behandeltijd zijn alle acht organische producten en ook de referent gras zeer effectief; er is nauwelijks of geen overleving meer.

Algemeen:

De aantallen nematoden in onbehandelde gronden zijn erg laag ten opzichte van de berekende Pi., zelfs al na 2 weken. Dit kan niet worden verklaard door natuurlijke sterfte. Omdat er geen 0-meting vanuit de emmers is gedaan is nu niet duidelijk waar dit aan ligt. Mogelijk is de inoculatietechniek met de injectieaalden hier debet aan. In zandgrond zijn de aantallen hoger dan in zavelgrond maar was de Pi ook hoger. Dankzij de hoge effectiviteit van de producten kunnen toch conclusies worden getrokken. De verschillen tussen de kolommen 2, 4 en 8 weken kunnen bij onbehandeld als spreiding worden gezien.

Product H 7011 P was in zand minder effectief dan in mariene zavel tegen *P. penetrans*.

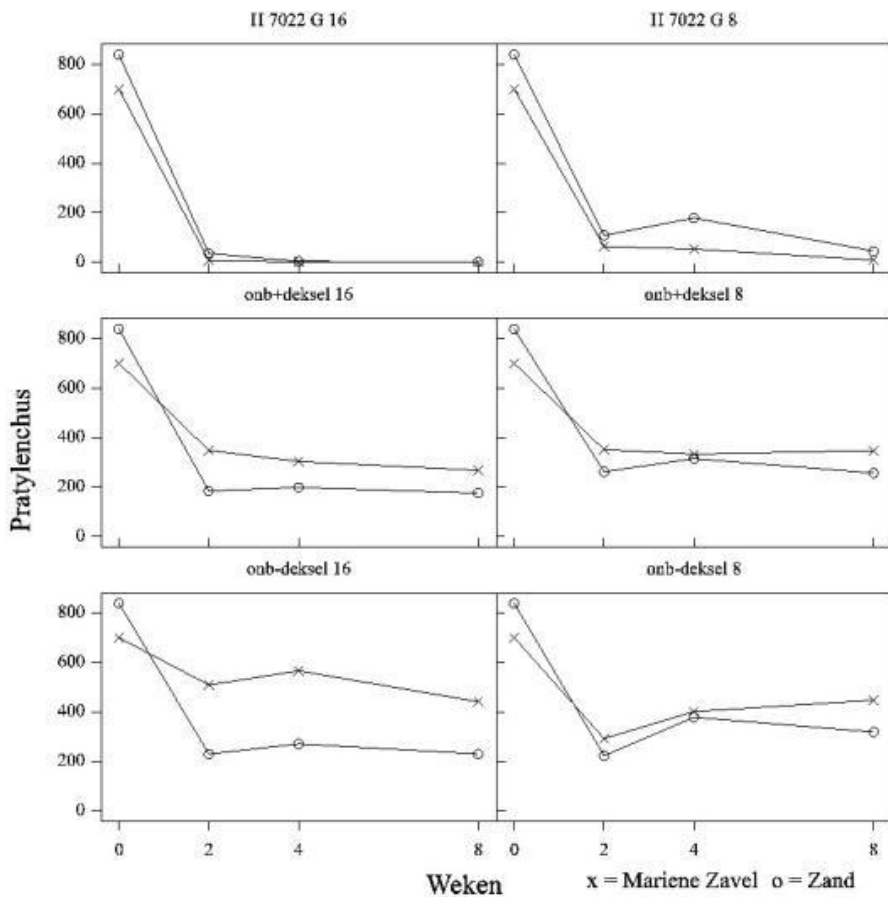
Product H 7030 B was in beide grondsoorten minder effectief dan de overige gedefinieerde organische producten en was statistisch even effectief als gras.

Inundatie:

In zandgrond was *P. penetrans* na 4 weken behandeltijd geëlimineerd en na 2 weken in mariene zavel.

Proefjaar 2010

In de figuur 3.1.e is de effectiviteit weergegeven van organisch product H 7022 G tegen *P. penetrans* in zavel en zand bij 16°C en 8°C grondtemperatuur. De toegepaste dosering is 4 gram Ruw Eiwit per liter grond. Op de x-as staat de behandeltijd in weken en op de y-as het aantal juvenielen per 100 ml grond. De berekende Pi bedroeg 839 nematoden in de zandgrond en 700 in de zavel per 100 ml grond.



Figuur 3.1e Effectiviteit van H 7022 G tegen *P. penetrans*; aantallen per 100 ml grond.

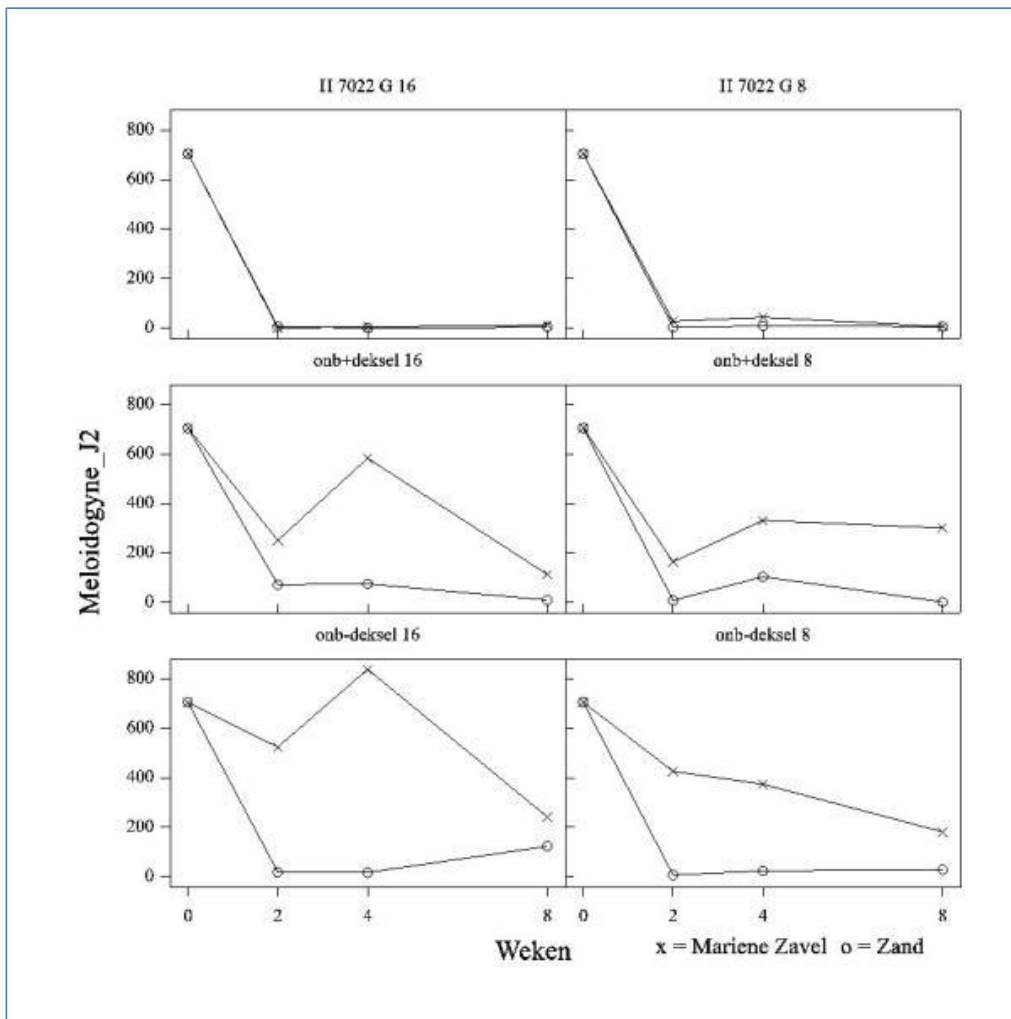
Uit de figuur blijkt dat:

- H 7022 is na 2 weken al zeer effectief tegen het worteltesieaaltje *Pratylenchus penetrans*; ca. 90% effectiviteit bij 8°C en 95% bij 16°C bij beide grondsoorten.
- Na 4 weken behandeltijd is bij 16°C de populatie volledig gedood. Bij 8°C is na 8 weken een reductie van ca. 95% gerealiseerd.
- In de onbehandelde zandgrond in afgesloten emmers is bij 16°C de afname van het aantal juvenielen na 2 weken behandeltijd ca. 75% in zand en 45% in zavelgrond. Bij 8°C is de reductie iets minder groot. Daarna blijven de populaties vrij stabiel of nemen licht af.
- In de open emmers met grond is de natuurlijke sterfte van *P. penetrans* in zandgrond na 2 weken ook ca. 75% bij beide temperaturen en blijft daarna stabiel. De afname in zavelgrond fluctueert en is na 8 weken ca. 40-50% bij beide temperaturen.

3.2 *Meloidogyne hapla*

Proefjaar 2010

In onderstaande figuur 3.2a is de effectiviteit weergegeven van organisch product H 7022 G tegen *Meloidogyne hapla* in zavel en zand bij 16°C en 8°C grondtemperatuur. De toegepaste dosering is 4 gram Ruw Eiwit per liter grond. Op de x-as staat de behandel tijd in weken en op de y-as het aantal juvenielen per 100 ml grond. De berekende Pi was 705 juvenielen (J2) per 100 ml grond.



Figuur 3.2a Effectiviteit van 4 RE H 7022 G tegen *Meloidogyne hapla*; aantallen per 100 ml grond.

Uit de figuur blijkt dat:

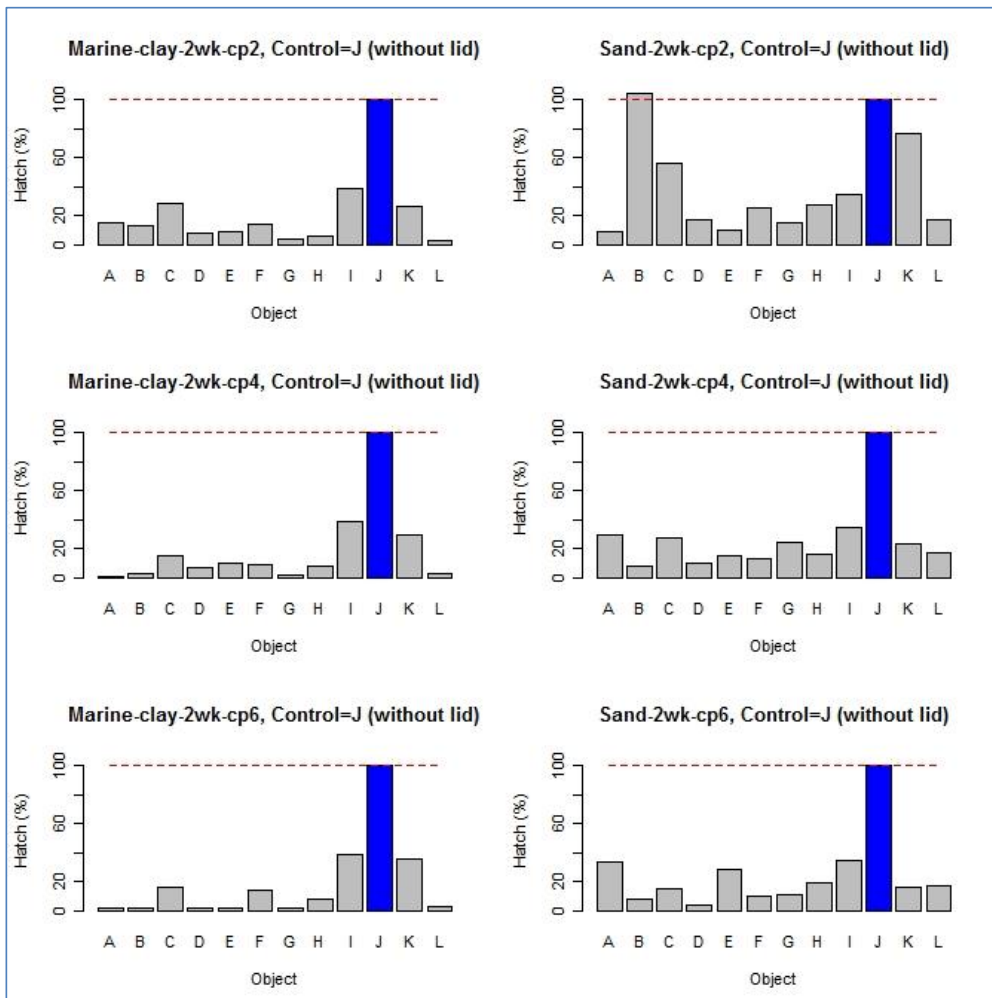
- H 7022 is na 2 weken al zeer effectief (> 95%) tegen het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* bij beide temperaturen en grondsoorten.
- In de onbehandelde zandgrond in afgesloten en in open emmers is de afname van het aantal juvenielen bij beide temperaturen sterk; 80-90% na 2 weken behandel tijd. In zavelgrond is dit lager, ca. 70%. Daarna fluctueert de afname/toename. In week 4 is er in onbehandelde grond een

toename van nematoden die mogelijk wordt veroorzaakt door uitkomen van eieren uit de eipakketten. Bij 16°C is dit effect sterker dan bij 8°C, wat deze hypothese ondersteunt.

3.3 *Globodera pallida*

Proefjaar 2009

In onderstaande figuur 3.3a is de effectiviteit na twee weken behandelijd van de diverse objecten **per dosering** (CP=RE) vergeleken met de controlegrond in emmers met deksel (object J). De lokking van de larven uit de eieren van object J is op 100% gesteld en de overige objecten zijn daaraan gerelateerd. Zie voor verklaring van de objecten tabel 2.1a waarin de letters met de bijbehorende producten zijn weergegeven.



Figuur 3.3a Effectiviteit van diverse objecten na 2 weken behandelijd tegen *Globodera pallida* in mariene zavel en zand bij 16°C.

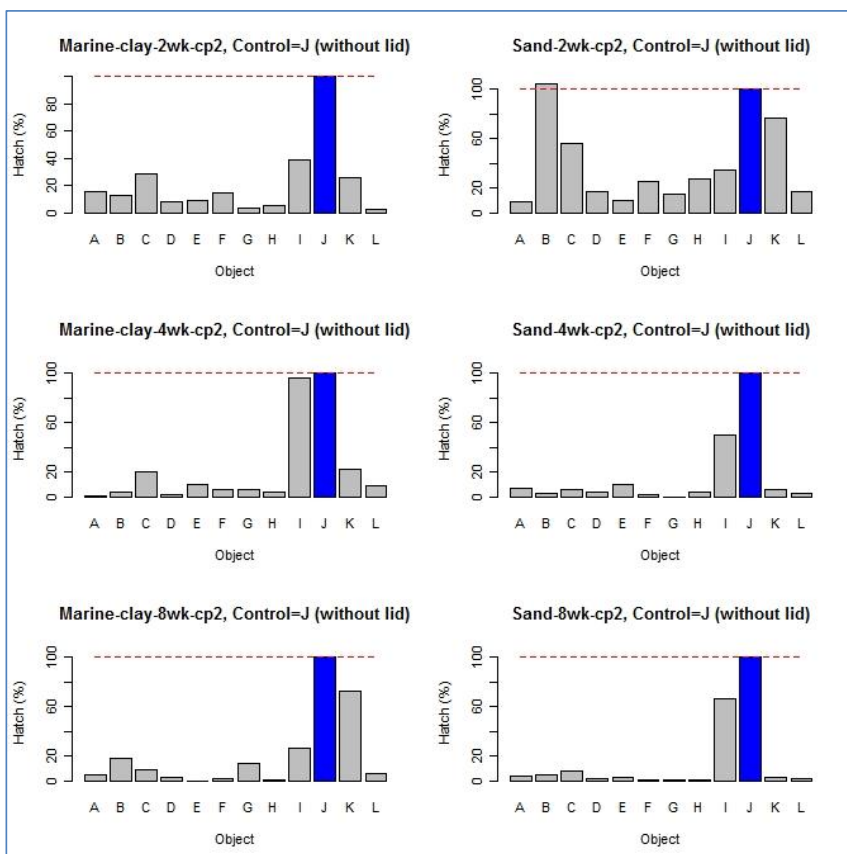
Uit de figuur en de achterliggende data blijkt dat:

- Het afsluiten van emmers (object I) leidt tot een effectiviteit onder anaerobe omstandigheden van 61% in mariene zavel en 65% in zand.
- Bij **2 RE en 16°C** zijn alle negen getoetste organisch producten in mariene zavel (6% O.S.) effectief tegen het aardappelcysteeltje (ACA). Behalve product C zijn in mariene zavel alle

gedefinieerde producten effectiever dan gras (K). De hoogste effectiviteit scoort product G (96,4%).

- In zand zijn alle producten effectief behalve object B. Betrouwbaar effectiever dan een afgesloten emmer zonder product (object I) zijn alleen de objecten met producten A, D, E, F, G, H. De overige objecten B, C en K waren minder effectief dan object I. De hoogste effectiviteit is behaald met product A (90,7%).
- Bij **4 RE en 16°C** zijn alle negen getoetste organisch producten in beide grondsoorten effectief tegen ACA maar object A is in zand niet betrouwbaar verschillend van object I; grond in afgesloten emmer zonder product. De hoogste effectiviteit ten opzichte van object J in mariene zavel is 99,5% (A). De effectiviteit in zand is maximaal 92,3% (B).
- Bij **6 RE en 16°C** zijn alle negen getoetste organisch producten in beide grondsoorten significant effectief tegen ACA behalve product A in zand, dat niet betrouwbaar verschilt van object I. De hoogste effectiviteit in mariene zavel is 98,6% (E). De effectiviteit in zand is maximaal 96,2% (D).
- Het **object inundatie**, in een afgesloten emmer maar zonder organisch product (L), heeft in zand een effectiviteit van 82,6% en in mariene zavel van 97,4%.

In onderstaande figuur 3.3b is de effectiviteit van 2CP(=2 RE) van de diverse objecten **per behandeltd** (2, 4 en 8 wk) vergeleken met de controlegrond in emmers met deksel (object J). De lokking van de larven uit de eieren van object J is op 100% gesteld en de overige objecten zijn daaraan gerelateerd.



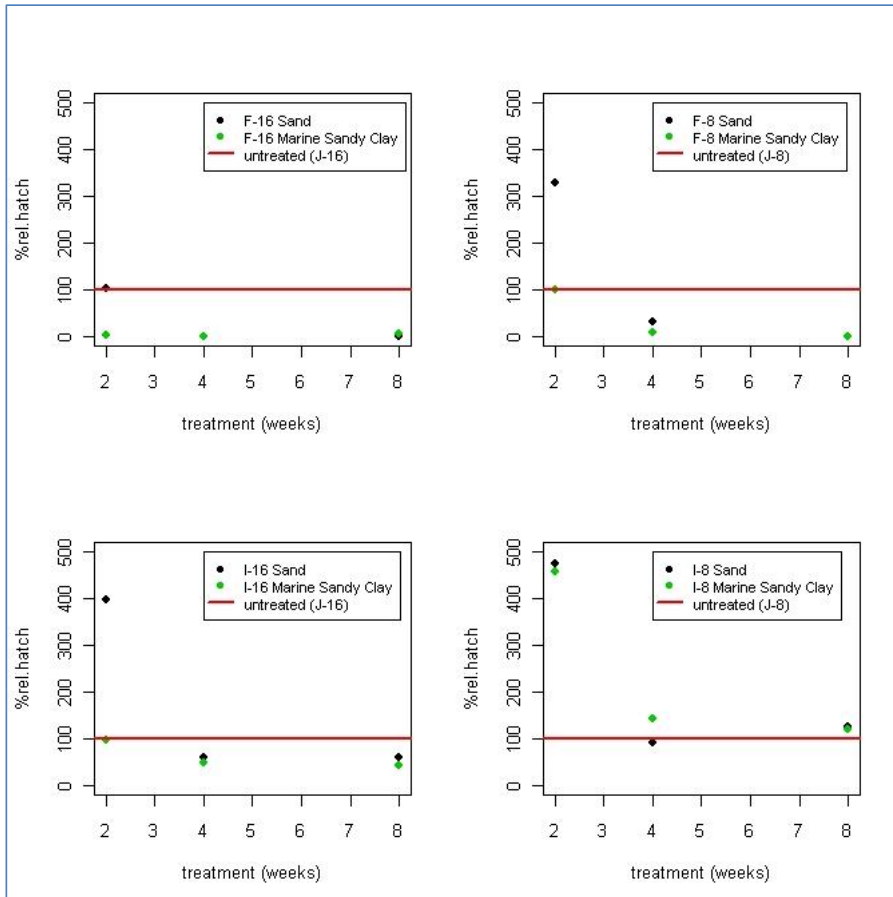
Figuur 3.3b Effectiviteit van diverse objecten tegen *Globodera pallida* in mariene zavel en zand bij 16°C.

Uit de figuur en achterliggende data blijkt dat:

- **In zand:** Na een behandeltdijd van 2 weken is er een significante effectiviteit van alle organisch producten waargenomen van minimaal 24% (gras) tot maximaal 89% ten opzichte van controle J (zonder deksel).
- De effectiviteit van alle producten **in zand** neemt sterk toe na een behandeltdijd van 4 weken naar minimaal 89%. Na 8 weken behandeltdijd is de effectiviteit minimaal 92%.
- Het effect van de afgesloten emmer zonder product (I) wordt kleiner ten opzichte van de natuurlijke sterfte (J) naarmate de behandeltdijd toeneemt.
- Bij de behandeling (L) waarin geen product is toegevoegd maar waar de grond is geïnundeerd, in een emmer met deksel, neemt de effectiviteit toe van 83% (2 weken) naar 97% (4 weken) en naar 98% (8 weken).
- **In mariene zavel:** Na 2 weken behandeltdijd met 2 RE bij 16°C **in mariene zavel** zijn alle organisch producten significant effectief tegen ACA in vergelijking met object J. De effectiviteit is maximaal 96,4% (G); object K (gras) scoort een effectiviteit van 73,9%.
- Na 4 weken behandeltdijd in mariene zavel is de effectiviteit maximaal 98,9% (A) ten opzichte van controle object J. De effectiviteit van gras is toegenomen naar 77,4%, hetgeen de laagste effectiviteit van de organisch producten na 4 weken is.
- Na 8 weken behandeltdijd is de effectiviteit maximaal 99,8% (E). Bij deze behandeling scoort gras (K) het laagste; slechts 27,5% minder lokking dan object J.
- Na 2 weken inundatie (L) is de effectiviteit 97,4%, na 4 weken 90,7% en na 8 weken 94,1% ten opzichte van object J.

Proefjaar 2010

In onderstaande figuur 3.3c is de effectiviteit van de toegepaste dosering van 4 gram Ruw Eiwit van product H 7022 per liter grond (object F) vergeleken met de controlegrond in emmers met deksel (object J) bij 16°C en 8°C in twee grondsoorten. De lokking van de larven uit de eieren van object J is op 100% gesteld en de overige objecten zijn daaraan gerelateerd.



Figuur 3.3c Effectiviteit van H 7022 tegen *Globodera pallida* in mariene zavel en zand bij 8 en 16°C.

Uit de figuur en achterliggende data blijkt dat:

Product H 7022

- Bij 16°C wordt vanaf 2 weken behandeltijd in mariene zavel een effectiviteit van product H 7022 van tenminste 95% bereikt tegen ACA. Product H 7022 heeft bij 16°C vanaf 4 weken een effect gerealiseerd van minimaal 99% in zand tegen ACA.
- Na een behandeltijd van 8 weken bleek ook bij 8°C in beide grondsoorten het mogelijk een effectiviteit van 99% te realiseren met product H 7022.

Afsluiting emmers, zonder product

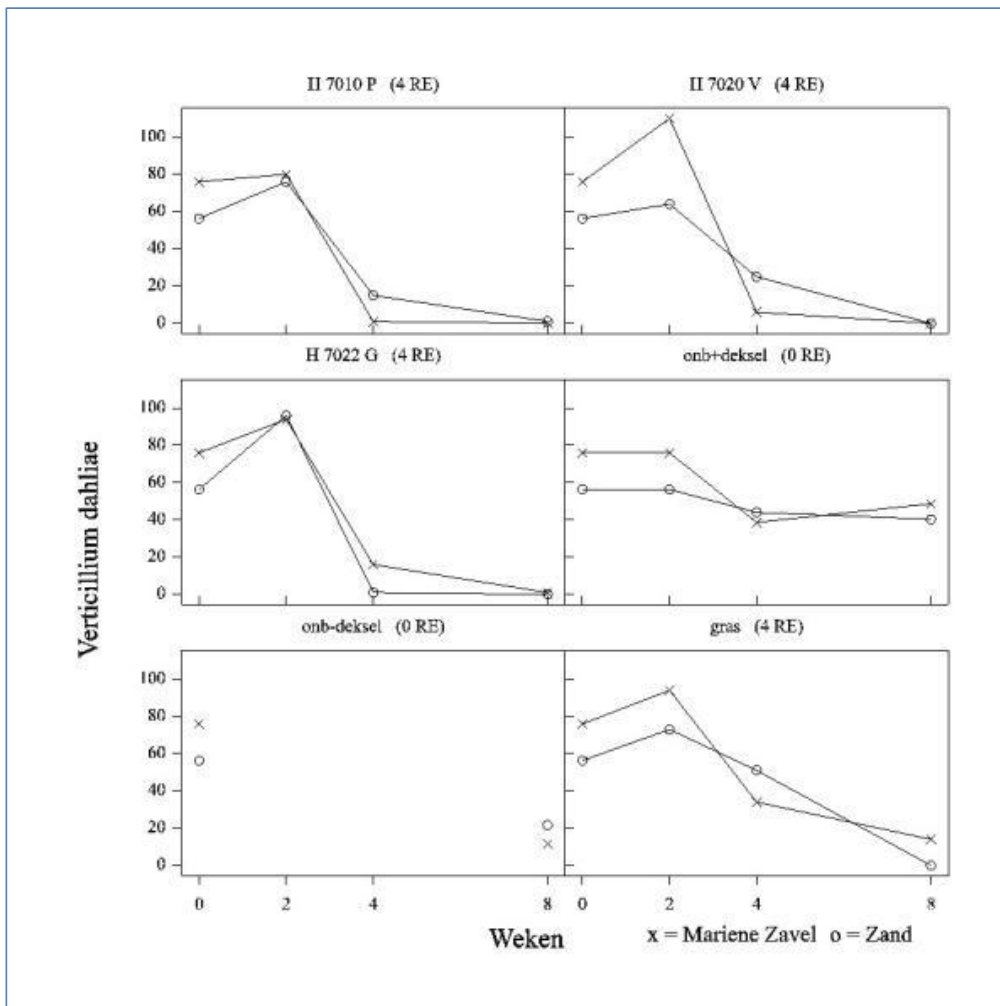
- Na twee weken behandeltijd bij 16°C is in zandgrond het aantal juvenielen veel hoger dan in de open emmers met grond. Mogelijk heeft de deksel ACA op de een of andere manier beschermd tegen ongunstige invloeden. Dit effect is niet in de mariene zavel waargenomen. Bij 8°C is dit fenomeen bij beide grondsoorten waargenomen gedurende de eerste twee weken.
- Na 4 weken of langer is dit effect verdwenen en is het aantal juvenielen bij 16°C hooguit 50% lager dan in de grond van de open emmers.
- Bij 8°C is er in beide grondsoorten geen enkele effectiviteit geconstateerd tegen ACA door afsluiting van de emmers met grond.

Samengevat kan worden gesteld dat de effecten tegen ACA bij 16°C voor een groot deel en bij 8°C volledig zijn toe te schrijven aan product H 7022.

3.4 *Verticillium dahliae*

Proefjaar 2009

In onderstaande figuur 3.4a is de effectiviteit weergegeven van de diverse objecten tegen *Verticillium dahliae* (Vd) in zavel en zand bij 16°C grondtemperatuur. De toegepaste dosering is 4 gram Ruw Eiwit per liter grond. Op de x-as staat de behandeltijd in weken en op de y-as het aantal vitale microsclerotiën per object.



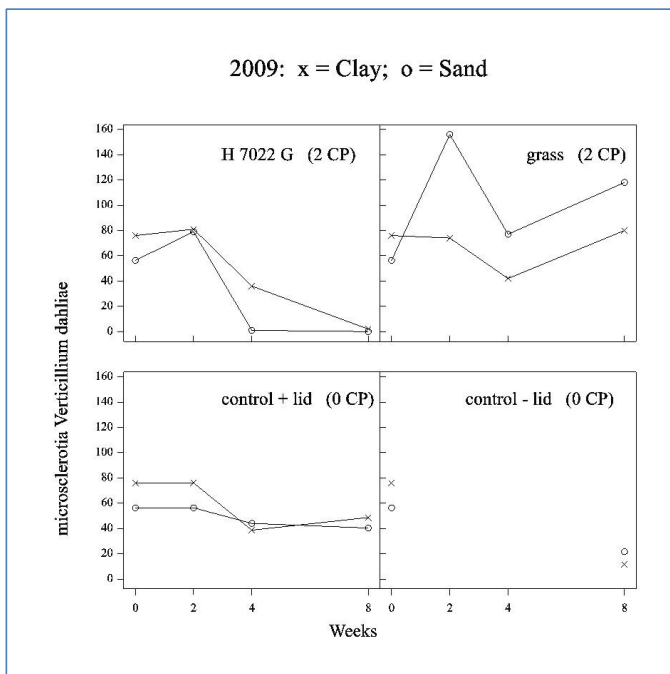
Figuur 3.4a Effectiviteit behandelingen tegen *V. dahliae* bij 16°C.

Uit de figuur blijkt dat:

- De natuurlijke sterfte (onb-deksel) van reële omvang is. In de literatuur wordt de natuurlijke sterfte als verwaarloosbaar beschouwd over een periode van 8 weken. Met die reden is er alleen op tijdstip 0 weken en na 8 weken vastgesteld wat het aantal vitale microsclerotiën is. In beide grondsoorten is het aantal vitale microsclerotiën (m.s.) van Vd na 8 wk echter beduidend lager dan na 0 wk.

- In de emmers met deksel (minder aerobe condities), zonder toegevoegd product is na 4 weken in zavelgrond een lichte afname te zien maar in zandgrond is de afname marginaal. Deze variatie is waarschijnlijk te verklaren als natuurlijke variatie van het aantal microsclerotiën in het inoculum tomatenstengels. In elke gram gedroogd, vermalen en gehomogeniseerd stengelmateriaal is veel variatie in aantallen microsclerotiën aanwezig.
Als de waarneming na 4 weken niet wordt meegenomen in de grafiek en de trend wordt gevolgd dan is het verschil in afname tussen mariene zavel en zand marginaal. Beide lijnen lopen dan praktisch parallel.
- Na toevoeging van de diverse producten is het aantal gedetecteerde microsclerotiën na 2 weken behandeltijd hoger dan na 0 weken. De waarde op tijdstip 0 bestaat uit het uitgangsmateriaal dat niet in de emmers is ingebracht, maar is bewaard onder geconditioneerde omstandigheden (In een plastic zak, onder donkere omstandigheden bij 7°C). De toename in het aantal vitale microsclerotiën kan worden verklaard door de afbraak van stengelmateriaal waardoor individuele microsclerotiën die eerder waren ingesloten in het stengelmateriaal nu wel vrij komen uit het stengelweefsel. Daarnaast komen microsclerotiën ook vaak geclusterd voor. De clusters kunnen dan in eerste instantie gescoord worden als een individuele microscleroot. Bij het uiteenvallen van dit cluster worden de individuele microsclerotiën, die dus eerder deel uitmaakten van het cluster, wel separaat geteld.
- Geen enkel toegepast product geeft na 2 weken effectiviteit.
- Na 4 weken daalt de vitaliteit van de populaties *Verticillium dahliae* sterk na toevoeging van H 7010, H 7020 en H 7022. Na 8 weken zijn de populaties *V. dahliae* vrijwel geëlimineerd.
- De afname na 4 weken is na toevoeging van een dubbele praktijkdosering gras minder sterk. Na 8 weken is de populatie in zand vrijwel volledig gedood maar in zavelgrond reesteren nog vitale microsclerotiën van *Verticillium dahliae*.
- De verschillen in effectiviteit tegen *Verticillium dahliae* tussen marine zavel en zandgrond zijn klein.

In onderstaande figuur 3.4b is het effect weergegeven van 2RE (CP) H 7022 en een praktijkdosering gras 40 ton/ha tegen *Verticillium dahliae*.

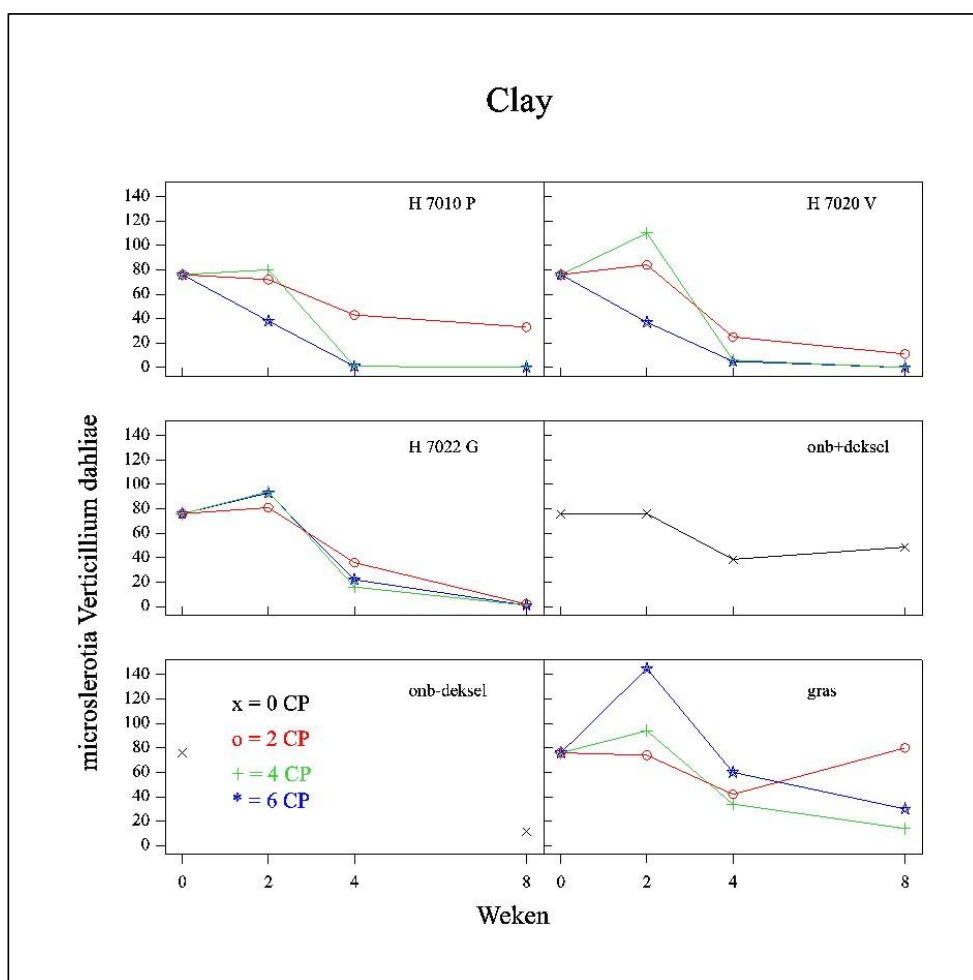


Figuur 3.4b Effectiviteit van H 7022 en gras tegen *V. dahliae* bij 16°C.

Uit deze figuur blijkt dat :

- Bij BGO met H 7022 in zandgrond de microsclerotiën van *V. dahliae* na 4 weken volledig zijn gedood en in zavelgrond na 8 weken.
- BGO met de praktijkdosering gras geen dodend effect heeft op *V. dahliae* bij beide grondsoorten.
- Bij beide controles lijkt er een tendens naar afname van het aantal vitale microsclerotiën van *V. dahliae* na 8 weken.

In onderstaande figuren 3.4 c en d is het populatieverloop weergegeven van *V. dahliae* per dosering 2, 4 en 6 gram Ruw Eiwit (RE) per liter grond voor zavel en zand. Bij gras is enkele, dubbele en driedubbele praktijkdosering toegepast.

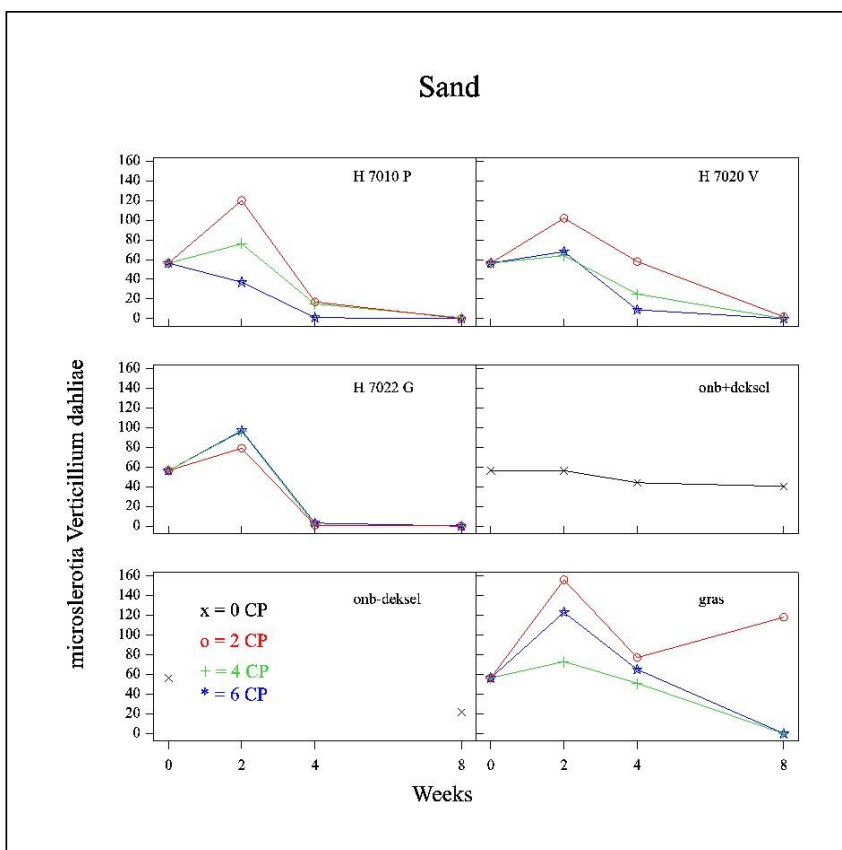


Figuur 3.4c Effectiviteit van organische producten tegen *V. dahliae* in mariene zavel (lichte mariene zeekei).

Uit de figuur blijkt dat:

- Er een groot verschil bestaat tussen het inoculum (onb-deksel, 0 RE, 0wk) en het aantal vitale microsclerotiën in de grond in open emmers na 8 weken. Onder aerobe omstandigheden is er dus sprake van een forse mate van natuurlijke sterfte van de microsclerotiën van *V. dahliae*. In de discussie wordt hierop ingegaan.

- In de controle met deksel maar zonder product (ORE) is na 4 weken een afname te zien in vitale microsclerotiën. Als de trend van deze grafiek wordt bekeken en wordt vergeleken met de controle onder aerobe omstandigheden (onbehandeld zonder deksel) lijkt het verschil tussen beide controles ten aanzien van de afname van het aantal vitale microsclerotiën verwaarloosbaar.
- Bij product H 7010 en H 7020 geeft de hoogste dosering het snelste en beste resultaat. Het eindresultaat is voor 4 en 6 RE gelijk, maar is bij 2 RE minder goed.
- Na toevoeging van product H 7022 geven alle 3 doseringen een gelijkwaardig resultaat. Mogelijk is een lagere dosering H 7022 bij deze grondsoort ook al voldoende voor een afdoend effect tegen *Verticillium dahliae* na 8 weken.
- Na toevoeging van gras zijn de resultaten na 4 weken voor alle doseringen gelijkwaardig. Na 8 weken blijken alle doseringen onvoldoende effectief. Ook bij toepassing van een dosering van 4 en 6 gram ruw eiwit per liter grond is namelijk geen volledige doding waarneembaar
- Uit de resultaten blijkt dat het effect van H7022 minder afhankelijk is van de toegepaste dosering dan de andere geteste producten. Vanuit het oogpunt van bestrijding van *V. dahliae* lijkt H 7022 het beste resultaat te geven.
- Een dosering van 2 gram ruw eiwit per liter grond is onvoldoende effectief tegen *Verticillium dahliae* bij toepassing van de producten H7010 en H7020. Ook bij toepassing van gras is een praktijkdosering (aangeduid als 2 RE) niet voldoende. Bij een dosering van 2 gram ruw eiwit per liter grond van product H 7022 is er wel een goed resultaat te behalen tegen *V. dahliae*.



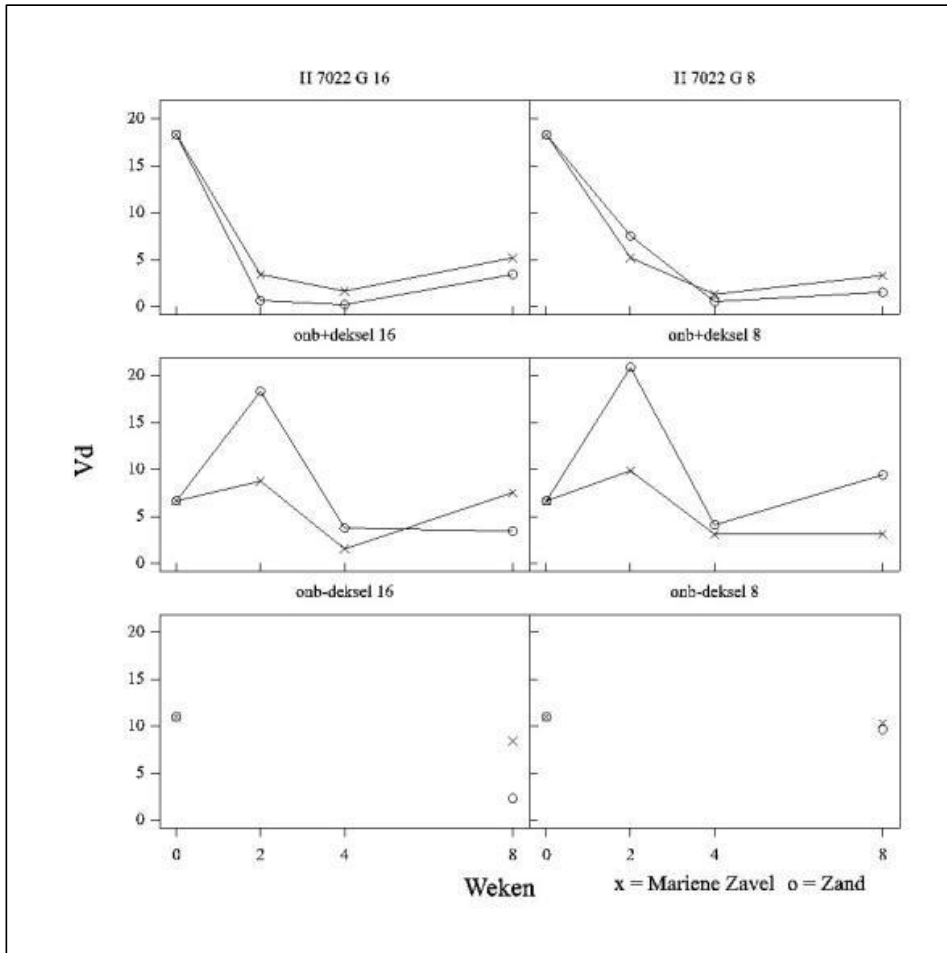
Figuur 3.4d Effectiviteit van organische producten tegen *V. dahliae* in zand.

Uit de figuur blijkt dat:

- Ook bij de experimenten met grondsoort zand is een verschil vast te stellen in aantallen vitale microsclerotiën van *Verticillium dahliae* in het uitgangsmateriaal afkomstig uit de tomatenstengels (onb-deksel, 0 RE, 0wk) en het aantal vitale microsclerotiën in de grond in open emmers na 8 weken.
- In de controle met deksel maar zonder product (0 gram ruw eiwit per liter grond) is na 4 weken onder anaerobe omstandigheden een zeer lichte afname te zien in vitale microsclerotiën. De afname in aantallen vitale microsclerotiën in de onafgedekte controle (onb-deksel, 0 RE) is sterker in vergelijking met de controle met deksel.
- Bij product H 7010 en H 7020 geeft de hoogste dosering het snelste en beste resultaat maar de onderlinge verschillen na 4 weken zijn klein bij H 7010. Het eindresultaat na 8 weken is voor 2, 4 en 6 gram ruw eiwit per liter grond gelijk voor beide producten.
- Net als bij de grondsoort mariene zavel, geldt bij zand dat na toevoeging van product H 7022 alle doseringen een gelijkwaardig resultaat geven. Daarmee is H 7022 minder afhankelijk van de dosering dan de andere geteste producten. Na 4 weken onder anaerobe omstandigheden is H 7022 het meest effectief ook bij de laagste dosering. Mogelijk is een lagere dosering H 7022 dan de geteste doseringen bij deze grondsoort al voldoende voor een afdoend effect tegen *Verticillium dahliae*. Vanuit het oogpunt van *Verticillium*-bestrijding lijkt H 7022 het beste product te zijn om toe te passen.
- Na toevoeging van gras zijn de resultaten na 4 weken voor alle doseringen vrijwel gelijk, maar onvoldoende. Na 8 weken blijkt '2 RE' per liter grond onvoldoende effectief (=praktijkdosering), maar laten doseringen van 4 en 6 gram ruw eiwit per liter grond wel een goed effect zien.

Proefjaar 2010

In onderstaande figuur 3.4e is de effectiviteit weergegeven van organisch product H 7022 G tegen *Verticillium dahliae* (Vd) in zavel en zand bij 16°C en 8°C grondtemperatuur. De toegepaste dosering is 4 gram Ruw Eiwit per liter grond. Op de x-as staat de behandeltime in weken en op de y-as het aantal microsclerotiën per object.



Figuur 3.4e Effectiviteit van 4 RE H 7022 G tegen *Verticillium dahliae*; aantallen vitale microsclerotïen per object.

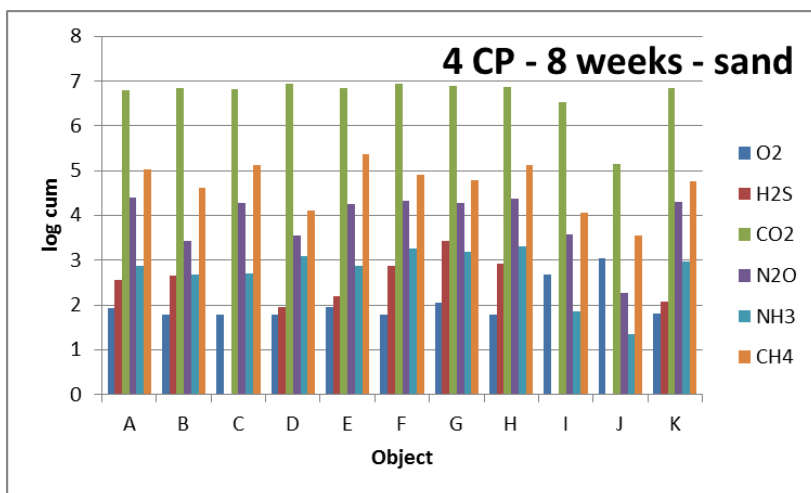
Uit de figuur blijkt dat:

- Na toevoeging van product H 7022 is het aantal vitale microsclerotïen na 2 weken bij 16°C en na 4 weken bij 8°C met minimaal 75% afgenomen. Bij 8°C verloopt de afname in vitaliteit van de microsclerotïen langzamer dan bij 16°C.
- Verlenging van de behandeltijd verhoogt daarna de effectiviteit van het product niet verder. De aantallen microsclerotïen zijn dan ook heel laag (tussen 0 en 5). De aantallen microsclerotïen in het inoculum van 2010 waren ook vele malen lager dan de aantallen in de tomatenstengels van 2009.
- In de onbehandelde zandgrond in emmers met deksel is de spreiding zeer groot in de loop van de behandeltijd. In de zavelgrond is de spreiding beperkter maar ook aanwezig.
- In onbehandelde grond zonder deksel is alleen na 8 weken onderzocht of er sprake is van natuurlijke sterfte. In de zavelgrond bleek de vitaliteit van *Verticillium dahliae* redelijk stabiel te zijn. In zandgrond is bij 16°C wel een afname van het aantal vitale microsclerotïen te zien.

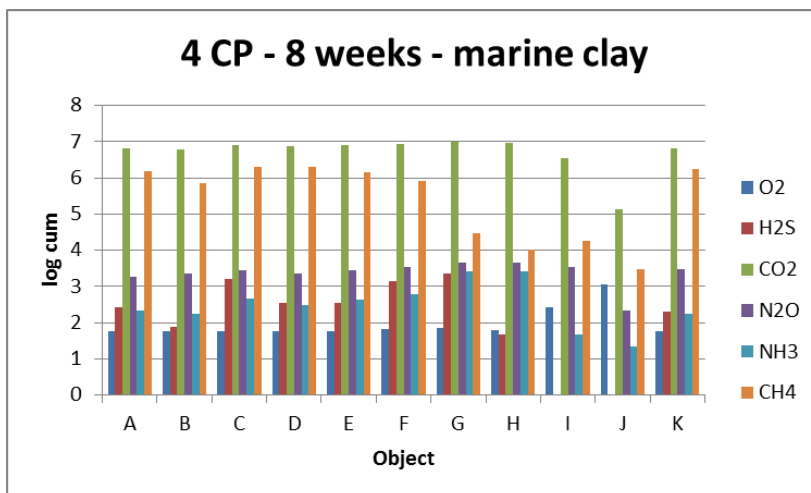
3.5 Gasmetingen

Proefjaar 2009

In de figuren 3.5.1 staan de logaritmen van de cumulatieve waarden (log cum) van 15 metingen gedurende 8 weken behandelijd weergegeven van de geproduceerde gassen bij de diverse objecten in dekzand (a) en in mariene zavel (b) bij een dosering van 4 RE. Alle gassen zijn in ppm gemeten behalve O₂ dat als percentage (%) is gemeten. De objecten A tot en met H zijn gedefinieerde organische producten, object K is gras. De controles zijn object I (emmer met deksel) en J (emmer zonder deksel).



Figuur 3.5.1a Cumulatieve waarden van gassen geproduceerd in dekzand gedurende 8 weken behandelijd.



Figuur 3.5.1b Cumulatieve waarden van gassen geproduceerd in dekzand gedurende 8 weken behandelijd.

Deze figuren geven een beeld van de verschillende hoeveelheden geproduceerde gassen bij de diverse objecten:

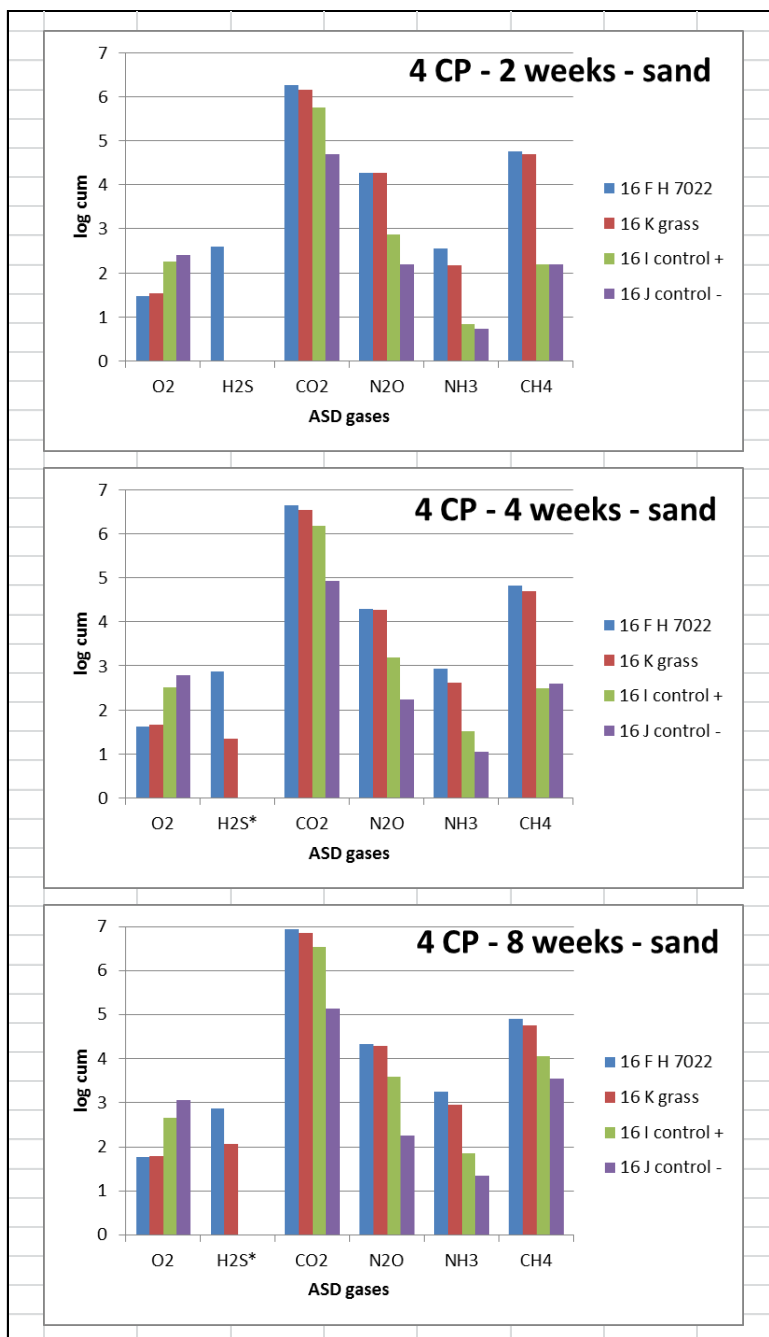
- In open emmers is de O₂ waarde het hoogst, afsluiting van de emmer geeft al een O₂ daling. Met ingewerkt organisch product is de consumptie van O₂ nog groter geweest.
- H₂S wordt niet in de controles geproduceerd en in zand ook niet bij product C.

- CO₂ is het hoogst na het inwerken van organisch product.
- N₂O wordt het meest in zandgrond geproduceerd.
- NH₃ wordt ook het meest in zandgrond geproduceerd.
- CH₄ ontstaat het meest in zavel.

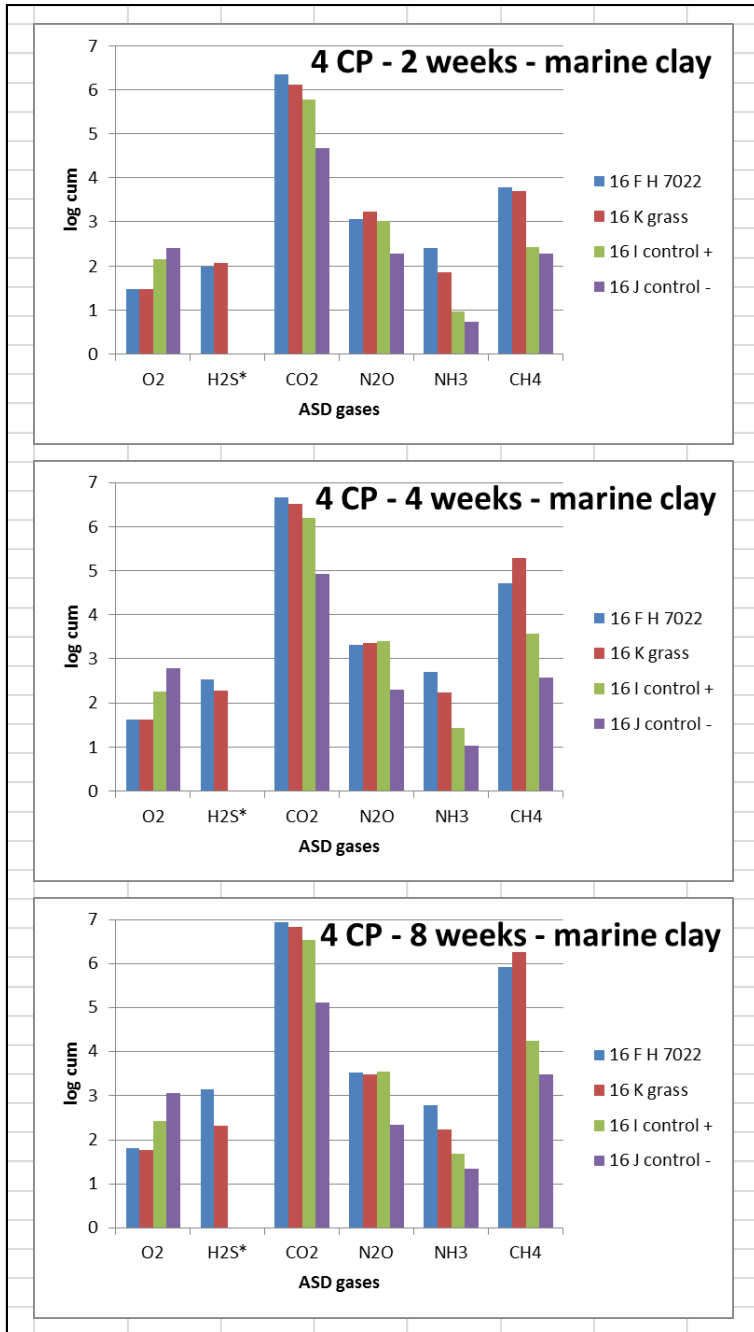
In de figuren 3.5.1 staan de cumulatieve waarden na 8 weken behandeltijd weergegeven van de diverse geproduceerde gassen bij de objecten H 7022 en gras bij dosering 4 RE in zand (c) en in mariene zavel (d).

Uit deze figuren blijkt dat:

- Na toevoeging van product H 7022 wordt **in zand** al gedurende de eerste twee weken H₂S geproduceerd terwijl bij gras na 4 weken de productie pas zichtbaar is en op een lager peil blijft gedurende de hele behandeltijd. Ook de totale productie van NH₃ blijft bij gras achter ten opzichte van H 7022.
- Na toevoeging van zowel gras als product H 7022 wordt **in mariene zavel** al gedurende de eerste twee weken H₂S geproduceerd. De productie van H₂S gaat bij 7022 vervolgens nog door maar stagneert bij gras. De totale productie van NH₃ blijft bij gras achter ten opzichte van H 7022.



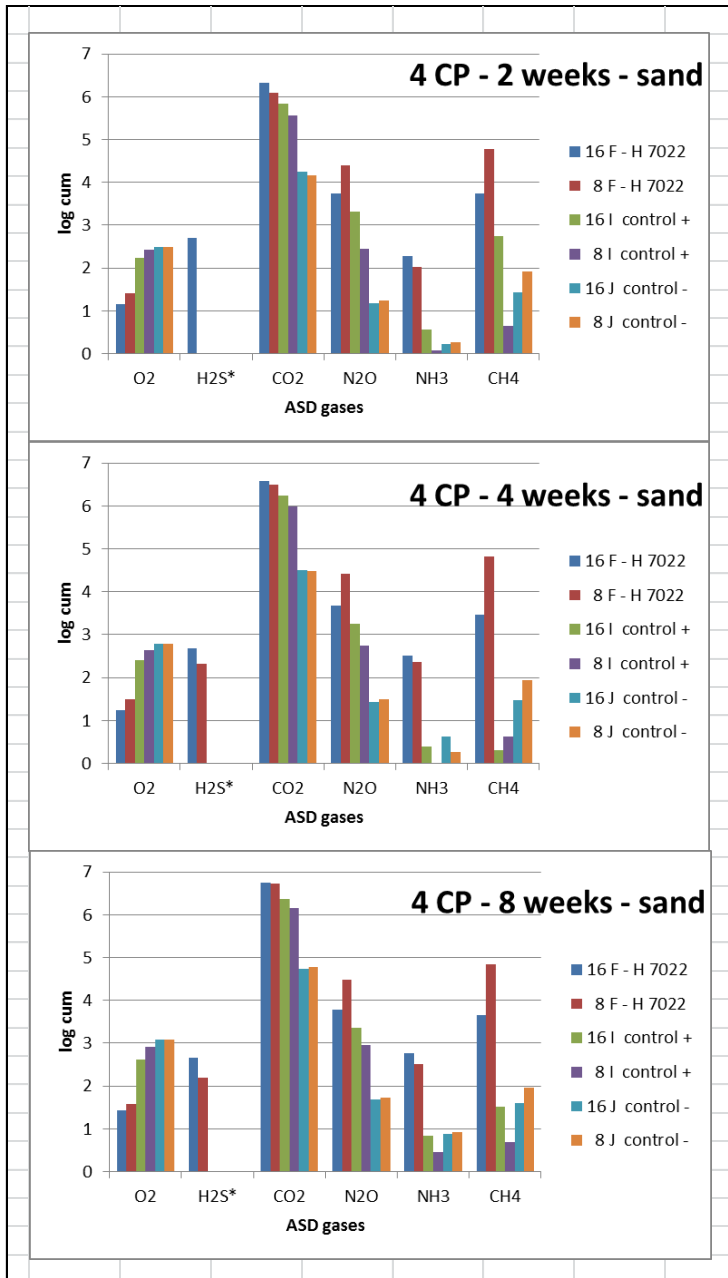
Figuur 3.5.1c Cumulatieve waarden van gassen geproduceerd door H 7022 en gras in zand.



Figuur 3.5.1d Cumulatieve waarden van gassen geproduceerd door H 7022 en gras in mariene zavel.

Proefjaar 2010

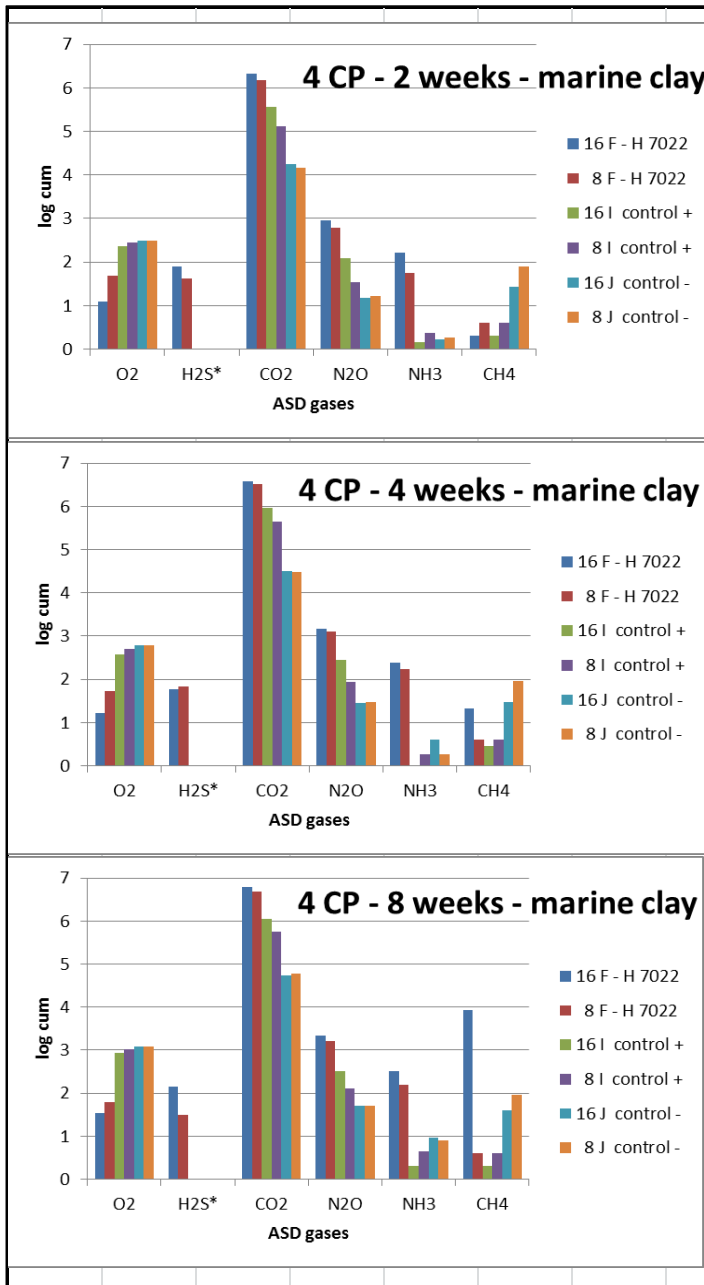
In figuur 3.5.2a staan de geproduceerde gassen in 2010 in zand bij een dosering van 4 RE.



Figuur 3.5.2a cumulatieve gasproductie in zand; 4 CP= 4 RE.

In **zand** wordt bij 8°C uiteindelijk minder O₂ geconsumeerd, minder H₂S en NH₃ geproduceerd en meer N₂O en CH₄ dan bij 16°C. De waarde voor CO₂ is na 8 weken gelijk voor beide temperaturen.

In figuur 3.5.2b staan de geproduceerde gassen in 2010 in mariene zavel bij dosering 4 RE.

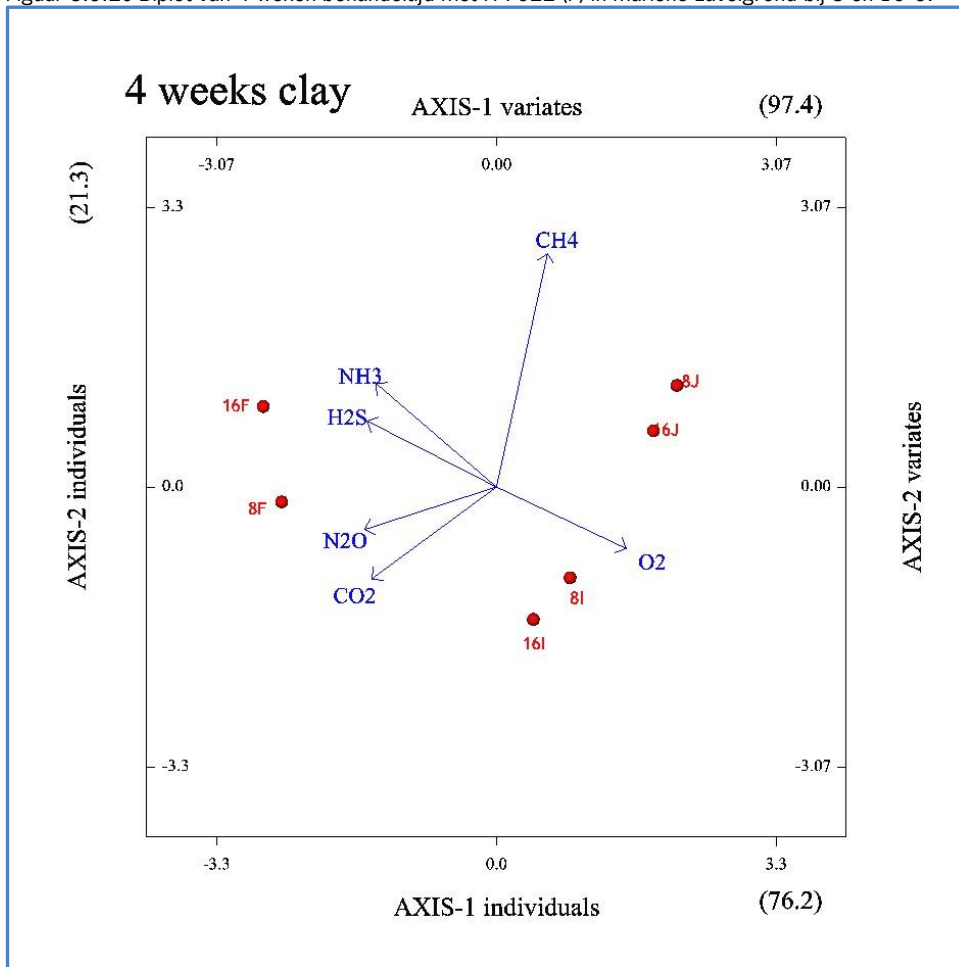


Figuur 3.5.2b Cumulatieve gasproductie in zavel; 4 CP = 4 RE.

In **mariene zavel** wordt uiteindelijk bij 8°C minder O₂ geconsumeerd, iets minder H₂S, NH₃, CO₂ en N₂O en minder CH₄ geproduceerd dan bij 16°C.

In onderstaande biplot figuren staan de 10log van de gemiddelde cumulatieve waarden weergegeven van de gemeten geproduceerde gassen van de diverse behandelingen; F is product H 7022, I is controle met deksel en J is controle zonder deksel. De temperaturen in de proef zijn 8 en 16°C. In tabel 3.5.2 onder de biplots zijn de bijbehorende waarden weergegeven.

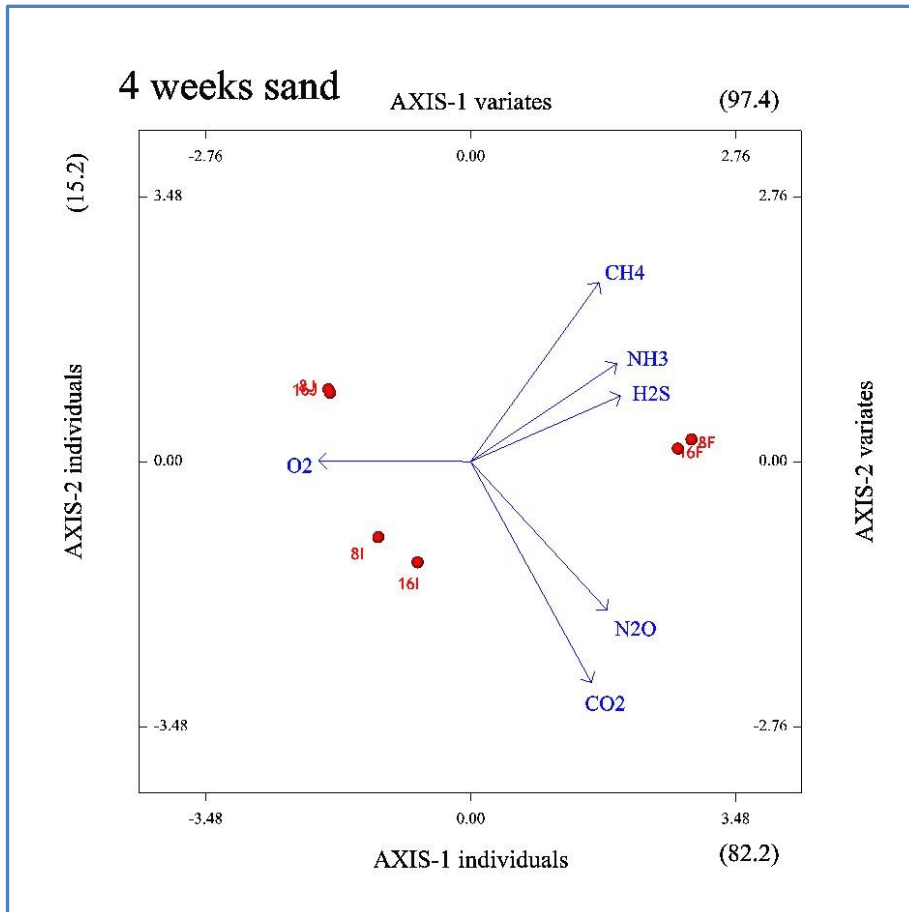
Figuur 3.5.2c Biplot van 4 weken behandeltijd met H 7022 (F) in mariene zavelgrond bij 8 en 16°C.



Conclusies mariene zavel:

- De productie van O₂ staat loodrecht op de productie van NH₃, H₂S; als NH₃ en H₂S worden geproduceerd dan wordt O₂ geconsumeerd.
- In de open emmers (J) is iets meer O₂ aanwezig dan in de afgesloten emmers (I).
- Na toevoeging van H 7022 (F) vermindert O₂ maar wordt NH₃ en H₂S geproduceerd, net als N₂O CO₂ en CH₄.
- Zonder organische product F ontstaat geen H₂S en NH₃ in afgesloten emmers.
- Product H 7022 (F) consumeert bij 16°C meer O₂ dan bij 8°C.
- Product H 7022 (F) produceert bij 16°C meer H₂S, NH₃ en CH₄ dan bij 8°C.
- Product H 7022 (F) produceert bij 16°C weinig meer CO₂ en N₂O dan bij 8°C .

Figuur 3.2.d Biplot van 4 weken behandeltijd in dekzandgrond.



Conclusies dekzand:

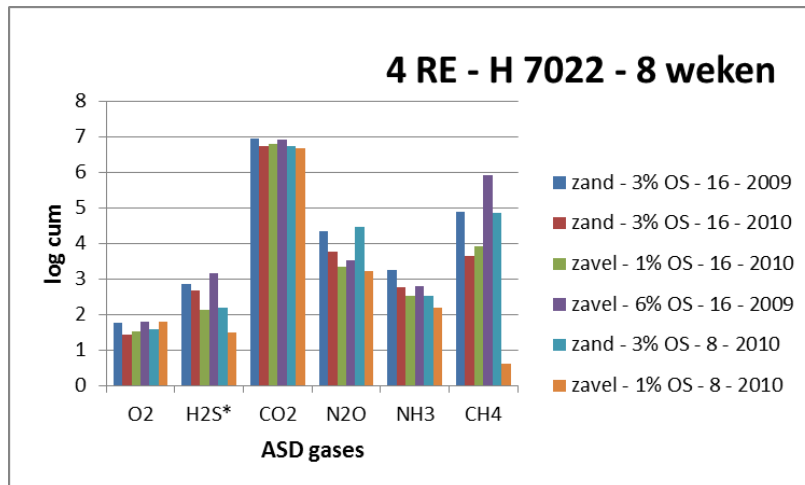
- De productie van O_2 staat tegenover de productie van alle andere gassen; naarmate O_2 lager wordt, wordt de integraalwaarde van de andere gassen hoger.
- Na toevoeging van H 7022 (F) vermindert O_2 maar wordt NH_3 en H_2S geproduceerd, net als N_2O CH_4 en CO_2 .
- In de open emmers (J) is meer O_2 aanwezig dan in de afgesloten emmers (I).
- Product H 7022 (F) consumeert bij $16^\circ C$ meer O_2 dan bij $8^\circ C$.
- Product H 7022 (F) produceert bij $16^\circ C$ meer H_2S en NH_3 dan bij $8^\circ C$.
- Product H 7022 (F) produceert bij $16^\circ C$ evenveel CO_2 als bij $8^\circ C$.
- Product H 7022 (F) produceert bij $16^\circ C$ minder N_2O en CH_4 dan bij $8^\circ C$.
- Zonder product F ontstaan geen H_2S en NH_3 .

Tabel 3.5.2 Gemiddelde van cumulatieve waarden van gasmetingen (10log). Alle gassen zijn gemeten in ppm behalve O₂ (%).

2 weeks sand						
Object	O2	H2S	CO2	N2O	NH3	CH4
8F	1.42	0.00	6.09	4.40	2.04	4.78
8I	2.43	0.00	5.57	2.45	0.09	0.65
8J	2.50	0.00	4.16	1.23	0.27	1.91
16F	1.15	2.70	6.31	3.75	2.29	3.75
16I	2.23	0.00	5.84	3.32	0.57	2.75
16J	2.50	0.00	4.25	1.17	0.22	1.44
4 weeks sand						
Object	O2	H2S	CO2	N2O	NH3	CH4
8F	1.49	2.33	6.48	4.42	2.37	4.81
8I	2.64	0.00	5.99	2.74	-0.05	0.62
8J	2.78	0.00	4.49	1.49	0.27	1.94
16F	1.25	2.69	6.59	3.68	2.51	3.46
16I	2.40	0.00	6.24	3.25	0.40	0.30
16J	2.78	0.00	4.51	1.44	0.62	1.47
8 weeks sand						
Object	O2	H2S	CO2	N2O	NH3	CH4
8F	1.57	2.19	6.73	4.47	2.52	4.85
8I	2.91	0.00	6.15	2.95	0.46	0.69
8J	3.08	0.00	4.78	1.73	0.93	1.96
16F	1.42	2.66	6.74	3.78	2.76	3.66
16I	2.62	0.00	6.37	3.36	0.83	1.52
16J	3.08	0.00	4.74	1.69	0.88	1.59
2 weeks light marine clay						
Object	O2	H2S	CO2	N2O	NH3	CH4
8F	1.69	1.63	6.17	2.79	1.76	0.60
8I	2.45	0.00	5.12	1.53	0.38	0.60
8J	2.50	0.00	4.16	1.23	0.27	1.91
16F	1.10	1.90	6.32	2.97	2.21	0.30
16I	2.37	0.00	5.57	2.09	0.16	0.30
16J	2.50	0.00	4.25	1.17	0.22	1.44
4 weeks light marine clay						
Object	O2	H2S	CO2	N2O	NH3	CH4
8F	1.73	1.84	6.52	3.10	2.24	0.60
8I	2.71	0.00	5.64	1.94	0.27	0.60
8J	2.78	0.00	4.48	1.48	0.27	1.96
16F	1.22	1.78	6.58	3.16	2.38	1.32
16I	2.58	0.00	5.96	2.45	-0.11	0.45
16J	2.78	0.00	4.51	1.46	0.61	1.47
8 weeks light marine clay						
Object	O2	H2S	CO2	N2O	NH3	CH4
8F	1.79	1.50	6.69	3.21	2.19	0.60
8I	3.01	0.00	5.76	2.11	0.65	0.60
8J	3.08	0.00	4.77	1.70	0.89	1.96
16F	1.53	2.14	6.79	3.35	2.52	3.93
16I	2.95	0.00	6.06	2.51	0.32	0.31
16J	3.08	0.00	4.74	1.70	0.96	1.61

Met opmaak: Nederlands (standaard)

In figuur 3.5.2e is de gasproductie door product H 7022 G (object F) vergeleken onder verschillende omstandigheden zoals grondsoort, gehalte aan organische stof, grondtemperatuur en proefjaren.



Figuur 3.5.2e Gasproductie door H 7022 G bij twee grondsoorten, drie organische stof gehalten (OS) en twee bodemtemperaturen (8 en 16°C).

Uit de figuur blijkt dat:

- O₂ consumptie voor alle omstandigheden op hetzelfde niveau is.
- De productie van H₂S het hoogste is bij 6% OS en 16°C en het laagste bij 1% OS en 8°C, beide in mariene zavelgrond.
- De productie van CO₂ ligt vrijwel op hetzelfde niveau voor alle behandelingen.
- De productie van N₂O het hoogste is bij 3% OS en 8°C in zand en het laagste bij 1% OS en 8°C in mariene zavel.
- De productie van NH₃ het hoogste is bij 3% OS en 16°C in zand en het laagste bij 1% OS en 8°C in mariene zavel.
- De productie van CH₄ het hoogste is bij 6% OS en 16°C en vrijwel niet aanwezig is bij 1% OS en 8°C, beide in mariene zavelgrond.

Een lage bodemtemperatuur in combinatie met een laag organisch stof gehalte lijken ongunstig te zijn voor een optimale omzetting van product H 7022.

Gassen en effectiviteit

Per doelorganisme is met model selectie, met behulp van GenStat procedure RSEARCH, onderzocht welke modellen het hoogste percentage verklaarde variantie geven. In de tabel staat onder 'Totaal' het percentage verklaarde variantie. Vervolgens is een regressie analyse uitgevoerd.

BIC (Bayes informatie criterium) is een criterium dat eenvoudige modellen selecteert in vergelijking met andere criteria en is daarom gekozen als selectiecriteria om het beste model te selecteren.

In tabel 3.5.3a wordt als voorbeeld de multiple regressie voor de gassen ten aanzien van *P. penetrans* in zandgrond in proefjaar 2009 weergegeven, waar 2 gassen als mogelijk verklarend worden beschouwd; NH₃ (69.46%) en H₂S (52.11%). Gezamenlijk leveren deze gassen een verklarend percentage van 77.01% (Best subset with 2 terms).

Tabel 3.5.3a Multiple regressie voor *P. penetrans* in zand in 2009.

Multiple regression sand 2009 Pp									
All possible subset selection					Response variate: Pp				
Distribution: Poisson					Link function: Log				
Number of units: 93					Forced terms: Constant				
=====									
Best subsets with 1 term									
Adjusted	Cp	Df	cum_o2	cum_co2	cum_n2o	cum_nh3	cum_h2s	cum_ch4	
69.46	51.90	2	-	-	-	.000	-	-	
52.11	131.91	2	-	-	-	-	.000	-	
40.65	184.81	2	-	.000	-	-	-	-	
32.67	221.61	2	.000	-	-	-	-	-	
18.15	288.59	2	-	-	.000	-	-	-	
14.77	304.18	2	-	-	-	-	-	.000	
Best subsets with 2 terms									
Adjusted	Cp	Df	cum_o2	cum_co2	cum_n2o	cum_nh3	cum_h2s	cum_ch4	
77.01	17.91	3	-	-	-	.000	.000	-	
72.11	40.26	3	-	.003	-	.000	-	-	
70.93	45.64	3	.020	-	-	.000	-	-	
69.23	53.40	3	-	-	.571	.000	-	-	
69.15	53.78	3	-	-	-	.000	-	.775	
62.91	82.23	3	-	-	.000	-	.000	-	
62.54	83.92	3	.000	-	-	-	-	.000	
59.73	96.72	3	-	.000	-	-	.000	-	
Best subsets with 3 terms									
Adjusted	Cp	Df	cum_o2	cum_co2	cum_n2o	cum_nh3	cum_h2s	cum_ch4	
78.81	10.59	4	-	.004	-	.000	.000	-	
77.92	14.62	4	.032	-	-	.000	.000	-	
77.02	18.69	4	-	-	.308	.000	.000	-	
76.95	19.01	4	-	-	-	.000	.000	.381	
73.16	36.09	4	.036	.005	-	.000	-	-	
72.13	40.76	4	-	.002	-	.000	-	.306	
71.80	42.25	4	-	.003	.940	.000	-	-	
70.65	47.45	4	.020	-	-	.000	-	.717	
Best subsets with 4 terms									
Adjusted	Cp	Df	cum_o2	cum_co2	cum_n2o	cum_nh3	cum_h2s	cum_ch4	
79.48	8.56	5	.052	.007	-	.000	.000	-	
79.08	10.33	5	-	.002	-	.000	.000	.148	
78.62	12.40	5	-	.007	.674	.000	.000	-	
77.87	15.73	5	.033	-	-	.000	.000	.376	
77.72	16.41	5	.055	-	.669	.000	.000	-	
76.78	20.60	5	-	-	.558	.000	.000	.785	
73.35	35.89	5	.027	.002	-	.000	-	.205	
72.96	37.62	5	.031	.004	.560	.000	-	-	
Best subsets with 5 terms									
Adjusted	Cp	Df	cum_o2	cum_co2	cum_n2o	cum_nh3	cum_h2s	cum_ch4	
79.85	7.87	6	.039	.003	-	.000	.000	.108	
79.24	10.56	6	.059	.008	.939	.000	.000	-	
78.98	11.73	6	-	.002	.453	.000	.000	.117	
77.62	17.69	6	.040	-	.842	.000	.000	.426	
74.27	32.46	6	.005	.000	.044	.000	-	.021	
67.42	62.69	6	.009	.032	.092	-	.000	.940	
Best subsets with 6 terms									
Adjusted	Cp	Df	cum_o2	cum_co2	cum_n2o	cum_nh3	cum_h2s	cum_ch4	
80.27	7.00	7	.011	.001	.094	.000	.000	.021	

In tabel 3.5.3b is een totaaloverzicht gegeneerd van de geproduceerde gassen in relatie tot de effectiviteit. Elk gas dat de verklaarde variantie ten opzichte van de vorige set gassen met tenminste 5% verhoogt is opgenomen in deze tabel. Als bijvoorbeeld bij twee gassen de variantie voor tenminste 5% hoger verklarend kan zijn voor de effectiviteit ten opzichte van één gas, dan staan deze twee gassen vermeld in de tabel.

Tabel 3.5.3b Percentage verklaarde variantie voor effectiviteit; per gas afzonderlijk en totaal voor vermelde gassen.

Grondsoort, proefjaar en doelorganisme	Percentage verklaarde variantie totaal en per gas afzonderlijk (%)						
	Totaal	cum O ₂	cum CO ₂	cum N ₂ O	cum NH ₃	cum H ₂ S	cum CH ₄
Zand, 2009, <i>P. penetrans</i>	77.01				57	43	
Zand, 2009, <i>V. dahliae</i>	67.52	0		10	90		
Zavel, 2009, <i>P. penetrans</i>	61.50	50			50		
Zavel, 2009, <i>V. dahliae</i>	64.74	5	53			42	
Zand, 2010, <i>P. penetrans</i>	54.93					100	
Zand, 2010, <i>M. hapla</i>	31.68					100	
Zand, 2010, <i>G. pallida</i>	50.23					100	
Zand, 2010, <i>V. dahliae</i>	55.72					100	
Zavel, 2010, <i>P. penetrans</i>	69.34					100	
Zavel, 2010, <i>M. hapla</i>	81.01					100	
Zavel, 2010, <i>G. pallida</i>	68.35					100	
Zavel, 2010, <i>V. dahliae</i>	31.82		100				

Uit de tabel blijkt dat:

- O₂ afzonderlijk geen bijdrage lijkt te leveren aan de doding van *Verticillium dahliae* in zand, maar wel kan bijdragen aan verhoging van de totaal verklaarde variantie.
- O₂ de effectiviteit tegen *P. penetrans* voor een deel kan verklaren in zavelgrond.
- NH₃ alleen in 2009 in zand de grootste invloed lijkt te hebben op de effectiviteit.
- H₂S in beide grondsoorten van belang lijkt voor de effectiviteit met een maximaal percentage van 81% in de mariene zavelgrond in 2010 tegen *M. hapla*.
- Verklarende percentages van 40% per gas of lager worden als niet relevant beschouwd.
- De klimaatgassen CH₄ en N₂O lijken niet of nauwelijks verklarend voor de effectiviteit.
- De rol van CO₂ is uit deze resultaten niet duidelijk.
- In 2009 zijn acht gedefinieerde organische producten en gras ingewerkt en onderzocht op gasproductie. Dit leverde een scala aan variatie in gasproductie op en daarmee diverse relevante gassen. In 2010 is slechts één product (H 7022) onderzocht. Voor dit product is H₂S steeds het meest verklarende gas voor effectiviteit.

3.6 Vetzuurmetingen

In tabel 3.6.1 zijn de maximale concentraties van de gemeten vetzuren per object weergegeven na drie weken behandelijd met 4 RE product. De vetzuren zijn zowel in het centrum van de emmer als aan de zijkant op drie verschillende dieptes (boven, midden en onder) gemeten.

In de controle emmers zonder product zijn geen vetzuren aangetoond.

Tabel 3.6.1 Maximale vetzuurconcentraties na 3 weken met dosering 4 RE.

maximale concentraties (ppm) gemeten vetzuren in testproef				
emmer horizontaal	centrum	centrum	centrum	zijkant
emmer verticaal	onder	onder	boven	boven
object	H 7010	H 7010	H 7022	H7022
grondsoort	mariene zavel	dekzand	mariene zavel	dekzand
appelzuur	10	52	69	112
isoboterzuur	100	300	100	300
valeriaanzuur	100	100	<	<
iso-valeriaanzuur	600	400	<	<
citroenzuur	<	<	<	900
melkzuur (vrij)	<	<	200	300
mierenzuur	<	<	<	<
azijnzuur	3400	1700	5000	800
propionzuur	500	200	1000	100
boterzuur	300	800	1300	500

Uit de tabel blijkt dat:

- De uit de literatuur bekende effectieve vetzuren (iso)boterzuur, propionzuur, azijnzuur en (iso)valeriaanzuur zijn gemeten in de emmers met organisch producten.
- Meestal de hoogste concentraties in het centrum van de emmer worden gemeten maar ook regelmatig aan de zijkant.
- Overal in de emmers zijn vetzuren gevormd.
- Bemonstering boven in de emmers lijkt goed betrouwbaar en is waarschijnlijk het meest praktisch.

In tabel 3.6.2 staan de waarden van de vetzuren gemeten na 4 weken behandeltdijd met dosering 4 RE product.

Tabel 3.6.2 Vetzuurmetingen na 4 weken behandeltdijd met 4 RE product van de diverse objecten.

Code	Object	azijnzuur	propionzuur	boterzuur	isoboterzuur	iso-valeriaanzuur	citroenzuur	melkzuur (vrij)	C:N ratio producten
	4RE/4wk	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
zand	H 7010 P	600	< 100 ppm	200	< 100 ppm	100	< 100 ppm	< 100 ppm	3
zand	H 7011 P	100	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	3.3
zand	H 7012 S	700	100	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	600	5.4
zand	H 7020 V	900	100	200	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	5.4
zand	H 7022 G	700	< 100 ppm	200	< 100 ppm	< 100 ppm	300	< 100 ppm	10
zand	H 7030 B	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	235.5
zand	H 7060 P	300	< 100 ppm	400	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	> 1000
zand	H 7090 P	400	< 100 ppm	600	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	800	10
zand	onb + deksel	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	n.v.t.
zand	onb - deksel	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	n.v.t.
zand	gras	100	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	10
zand	inundatie	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	n.v.t.
zavel	H 7010 P	500	100	< 100 ppm	< 100 ppm	100	< 100 ppm	< 100 ppm	3
zavel	H 7011 P	200	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	3.3
zavel	H 7012 S	1200	100	100	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	5.4
zavel	H 7020 V	2400	500	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	5.4
zavel	H 7022 G	3300	600	800	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	10
zavel	H 7030 B	1300	100	300	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	235.5
zavel	H 7060 P	1300	100	4300	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	600	> 1000
zavel	H 7090 P	2700	200	2500	200	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	10
zavel	onb +deksel	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	n.v.t.
zavel	onb - deksel	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	n.v.t.
zavel	gras	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	10
zavel	inundatie	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	n.v.t.

Uit de tabel blijkt dat:

- De grondsoort lijkt sterk bepalend voor de aanwezigheid van vetzuren in de grond. Met name in de zavelgrond zijn op het analysmoment na 4 weken behandeltdijd hogere concentraties vetzuren aanwezig dan in de zandgrond. Omdat het een momentopname betreft kan niets worden gezegd over het verloop van de vetzuurproductie in de tijd. Het is mogelijk dat op een ander tijdstip de verhoudingen compleet anders liggen.
- Bij een C:N ratio van > 1000 is in zavelgrond de hoogste concentratie boterzuur aangetoond. Dit is opmerkelijk omdat in de literatuur een C:N ratio van 10 of lager als meest geschikt voor BGO wordt beschouwd. Omdat het slechts een eenmalige meting betreft na vier weken is niet bekend of in eerdere of latere fasen van het BGO-proces bij andere producten er nog hogere concentraties zijn ontstaan.
- Alle gedefinieerde producten produceren na 4 weken vetzuren behalve H 7030 B in zandgrond. Hieruit kan niet worden geconcludeerd dat er geen vetzuurproductie was, omdat er slechts eenmaal is gemeten. De product was, net als de andere gedefinieerde organische producten, effectief tegen *P. penetrans* en tegen *G. pallida*.
- De dubbele praktijkdosering gras heeft in zand tot een minimale concentratie azijnzuur geleid en in zavelgrond zijn helemaal geen vetzuren geconstateerd na 4 weken behandeltdijd.
- Na inundatie zijn na 4 weken behandeltdijd geen vetzuren aangetoond.
- De uitslagen moeten als indicatief worden beschouwd. Voor het begrijpen van het volledige proces van BGO is vetzuuranalyse gedurende de gehele behandeltdijd dringend gewenst.

4 Discussie en conclusie

4.1 *Pratylenchus penetrans*

4.1.1 Natuurlijke sterfte (emmer zonder deksel)

De natuurlijke sterfte van de juvenielen en adulten van *P. penetrans* in de mariene zavelgrond is in 2009 zeer hoog; slechts circa 10-20% van het berekende aantal toegevoegde nematoden blijkt na 2 weken behandeltdtijd nog vitaal in de grond aanwezig te zijn. Het is niet bekend of dit aan de inoculatietechniek ligt of dat het werkelijke aantal nematoden feitelijk lager was, want direct na inoculatie zijn geen grondmonsters genomen om de uitgangssituatie vast te stellen.

Eenzelfde trend is zichtbaar bij de dekzandgrond, waarin echter van nature ook al *P. penetrans* aanwezig was waardoor bij de start het aantal nematoden hoger was. In dekzand is het aantal vitale nematoden na 2 weken circa 20%.

Ditzelfde patroon is ook in 2010 zichtbaar met 50-75% afname in de eerste 2 weken en daarna stabiel. De aantallen blijven in beide grondsoorten gedurende het hele experiment van 8 weken in beide jaargangen op peil zodat de conclusie gerechtvaardigd lijkt dat hier geen sprake is van natuurlijke sterfte maar waarschijnlijk van een lagere beginbesmetting dan verondersteld. De effectiviteit van de behandelingen wordt gecorreleerd aan de aantallen nematoden in open emmers in onbehandelde grond.

4.1.2 Effect grondsoort zonder product

De afdekking van de emmers met een deksel heeft in beide jaargangen voor beide grondsoorten geen betrouwbaar effect gehad op de doding van *P. penetrans*.

4.1.3 Effect organische producten/dosering/behandeltdtijd bij 16°C

Mariene zavel:

Na 2 weken behandeltdtijd in mariene zavelgrond zijn vijf organische producten betrouwbaar effectiever dan gras tegen *P. penetrans* en is er nauwelijks of geen overleving meer. Pas na 4 weken behandeltdtijd of langer geldt dit voor alle acht organische producten en ook voor de referent gras.

Zand:

Na 2 en 4 weken behandeltdtijd in mariene zavelgrond zijn zes organische producten betrouwbaar effectiever dan gras tegen *P. penetrans* en is er nauwelijks of geen overleving meer. Pas na 8 weken behandeltdtijd geldt dit voor alle acht organische producten en ook voor de referent gras.

Vergelijking H 7022 G en gras:

Product H 7022 G was bij de laagste dosering van 2 CP na 2 weken behandeltdtijd vrijwel 100% effectief tegen *P. penetrans* in beide grondsoorten. De praktijkdosering van gras van 40 ton/ha was na 2 weken ook volledig effectief in zavel, maar in dekzandgrond was er zelfs na 8 weken nog sprake van overleving. Product H 7022 G had in beide grondsoorten gemiddeld over alle doseringen 2 weken behandeltdtijd nodig voor de vrijwel volledige doding van *P. penetrans*. Voor gras was dit gemiddeld 4 weken in zavel en 8 weken in dekzandgrond.

Inundatie:

In zandgrond was *P. penetrans* na 4 weken behandeltdtijd geëlimineerd en na 2 weken in mariene zavel.

4.1.4 Effect temperatuur

Na 2 weken behandeltdtijd met H 7022 G bij 16°C is *P. penetrans* voor >90% gedood en na 4 weken volledig, ongeacht de grondsoort. Bij 8°C wordt maximaal na 8 weken een reductie van ca. 95% gerealiseerd. Het effect van het product is bij lagere temperatuur dus minder en wordt later gerealiseerd.

4.2 *Meloidogyne hapla*

4.2.1 Zand

De afname van het aantal berekende toegediende juvenielen van *M. hapla* is in onbehandeld zand gedurende de eerste twee weken zeer groot bij zowel de open emmers als de emmers afgesloten met een deksel; >90%. Daarna blijft het aantal gelijk of neemt iets toe. Vanaf twee weken na toevoeging van product H 7022 bij 8 en 16°C is *M. hapla* vrijwel volledig geëlimineerd.

4.2.2 Mariene zavel

In de mariene zavelgrond is het populatieverloop van de nematode met name bij 16°C zeer grillig; na 2 weken een daling maar na 4 weken een stijging die de uitgangssituatie benadert of overstijgt. Een mogelijke verklaring is dat de meeste eipakketten na 4 weken zijn uitgekomen. Bij 8°C verloopt het proces langzamer en daardoor is de afname ook minder grillig. Na 8 weken is de populatie afgenomen met circa 55-75%. Vanaf twee weken na toevoeging van product H 7022 bij 16°C is *M. hapla* volledig geëlimineerd. Bij 8°C resteren na 4 weken behandeltijd nog enige vitale juvenielen maar na 8 weken niet meer.

4.3 *Globodera pallida*

4.3.1 Effect grondsoort, zonder product, in afgesloten emmers

Het afsluiten van emmers (object I) leidt in 2009 naar een doding onder minder aerobe omstandigheden van 61% in mariene zavel en 65% in zand.

Na twee weken behandeltijd in 2010 bij 16°C is in zandgrond het aantal juvenielen veel hoger dan in de open emmers met grond. Mogelijk is de natuurlijke lokking geremd in de afgesloten emmers.

Dit effect is niet in de mariene zavel waargenomen. Bij 8°C is dit fenomeen bij beide grondsoorten waargenomen gedurende de eerste twee weken.

Na 4 weken of langer is dit effect verdwenen en is het aantal juvenielen bij 16°C hooguit 50% lager dan in de grond van de open emmers.

Bij 8°C is er in beide grondsoorten geen enkele effectiviteit geconstateerd tegen ACA door afsluiting van de emmers met grond.

4.3.2 Effect organische producten/dosering/behandeltijd/temperatuur

4.3.2.1 Proefjaar 2009

Dosering (2 weken behandeltijd):

Bij **2 RE en 16°C** zijn alle negen getoetste organisch producten in mariene zavel (6% O.S.) effectief tegen *Globodera pallida* (ACA). Behalve product C zijn in mariene zavel alle gedefinieerde producten effectiever dan gras. De hoogste effectiviteit is 96,4%.

In zand zijn zes producten betrouwbaar effectiever dan een afgesloten emmer zonder product. De hoogste effectiviteit is 90,7%.

Bij **4 RE en 16°C** zijn alle negen getoetste organisch producten in beide grondsoorten effectief tegen *Globodera pallida* (ACA) behalve object A in zand. De hoogste effectiviteit in mariene zavel is 99,5% en in zand 92,3%.

Bij **6 RE en 16°C** zijn alle negen getoetste organisch producten in beide grondsoorten significant effectief tegen *Globodera pallida* (ACA) behalve product A in zand. De hoogste effectiviteit in mariene zavel is 98,6% en 96,2% in zand.

Behandeltijd:

Zand: Na een behandeltijd van 2 weken is er een significante effectiviteit van alle organisch producten waargenomen van minimaal 24% (gras) tot maximaal 89% ten opzichte van controle J (zonder deksel). De effectiviteit van alle producten **in zand** neemt sterk toe na een behandeltijd van 4 weken; minimaal 89% en maximaal 99,6% en na 8 weken naar minimaal 92% en maximaal 99,6% .

Mariene zavel

Na 2 weken behandeltd met 2 RE bij 16°C in mariene zavel zijn alle organisch producten significant effectief tegen *Globodera pallida* (ACA) in vergelijking met object J. De effectiviteit is maximaal 96,4%. Na 4 weken behandeltd in mariene zavel is de effectiviteit maximaal 98,9% en na 8 weken 99,9%. De effectiviteit van de praktijkdosering gras varieert gedurende de hele behandeltd van 70% tot 80%.

Inundatie:

In zandgrond is bij object L, waar de grond is geïnundeerd zonder toevoeging van organische massa, in een emmer met deksel, de effectiviteit tegen *Globodera pallida* na 4 weken behandeltd > 90%. Na 2 weken inundatie van mariene zavel is de effectiviteit > 90%.

4.3.2.2 Proefjaar 2010

Product H 7022

Bij 16°C wordt vanaf 2 weken behandeltd in mariene zavel een effectiviteit van product H 7022 van tenminste 95% bereikt tegen *Globodera pallida* (ACA). Product H 7022 heeft bij 16°C vanaf 4 weken een effect gerealiseerd van minimaal 99% in zand tegen *Globodera pallida* (ACA). Na een behandeltd van 8 weken bleek ook bij 8°C in beide grondsoorten het mogelijk een effectiviteit van 99% te realiseren met product H 7022.

Samengevat kan worden gesteld dat de effecten tegen *Globodera pallida* (ACA) bij 16°C voor een groot deel en bij 8°C volledig zijn toe te schrijven aan product H 7022.

4.4 *Verticillium dahliae*

4.4.1 Natuurlijke sterfte *Verticillium dahliae*

In de literatuur wordt de natuurlijke sterfte als verwaarloosbaar beschouwd over een periode van 8 weken. Met die reden is er alleen op tijdstip 0 weken en na 8 weken vastgesteld wat het aantal vitale microsclerotien is. Door Hawke & Lazarovits wordt namelijk gesteld dat microsclerotien vitaal blijven gedurende 12 maanden of langer bij diverse temperaturen (Hawke & Lazarovits, 1994). In beide grondsoorten is het aantal vitale microsclerotien (m.s.) van *Verticillium dahliae* na 8 weken echter beduidend lager dan na 0 weken in 2009. Er bestaat een mogelijkheid dat er concurrenten of antagonisten van *Verticillium dahliae* in de grond aanwezig waren die de microsclerotien hebben beconcurrerd in de tijd. Uit de bovenstaande resultaten blijkt dat onder aerobe omstandigheden, in een niet steriele bodem uit de praktijk, een hoge natuurlijke sterfte onder microsclerotien van *V. dahliae* optreedt. Ook in andere experimenten in de praktijk, waarbij als controleveld een gespit deel en onafgedekt deel van het perceel wordt gebruikt, worden sterke reducties in aantallen vitale microsclerotien waargenomen (zomerbloemen (2009), trekheesters (2010) en frisee sla (2011)).

Ook wordt dan een hoge natuurlijke sterfte van andere plagen en pathogenen zoals *Sclerotinia sclerotiorum* en *Pythium aphanidermatum* waargenomen. De herhaalde waarnemingen geven aanleiding tot het vormen van een hypothese waarbij wordt verondersteld dat alleen door spitten van de bodem en de bodem daarna een periode rust te gunnen al een effect geeft tegen ziekten en plagen. Mogelijk dat het verstoren als gevolg van het spitten van de bodem en het, tijdens dit experiment, vullen van de emmers een dusdanig effect heeft op de structuur, het zuurstofpercentage in de bodem of de activiteit van andere organismen in de bodem dat de sterfte onder doelorganismen bij aerobe omstandigheden hoog te noemen is. Opvallend is dat in 2010 hetzelfde effect wordt waargenomen in zand bij 16°C maar dat de natuurlijke sterfte bij 8°C wel verwaarloosbaar is en dus voldoet aan de verwachtingen. Het proces dat er aan ten grondslag ligt wordt kennelijk vertraagd bij lagere temperatuur.

4.4.2 Effect grondsoort, zonder product, in afgesloten emmers

Er is een verschil in aantallen vitale microsclerotien tussen de afbraak onder volledig aerobe (open emmers) en minder aerobe condities (afgesloten emmers). Mogelijk vindt er onder aerobe omstandigheden afbraak plaats van de microsclerotien door micro-organismen. Het lijkt erop dat in de afgesloten emmers een deel

van de microsclerotiën is gaan kiemen en door afwezigheid van een waardplant de microsclerotiën zijn afgestorven. De vraag is dan wat de primaire aanleiding geweest is voor de microsclerotiën van *Verticillium dahliae* om te kiemen? Is dat in de grond aanwezig organisch materiaal van een waardplant of wortelxudaten die onder volledig aerobe omstandigheden worden afgebroken maar in afgesloten emmers leidt tot kieming van de microsclerotiën? De grond in de emmers is veldvochtig gemaakt voor behandeling. Dit betekent ook dat er geen sprake geweest kan zijn van droogte in de behandelde grond. Dit sluit mortaliteit van microsclerotiën als gevolg van droogte uit. De vochtige omstandigheden zouden eerder een conserverend effect moeten hebben op microsclerotiën.

In 2010 is er na 2 weken bij beide temperaturen een toename van microsclerotiën zichtbaar na 2 weken behandeltd. Mogelijk vallen er clusters uiteen in afzonderlijke microsclerotiën, waardoor het aantal stijgt.

4.4.3 Effect organische producten/dosering/behandeltijd/temperatuur

De toename in aantallen na 2 weken behandeltijd met H 7022 in 2009 is mogelijk te verklaren door het uiteenvallen van clusters.

In 2009 is er pas na 4 weken behandeltijd een effect zichtbaar van H 7022 terwijl in 2010 na 2 weken al effectiviteit is geconstateerd bij 16°C. Een vergelijking van resultaten is moeilijk omdat het start inoculum in 2009 een factor 4 hoger was dan in 2010. Dit heeft de kans op clustering van microsclerotiën vergroot en daarmee onregelmatigheden in de uitslag zoals geconstateerd na 2 weken in 2009.

Na 8 weken met de laagste dosering van 2 RE is bij 16°C is *V. dahliae* volledig gedood. Mogelijk kan bij een hogere bodemtemperatuur of een langere behandeltijd de dosering voor deze grondsoort zelfs nog worden verlaagd. Een dubbele praktijkdosering (80 ton/ha) gras was noodzakelijk om *V. dahliae* in zand uit te schakelen. In mariene zavel was het maximale bereikte effect slechts circa 80% bij 16°C.

Bij 8°C verloopt het proces trager en wordt pas na 4 weken behandeltijd dezelfde effectiviteit bereikt als na 2 weken bij 16°C.

4.5 Overzicht effectiviteit tegen doelorganismen

4.5.1 Organische producten

Alle gedefinieerde, organische producten waren effectiever dan gras en zeer effectief tegen alle doelorganismen bij bepaalde doseringen en behandelingsstijden. De extremen waren *P. penetrans*, die al bij lage doseringen en korte behandelingsstijden werd uitgeschakeld terwijl de microsclerotiën van *V. dahliae* pas bij hoge doseringen en lange behandelingsstijden werden gedood. De hoogste effectiviteit tegen *P. penetrans* van alle gedefinieerde organische producten was > 90%. Dit resultaat is ook behaald tegen *G. pallida* in zandgrond. In de mariene zavelgrond kon met alle producten een dodend effect van > 80% worden behaald. De twee organische producten met een C:N verhouding van > 200 waren beide even effectief als de andere organische producten met een C:N ratio van ≤ 10. Op basis van deze resultaten is geen selectie te maken tussen de producten. Voor het onderzoek van 2010 is de selectie gevallen op product H 7022 omdat dit product als enige in korrelvorm, gedroogd op drager, wordt geleverd en daarmee goed te verdelen is door de grond. Product H 7022 is bovendien gedurende de proefjaren van 2009-2010 ook al op kleine schaal in de praktijk toegepast. Om die reden wordt de effectiviteit van dit product tegen *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne hapla*, *Globodera pallida* en *Verticillium dahliae* in tabel 4.5.1 vergeleken met gras zodat inzichtelijk wordt wat de meerwaarde van dit gedefinieerde organische product kan zijn ten opzichte van gras. Het beste dodingsresultaat van de diverse combinaties van dosering en behandeltijd is in deze tabel 4.5.1 opgenomen.

Tabel 4.5.1 Hoogste effectiviteit van organische producten tegen doelorganismen

Doelorganisme	Product	Voorwaarden voor $\geq 99\%$ doding			Grondsoort Zand pH 5,5 Zavel pH 7	Organische stof (%)
		Dosering (g ruw eiwit/l grond)	Behandeltijd (weken) (max effect)	T (°C)		
<i>Pratylenchus penetrans</i>	H 7022	2 RE	2	16	zand	3
<i>Pratylenchus penetrans</i>	H 7022	2 RE	2	16	zavel	6
<i>Pratylenchus penetrans</i>	gras	80 ton/ha	4	16	zand	3
<i>Pratylenchus penetrans</i>	gras	40 ton/ha	4	16	zavel	6
<i>Pratylenchus penetrans</i>	H 7022	4 RE	4*	16	zand	3
<i>Pratylenchus penetrans</i>	H 7022	4 RE	4*	16	zavel	1
<i>Pratylenchus penetrans</i>	H 7022	4 RE	8 (85.8%)	8	zand	3
<i>Pratylenchus penetrans</i>	H 7022	4 RE	8 (98.1%)	8	zavel	1
<i>Meloidogyne hapla</i>	H 7022	4 RE	2	16	zand	3
<i>Meloidogyne hapla</i>	H 7022	4 RE	2	16	zavel	1
<i>Meloidogyne hapla</i>	H 7022	4 RE	2	8	zand	3
<i>Meloidogyne hapla</i>	H 7022	4 RE	8	8	zavel	1
<i>Globodera pallida</i>	H 7022	2 RE	8	16	zand	3
<i>Globodera pallida</i>	H 7022	2 RE	8 (97.8%)	16	zavel	6
<i>Globodera pallida</i>	gras	40 ton/ha	8 (97.2%)	16	zand	3
<i>Globodera pallida</i>	gras	40 ton/ha	4 (77.4%)	16	zavel	6
<i>Globodera pallida</i>	H 7022	4 RE	8 (98.8%)	16	zand	3
<i>Globodera pallida</i>	H 7022	4 RE	8	16	zavel	1
<i>Globodera pallida</i>	H 7022	4 RE	4 (98.5%)	8	zand	3
<i>Globodera pallida</i>	H 7022	4 RE	8	8	zavel	1
<i>Verticillium dahliae</i>	H 7022	2 RE	8	16	zand	3
<i>Verticillium dahliae</i>	H 7022	4 RE	8 (98.7%)	16	zavel	6
<i>Verticillium dahliae</i>	gras	80 ton/ha	8	16	zand	3
<i>Verticillium dahliae</i>	gras	80 ton/ha	8 (81.6%)	16	zavel	6
<i>Verticillium dahliae</i>	H 7022	4 RE	4 (81.5%)	16	zand	3
<i>Verticillium dahliae</i>	H 7022	4 RE	4 (81.3%)	16	zavel	1
<i>Verticillium dahliae</i>	H 7022	4 RE	4 (94.3%)	8	zand	3
<i>Verticillium dahliae</i>	H 7022	4 RE	4 (87.1%)	8	zavel	1

Uit de tabel blijkt dat:

- Voor effectiviteit tegen de onderzochte doelorganismen zijn verschillende doseringen en behandeltdijden nodig.
- *P. penetrans* werd gemakkelijk gedood en *V. dahliae* was het moeilijkst uit te schakelen.
- * *P. penetrans* werd in 2010 na 4 weken behandeltdijd volledig gedood en had na 2 weken een dodingspercentage van 95% terwijl in 2009 2 weken voldoende waren voor 99% effect.
- Wanneer geen 99% effect is bereikt dan is het maximaal verkregen resultaat vermeld.
- Gras vooral in zavelgrond een lager maximum resultaat laat zien dan H 7022 en in zand een langere behandeltdijd nodig heeft.
- De resultaten zijn afhankelijk van de begindichtheid, grondsoort, product en temperatuur. Mogelijk speelt ook het organische stof gehalte een rol.
- Voor een grondontsmetting tegen bodemplagen en schadelijke bodemschimmels in het algemeen is het doden van *V. dahliae* daarom cruciaal als indicator voor het totale ontsmettingsresultaat.

4.5.2 Inundatie

Inundatie van grond, zonder toevoeging van organische massa heeft aangetoond dat na 2 weken behandeltdijd bij 16°C in mariene zavel met 6% organische stof de juvenielen en adulten van *P. penetrans*

volledig waren gedood en de cysten van *G. pallida* voor > 90%. In zandgrond was voor hetzelfde resultaat 4 weken behandeltijd nodig.

4.6 Gasproductie

De gasproductie is in 2009 en in 2010 gemeten. De gassen die zijn gemeten met de foto akoestische gasmonitor geven betrouwbare waarden aan; NH₃, N₂O, CH₄ en CO₂.

De O₂ metingen zijn gedaan met de een handmeter. Deze is tot op 1% betrouwbaar. Alle waarden < 1% zijn op 0,5% gesteld. De tijdsduur van meten had invloed op de uitkomst voor wat betreft de waarden < 1%. H₂S is ook gemeten met de handmeter. Die een meetbereik had tot maximaal 60 ppm. Inmiddels is een H₂S sensor ingebouwd in de foto-akoestische gasmonitor en is gebleken dat de waarden tot duizenden ppm kunnen oplopen na BGO. De in dit rapport weergegeven waarden duiden dus slechts op de vorming van H₂S maar niet op de concentratie.

De verwerking van data is gedaan door de cumulatieve waarden te berekenen en te vergelijken tussen behandelingen. Het is niet duidelijk welke waarden het meest relevant zijn; concentratie of tijdsduur.

Misschien zijn piekwaarden wel meer bepalend voor het effect.

Bovendien kunnen twee dezelfde integraalwaarden een ander concentratieverloop hebben.

In het anaerobe proces worden zowel gassen als vetzuren geproduceerd en zuurstof geconsumeerd. Dit alles kan invloed hebben op het ontsmettingsresultaat van de grond. In dit onderzoek is slechts eenmaal de vetzuurproductie bepaald. Daarom is nu nog niet vast te stellen welke stoffen verantwoordelijk zijn voor het ontsmettingsresultaat. Dit zal in verder uitgebreid onderzoek moeten blijken waar zowel de productie van gassen als van vetzuren gedurende het hele proces wordt gemeten.

In beide proefjaren is duidelijk geworden dat:

De productie van gassen afhankelijk is van diverse parameters: grondsoort, temperatuur, type organisch product, dosering en behandeltijd.

Een lage bodemtemperatuur in combinatie met een laag organisch stof gehalte lijken ongunstig te zijn voor een optimale omzetting van product H 7022.

H₂S bleek het meest verklarend voor de effectiviteit tegen de doelorganismen, daarnaast was ammoniak vaak een goede tweede. Op basis van deze proeven lijken H₂S en NH₃ indicatoren te kunnen zijn voor een goed verlopend proces.

CH₄ en N₂O lijken niet relevant voor effectiviteit, de rol van CO₂ is onduidelijk.

Anaerobie (O₂ < 1%) lijkt belangrijk voor effectiviteit tegen *P. penetrans*.

Wanneer we spreken over anaerobie dan zijn in werkelijkheid de O₂-waarden < 1% maar nooit 0,0%. Het is daarom correcter om over zuurstofarme omstandigheden te spreken.

Voor het effect op het milieu zijn de klimaatgassen CH₄ en N₂O van belang. In beide proefjaren is in zandgrond in de eerste week van BGO met 4 RE H 7022 er onder de deksel circa 5000 ppm N₂O geproduceerd dat in de tweede week terugliep naar < 100 ppm. Bij de praktijkdosering van gras was de productie en het verloop in zandgrond vergelijkbaar. In zavelgrond met 4 RE H 7022 was de N₂O productie constant < 100 ppm. Bij de praktijkdosering van gras was de productie in de eerste week maximaal 1400 ppm N₂O in zavelgrond en in de tweede en volgende weken < 100 ppm. In alle gevallen was de N₂O productie na het openen van de emmers < 100 ppm.

De productie van CH₄ bleek bij 4 RE H 7022 in de mariene zavelgrond met 6% organische stof op te lopen naar circa 66000 ppm na 8 weken. In deze zavelgrond was de productie bij gras maximaal circa 1000 ppm, gemeten in de eerste week. In de mariene zavelgrond met 1% organische stof is geen CH₄ geproduceerd. In zandgrond met 3% organische stof is 15000-20000 ppm geproduceerd met 4 RE H 7022 in de eerste week en vervolgens < 1000 ppm. Bij de praktijkdosering van gras was de productie in de eerste week maximaal 10000 ppm CH₄ in zandgrond en in de tweede en volgende weken < 100 ppm. Het lijkt erop dat in de organische stof in de mariene zavelgrond volop biologische activiteit aanwezig is geweest. Afhankelijk van het type organische stof en de grondsoort zal bij bepaalde doseringen van het

ingewerkte product CH_4 kunnen worden geproduceerd. In de veldsituatie zal CH_4 gemeten kunnen worden aan het einde van de toepassingsperiode. Aan de hand van berekeningen zal kunnen worden vastgesteld of de gemeten hoeveelheid een milieukundig probleem vormt.

4.7 Vetzuurmetingen

De uit de literatuur bekende effectieve vetzuren (iso)boterzuur, propionzuur, azijnzuur en (iso)valeriaanzuur zijn gemeten in de emmers met organisch producten.

De verdeling van vetzuren in een 11 liter emmer met 8 liter grond is gelijkmatig verdeeld over de breedte en diepte van de grondlaag.

Bemonstering in toekomstige proeven boven in de emmers lijkt goed betrouwbaar omdat zowel in het centrum als aan de zijkant maximale waarden zijn aangetoond. Uit praktisch oogpunt verdient dit aanbeveling om de grondlaag zo weinig mogelijk te verstoren.

De grondsoort lijkt sterk bepalend voor de aanwezigheid van vetzuren in de grond. Met name in de zavelgrond zijn op het analysemoment hogere concentraties vetzuren aanwezig dan in de zandgrond.

Omdat het een momentopname betreft kan niets worden gezegd over het verloop van de vetzuurproductie in de tijd. Het is mogelijk dat op een ander tijdstip de verhoudingen compleet anders liggen.

Bij een C:N ratio van > 1000 is in zavelgrond de hoogste concentratie boterzuur aangetoond. Dit is opmerkelijk omdat in de literatuur een C:N ratio van 10 of lager als meest geschikt voor BGO wordt beschouwd. Omdat het slechts een eenmalige meting betreft na vier weken is niet bekend of in eerdere of latere fasen van het BGO-proces bij andere producten er nog hogere concentraties zijn ontstaan.

Alle gedefinieerde producten produceren na 4 weken vetzuren behalve H 7030 B in zandgrond. Hieruit kan niet worden geconcludeerd dat er geen vetzuurproductie was, omdat er slechts eenmaal is gemeten. De product was, net als de andere gedefinieerde organische producten, effectief tegen *P. penetrans* en tegen *G. pallida*.

Na 4 weken behandelijd zijn vrijwel geen vetzuren aangetoond na inundatie of na de toepassing van een dubbele praktijkdosis gras. De vraag is dit feit kenmerkend is voor het hele proces met gras of inundatie of dat op enig ander moment dan het analysetijdstip van 4 weken, tijdens het proces wel vetzuren zijn ontstaan.

De gemeten waarden zijn van vetzuren in oplossing. Gasvormige vetzuren, de zogenaamde 'volatile fatty acids' zijn niet gemeten.

De uitslagen moeten als indicatief worden beschouwd. Voor het begrijpen van het volledige proces van BGO is frequente vetzuuranalyse gedurende de gehele behandelijd dringend gewenst.

4.8 Algemene conclusie

- Het afdekken van tuinbouwgrond in emmers met een deksel maar zonder toevoeging van een organisch product, heeft in dit project effect te hebben op de doelorganismen.
- In deze proeven was de praktijkdosering van gras minder effectief dan de gedefinieerde, organische Herbie producten.
- De getoetste Herbie producten zijn zeer effectief bij voldoende dosering en behandelijd.
- Anaërobie door inundatie bleek effectief tegen beide doelorganismen *P. penetrans* en *G. pallida* voor zowel zavel als zand bij voldoende behandelijd en temperatuur.
- De benodigde tijdsduur voor effectiviteit in emmerproeven is mogelijk verschillend van veldsituatie; daarom zijn veldproeven om resultaten te valideren.
- De twee organische producten met een C:N verhouding van > 200 waren beide even effectief als de andere organische producten met een C:N ratio van ≤ 10 . De C:N ratio was in dit project niet onderscheidend voor het ontsmettingsresultaat.
- Voor het effect op het milieu zijn de klimaatgassen CH_4 en N_2O van belang. In alle gevallen was de N_2O productie na het openen van de emmers na 2, 4 of 8 weken < 100 ppm.
- Het gehalte aan CH_4 liep in de tuinbouw zavelgrond op gedurende 8 weken na inwerken van H 7022. Afhankelijk van hoeveelheid en type organische stof en de grondsoort zal bij bepaalde

doseringen van het ingewerkte product CH₄ kunnen worden geproduceerd. In de veldsituatie zal CH₄ gemeten kunnen worden aan het einde van de toepassingsperiode. Aan de hand van berekeningen zal dan kunnen worden vastgesteld of de gemeten hoeveelheid een milieukundig probleem vormt.

De doelstelling van dit project is opgesplitst naar drie aspecten:

1 Werkingsmechanisme vaststellen; welke afbraakproducten worden gevormd tijdens het fermentatieproces en welke daarvan zijn relevant voor de werking tegen schadelijke organismen.
Resultaat: tijdens het fermentatieproces worden de gassen CO₂, NH₃, H₂S, CH₄ en N₂O geproduceerd en O₂ geconsumeerd. H₂S bleek het meest verklarend voor de effectiviteit tegen de doelorganismen, ammoniak was een goede tweede. Eenmalig zijn ook vetzuren gemeten waaronder propionzuur, (iso)boterzuur, (iso)valeriaanzuur en azijnzuur, die volgens de literatuur nematicide werking kunnen hebben.

2 Potentiële organisch producten selecteren op effectiviteit; hoe specifiek of generiek is de doding tegen diverse soorten schadelijke nematoden en schimmels.
Resultaat: Alle gedefinieerde, organische producten waren effectiever dan gras en zeer effectief tegen alle doelorganismen bij bepaalde doseringen en behandelingstijden. De extremen waren P. penetrans, die al bij lage doseringen en korte behandelingstijden werd uitgeschakeld terwijl de microsclerotia van V. dahliae pas bij hoge doseringen en lange behandelingstijden werden gedood. De hoogste effectiviteit tegen P. penetrans van alle gedefinieerde organische producten was > 90%. Dit resultaat is ook behaald tegen G. pallida in zandgrond. In de mariene zavelgrond kon met alle producten een dodend effect van > 80% worden behaald. De twee organische producten met een C:N verhouding van > 200 waren beide even effectief als de andere organische producten met een C:N ratio van ≤ 10. Op basis van deze resultaten is geen selectie te maken tussen de producten. Voor het onderzoek van 2010 is de selectie gevallen op product H 7022 omdat dit product als enige in korrelvorm, gedroogd op drager, wordt geleverd en daarmee goed te verdelen is door de grond.

3 Op basis van het werkingsmechanisme de randvoorwaarden vaststellen voor een goed ontsmettingsresultaat, bijvoorbeeld: invloed van bodemtemperatuur, vochtgehalte van de grond, grondsoort, pH, organische stof.
Resultaat: De productie van de gassen CO₂, NH₃, H₂S, CH₄ en N₂O en de consumptie van O₂ en ook de productie van vetzuren tijdens het omzettingproces van BGO bleek afhankelijk van grondsoort, organisch product, dosering, behandelingstijd en temperatuur. Alle gedefinieerde, organische producten waren zeer effectief bij 16°C tegen alle doelorganismen bij bepaalde doseringen en behandelingstijden. Een grondtemperatuur van 8°C was onder bepaalde condities niet effectief. Ook hadden de grondkarakteristieken invloed op de effectiviteit. Overall waren de resultaten in zandgrond beter dan in zavelgrond. In vervolgonderzoek zal op deze factoren worden ingezoomd waarna een protocol kan worden opgesteld voor effectieve toepassing van BGO.

5 Literatuur

- Akhtar, M., Malik, A., 2000. Role of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. *Bioresource Technology* 74, 35-47.
- Bailey, K. L., Lazarovits, G., 2003. Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. *Soil & Tillage Research* 72, 169-180.
- Been, T. H. & C. H. Schomaker, 1998. Quantitative studies on the management of potato cyst (*Globodera* spp) in The Netherlands. Chapter 4: Ways to improve the accuracy of hatching tests for nematodes *Globodera* spp. With special emphasis on nematicide trials. Thesis: 71-103.
- Blok, W. J., Lamers, J.G., Termorshuizen, A.J. & Bollen, G.J., I. 2000. "Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping." *Phytopathology* 90 (3) : 253-259.
- Elena, K., 1999. Genetic relationships among *Verticillium dahliae* isolates from cotton in Greece based on vegetative compatibility. *European journal of Plant Pathology* 105: 609-616.
- Harris, D.C., Yang, J.R. & Ridout, M.S., 1993. The detection and estimation of *Verticillium dahliae* in naturally infested soil. *Plant Pathology* 42(2): 238-250.
- Hawke, M.A. & Lazarovits, G.L., 1994. Production and manipulation of individual microsclerotia of *Verticillium dahliae* for use in studies of survival. *Phytopathology* 84: 883-890.
- Ishibashi, N., Choi, D.-R., 1991. Biological control of soil pests by mixed application of entomopathogenic and fungivorous nematodes. *Journal of nematology* 23, 175-181.
- Jones, F. G. W., 1982. The soil plant environment. In: *Plant Nematology*. Southey, J. F. (Eds.), Her Majesty's Stationery Office, London.
- Lamers, J. G., Runia, W.T., Molendijk, L.P.G., Bleeker, P.O., 2010. "Perspectives of Anaerobic Soil Disinfestation." *Proceedings VIIIth IS on Chemical and Non-chemical Soil and Substrate Disinfestation. Acta Horticulturae* 883(Eds: Gamliel et al.): 277-283.
- Mcleod, R.W. & Steele, C.C., 1999. Effects of *Brassica* leaf green manures and crops on activity and reproduction of *Meloidogyne javanica*. *Nematology* 1, 613-624.
- Mian, I. H., Rodriguez-Kabana, R., 1982. Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12, 221-234.
- Miller, P. M., Taylor, G. S., Wihrheim, S. E., 1968. Effect of cellulosic amendments and fertilizers on *Heterodera tabacum*. *Plant Disease Reporter* 52, 441-445.
- Miller, P. M., Sands, D. C., Rich, S., 1973. Effects of industrial residues, wood fibre wastes, and chitin on plant parasitic nematodes and some soil borne disease. *Plant Disease reporter* 57, 438-442.
- Molendijk, L., Runia, W., v.d. Waal, B. Lamers, J. & Korthals, G., 2008. Studie naar perspectieven voor biologische grondontsmetting. Eindrapport Actieplan Aaltjesbeheersing, PPO-AGV project 3250084300
- Oka, Y., 2010. "Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments-A review". *Applied Soil Ecology* 44; 101-115.
- Potter, M.J., Davies, K., Rathjen, A.J., 1998. Suppressive impact of glucosinolates in *Brassica* vegetative tissues on root lesion nematode *Pratylenchus neglectus*. *Journal of Chemical Ecology* 24, 67-80.
- Tenuta, M. & Lazarovits, G., 2002. Ammonia and nitrous acid from nitrogenous amendments kill the microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 92: 255-264.

Met opmaak: Engels
(Groot-Brittannië)

Bijlage 1 Bemestingsanalyse dekzand 2009



Postbus 115
6860 AC Oosterbeek
Meer informatie:
T: 0900-2352544
F: 026-3346409
E: klantenservice@blgg.nl
I: www.blgg.nl

Uw klantnummer: 6518834

PPO GG W. Runia
Postbus 430
8200 AK LELYSTAD

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr:	Datum monsternam:	Datum verslag:	Subsidieleverener:
	669251/002366683	13-07-2009	03-09-2009	Blgg Kortingsregeling, Postbus 115 6860 AC OOSTERBEEK
	Grondsoort:	Bemonsterde laag:	Monster genomen door:	Contactpersoon monsternam:
	Dekzand	0 - 25 cm	Derden	Klantenservice: 0263346346

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vtj laag	goed	vtj hoog	hoog
Resultaat hoofdelement								
Stikstof-totaal	mg N/kg	770						
C/N-ratio		20	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	24	93 - 147					
Fosfor	mg P/kg	7,1	1,3 - 2,6					
P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g	58	30 - 46					
Kalium	mg K/kg	93						
K-getal		22	11 - 17					
Zwavel-totaal	mg S/kg	160						
S-leverend vermogen	kg S/ha	6	20 - 30					
S-aanvoer (incl. SLV)	kg S/ha	14						
Magnesium	mg Mg/kg	44	49 - 82					
sporenelement								
Natrium	mg Na/kg	18	49 - 77					
Mangaan	µg Mn/kg	5090	3200 - 5000					
Koper	µg Cu/kg	39	29 - 94					
Borium	µg B/kg	129	129 - 176					
fysisch								
Zink	µg Zn/kg	3240	35 - 45					
Zn-getal		46						
Zuurgraad (pH)		5,5	5,5 - 6,1					
Organische stof	%	2,6	3,5 - 6,8					
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	25						

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 3

Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van kgJH Helmen, manager Operationele Zaken a.i.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek
worden deze altijd de specificaties van de analysemethoden toegezonden.
Blgg stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik
van door of namens Blgg verrichtte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
Blgg is ingeschreven in het PAV-register voor landbouwkundige zaken onder inschrijving in de eeftenting
onder nr. 1.122 voor uitvoering van de analysemethoden.




Bijlage 3 granulaire samenstelling dekzand 2009

Onderzoek
Granulair
V-granulair

Uw klantnummer: 6518834

PPO GG W. Runia
Postbus 430
8200 AK LELYSTAD



Postbus 115
6860 AC Oosterbeek
Meer informatie:
T: 0900-2352544
F: 026-3346409
E: klantenservice@blgg.nl
I: www.blgg.nl

Onderzoek	Onderzoek-formidnr: 883076/002362634	Datum monstername: 13-07-2009	Datum verslag: 04-08-2009	Subsidiëverfener: Blgg Korfingsregeling, Postbus 115 6860 AC OOSTERBEEK
	Grondsoort: Overige grondsoorten		Monster genomen door: Derden	Contactpersoon monstername: Klantenservice: 0263346346
	projectnr: 3250137809			

Resultaat	Eenheid	Resultaat
Zuurgraad (pH)		4,7
Organische stof	%	3,2
Koolzure kalk	% CaCO ₃	0,1

weergegeven in % van de minerale delen.	Eenheid	Resultaat	0	10	20	30	40
0-2 µ	%	0,9					
2-16 µ	%	1,8					
16-50 µ	%	2,5					
50-105 µ	%	12,7					
105-150 µ	%	26,9					
150-210 µ	%	30,6					
210-300 µ	%	17,9					
300-420 µ	%	4,7					
420-600 µ	%	1,4					
600-2000 µ	%	0,7					
M50 Mediaan	µ	165					
D60/D10	Verhoudingsgetal	2,5					

Methodes	Zuurgraad (pH)	Q	Em: FHC3(Ow ISO 10596)	420-600 µ	Em: GRANS
	Organische stof	Q	GLY1(Ow NEN5754)	600-2000 µ	Em: GRANS
	Koolzure kalk	Q	Em: KZK1	M50 Mediaan	afgeleide waarde
	0-2 µ		Em: GRANS	D60/D10	afgeleide waarde
	2-16 µ		Em: GRANS		
	16-50 µ		Em: GRANS		
	50-105 µ		Em: GRANS		
	105-150 µ		Em: GRANS		
	150-210 µ		Em: GRANS		
	210-300 µ		Em: GRANS		
	300-420 µ		Em: GRANS		

Em: Eigen methode
Ow: Gelijktijdig aan
Cl: Conform
Q : methode geaccrediteerd door RvA
De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 1


De rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Ing. H. Heikman, manager Operatieve Zaken s.l.
Op al onze vormen van overeenwerking zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden.
Blgg stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens Blgg verzochte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
Blgg is ingeschreven in het RvA-register voor keurmerkcertificatie zoals nader omschreven in de eisenregeling onder nr. 1122 voor laboratorium de analysemethoden.

Bijlage 4 granulaire samenstelling mariene zavel 2009

Onderzoek
Granulair
E-granulair

Uw klantnummer: 6518834

PPO GG W. Runia
Postbus 430
8200 AK LELYSTAD



Blgg

Postbus 115
6860 AC Oosterbeek

Meer informatie:
T: 0900-2352544
F: 026-3346409
E: klantenservice@blgg.nl
I: www.blgg.nl

Onderzoek

Onderzoek-/ordernr: 883077/002362634

Grondsoort: Overige grondsoorten
projectnr: 3250137809

Datum monstername: 13-07-2009

Datum verslag: 04-08-2009

Monster genomen door: Derden

Subdieleverier:
Blgg Korfingsregeling, Postbus 115
6860 AC OOSTERBEEK

Contactpersoon monstername: Klantenservice: 0263346346

Resultaat	Eenheid	Resultaat
Zuurgraad (pH)		6,8
Organische stof	%	4,9
Koolzure kalk	% CaCO ₃	5,7

weergegeven In % van de minerale delen.	Eenheid	Resultaat	0	10	20	30	40
0-2 µ	%	3,1	█				
2-16 µ	%	3,7	█				
16-50 µ	%	8,4	█				
50-105 µ	%	7,7	█				
105-150 µ	%	21,4	█	█			
150-210 µ	%	34,0	█	█	█		
210-300 µ	%	16,8	█	█			
300-420 µ	%	3,2	█				
420-600 µ	%	0,9	█				
600-2000 µ	%	0,8	█				
M50 Mediaan	µ	173					
D60/D10	Verhoudingsgetal	6,1					

Methode	Zuurgraad (pH) Q	Em: PHC3/Qw ISO 10390	420-600 µ	Em: GRANB
	Organische stof Q	Em: GLV1.Qw NEN5754	600-2000 µ	Em: GRANB
	Koolzure kalk Q	Em: KZK1	M50 Mediaan	afgeleide waarde
	0-2 µ	Em: GRANB	D60/D10	afgeleide waarde
	2-16 µ	Em: GRANB		
	16-50 µ	Em: GRANB	Em: Eigen methode	
	50-105 µ	Em: GRANB	Qw: Geijkwaardig een	
	150-210 µ	Em: GRANB	CE: Conform	
	210-300 µ	Em: GRANB	Q: methode geaccrediteerd door RvA	
	300-420 µ	Em: GRANB	De resultaten zijn weergegeven in droge grond.	

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 1


De rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Ing. H. Helman, manager Operationele Zaken a.o.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden.
Blgg aanvaardt niet aansprakelijkheid voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend uit het gebruik van door of namens Blgg verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
Blgg is ingeschreven in het Rijkregister voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de erkenning onder nr. L122 voor uitstekend de analysemethoden.

Bijlage 5 Bemestingsanalyse dekzand 2010

Bemestingsonderzoek
Akker/tuinbouw Basispakket
1- V

Uw klantnummer: 6518834

PPO GG W. Runia
Postbus 430
8200 AK LELYSTAD



Blgg

Postbus 115
 6860 AC Oosterbeek

Meer informatie:
 T: +31 (0)88-8761010
 F: +31 (0)88-8761011
 E: klantenservice@blgg.nl
 I: www.blgg.nl

Subsidieverlener:
BLGG AgroXpertus Kortingsregeling, Postbus 115
6860 AC OOSTERBEEK

Onderzoek Onderzoek-/ordernr: 845890/002548961 Datum monstername: 01-07-2010 Datum verslag: 22-07-2010

Grondsoort: Dekzand Bemonsterde laag: 0 - 25 cm Monster genomen door: Derden Contactpersoon monstername: Klantenservice: 0888761010

Runia 137810

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

Resultaat hoofdelement	Eenhed	Resultaat	Streeftraject	laag vrij laag goed vrij hoog hoog					
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Stikstof-totaal	mg N/kg	1040	13 - 17	[Bar chart showing 1040 is significantly above the 13-17 range]					
	C/N-ratio	19	93 - 147						
	N-leverend vermogen	kg N/ha	35						
Fosfor (P-PAE)	mg P/kg	2,4	1,3 - 2,6	[Bar chart showing 2.4 is within the 1.3-2.6 range]					
	P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g	52						
	Pw	mg P ₂ O ₅ /l	48						
Kalium	mg K/kg	114	11 - 17	[Bar chart showing 114 is significantly above the 11-17 range]					
	K-getal	25							
Zwavel-totaal	mg S/kg	210	20 - 30	[Bar chart showing 210 is significantly above the 20-30 range]					
	S-leverend vermogen	kg S/ha	7						
	S-aanvoer (incl. SLV)	kg S/ha	15						
Magnesium	mg Mg/kg	133	49 - 82	[Bar chart showing 133 is significantly above the 49-82 range]					
Natrium	mg Na/kg	8	49 - 77						
sporenelement	Mangaan	µg Mn/kg	870	3200 - 5000	[Bar chart showing 870 is significantly below the 3200-5000 range]				
	Koper	µg Cu/kg	37	28 - 90					
	Borium	µg B/kg	216	129 - 176					
	Zink	µg Zn/kg	830	35 - 45					
fysisch	Zn-getal	39	35 - 45	[Bar chart showing 39 is within the 35-45 range]					
	Zuurgraad (pH)	5,8	5,5 - 6,1						
	Organische stof	%	3,4						3,5 - 6,8
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	52						

Pagina: 1
 Totaal aantal pagina's: 3
 845890, 22-07-2010


Dit rapport is uitgegeven onder verantwoordelijkheid van Ing.H.Helmen, manager Operationele Zaken a.s.
 Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysesmethoden toegezonden.
 Blgg aanvaardt niet aansprakelijkheid voor eventuele schade bij gebruik van vochtbodem uit het gebruik van door of namens Blgg verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
 Blgg is ingeschreven in het Dutch-register voor landbouwkundige zaken onder nummer 1.022 voor uitsluitend de analysesmethodes.

Bijlage 6 Bemestingsanalyse mariene zavel 2010

Bemestingsonderzoek
Akker-/tuinbouw Basispakket
2- L

Uw klantnummer: 6518834

PPO GG W. Runia
Postbus 430
8200 AK LELYSTAD



Postbus 115
 6860 AC Oosterbeek
 Meer informatie:
 T: +31 (0)88-8761010
 F: +31 (0)88-8761011
 E: klantenservice@blgg.nl
 I: www.blgg.nl

Onderzoek **Onderzoek-/ordernr:** 845891/002548961 **Datum monstername:** 01-07-2010 **Datum verslag:** 22-07-2010 **Subsidieleverer:** **BLGG AgroXpertus Kortingsregeling, Postbus 115 6860 AC OOSTERBEEK**

Grondsoort: Zeekiel **Bemonsterde laag:** 0 - 25 cm **Monster genomen door:** Derden **Contactpersoon monstername:** **Klantenservice:** 0888761010

Runia 137810

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

Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag			
				laag	yrj	laag	goed
Stikstof-totaal	mg N/kg	230					
	C/N-ratio	22	13 - 17				
	N-leverend vermogen	kg N/ha	5	93 - 147			
Fosfor (P-PAE)	mg P/kg	0,2	1,0 - 2,4				
	P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g	13	27 - 47			
	Pw	mg P ₂ O ₅ /l	10				
Kalium	mg K/kg	27					
	K-getal	8	18 - 24				
Zwavel-totaal	mg S/kg	330					
	S-leverend vermogen	kg S/ha	26				
	S-aanvoer (incl. SLV)	kg S/ha	54	20 - 30			
Magnesium	mg Mg/kg	23	49 - 82				
sporenelement	Natrium	mg Na/kg	8	37 - 60			
	Mangaan	µg Mn/kg	< 250	1000 - 1300			
	Koper	µg Cu/kg	< 20	28 - 89			
	Borium	µg B/kg	111	77 - 123			
fysisch	Zink	µg Zn/kg	< 100	35 - 45			
	Zn-getal	41					
	Zuurgraad (pH)	6,7	> 6,7				
	C-organisch	%	0,5				
	Organische stof	%	1,1	3,5 - 6,8			
	Lutum	%	3				
	Aflosbaar (berekend)	%	< 7				
	Koolzure kalk	% CaCO ₃	4,3				
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	56				

Pagina: 1
 Totaal aantal pagina's: 2
 845891, 22-07-2010

Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Ing. H. Hekman, manager Operationele Zaken s.l.
 Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysesmethoden toegezonden.
 Blgg aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend uit het gebruik van door of namens Blgg verrichte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
 Blgg is ingeschreven in het Rijkregister voor bestelbonussen zoals nader omschreven in de eisenregeling onder nr. 1.122 voor uitbesteding van analysesmethoden.


Bijlage 7 granulaire samenstelling dekzand 2010

Onderzoek
Granulair
1- V

Uw klantnummer: 6518834

PPO GG W. Runia
Postbus 430
8200 AK LELYSTAD

BLGG AGROXPERTUS



Postbus 115
NL-6860 AC Oosterbeek

T +31 (0)88 876 1010
F +31 (0)88 876 1011
E klantenservice@blgg.agroxpertus.com
I blgg.agroxpertus.nl

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr: 354203/002548928	Datum monstername: 01-07-2010	Datum verslag: 09-08-2010	Subsidieverlener: BLGG AgroXpertus Kortingsregeling, Postbus 115 6860 AC OOSTERBEEK
	Grondsoort: Dekzand	Datum ontvangst: 07-07-2010	Monster genomen door: Derden	Contactpersoon monstername: Klantenservice: 0888761010

analyses Runia 137810

Resultaat weergegeven in de minerale delen (granulair).	Eenheid	Resultaat	0	10	20	30	40
0-2 µm	%	3,5	█				
2-16 µm	%	0,8	█				
16-50 µm	%	2,8	█				
50-63 µm	%	1,2	█				
63-125 µm	%	21,6	██████████				
125-180 µm	%	35,5	██████████████				
180-250 µm	%	22,4	██████████████				
250-355 µm	%	9,0	██████				
355-500 µm	%	1,9	█				
500-1000 µm	%	0,6	█				
1000-2000 µm	%	0,1	█				
M50 Mediaan	µm	161					
D60/D10	ratio	2,5					

Methode	Granulair M50 Mediaan	* Em: GKL1 afgeleide waarde	D60/D10	afgeleide waarde
----------------	--------------------------	--------------------------------	---------	------------------

Q Methode geaccrediteerd door RvA
Em: Eigen methode, Ov: Gelijkaardig aan, Cf: Conform
* Bij deze vermelding is de gestelde houdbaarheidsdatum tussen monsternamen en analyse overschreden. Dit heeft mogelijk de betrouwbaarheid van het resultaat beïnvloed.

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.
De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aan Blgg aangeleverde materiaal.

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 1
354203, 09-08-2010


Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Ing. J. H. Halman, manager Operationele Zaken a.s.
Op al deze werken van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden.
BLGG AgroXpertus aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade bij gebruik van materiaal.
al het gebruik van door of namens BLGG AgroXpertus verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Bijlage 8 granulaire samenstelling mariene zavel 2010

Onderzoek
Granulair
2- L

Uw klantnummer: 6518834

PPO GG W. Runia
Postbus 430
8200 AK LELYSTAD

BLGG AGROXPERTUS 

Postbus 115
NL-6860 AC Oosterbeek

T +31 (0)88 876 1010
F +31 (0)88 876 1011
E klantenservice@blgg.agroxpertus.com
I blgg.agroxpertus.nl

Onderzoek Onderzoek-/ordernr: 354204/002548928 Datum monstername: 01-07-2010 Datum verslag: 09-08-2010

Grondsoort: Zeekiel Datum ontvangst: 07-07-2010 Monster genomen door: Derden

analyses Runia 137810

Subsidieleverier:
BLGG Agroxpertus Kortingsregeling, Postbus 115
6860 AC OOSTERBEEK

Contactpersoon monstername:
Klantenservice: 0888761010

Resultaat weergegeven in de minerale delen (granulair).	Eenheid	Resultaat	0	10	20	30	40
0-2 µm	%	6,4	█				
2-16 µm	%	3,9	█				
16-50 µm	%	11,3	█				
50-63 µm	%	12,6	█				
63-125 µm	%	41,0	████████████████████				
125-180 µm	%	6,3	█				
180-250 µm	%	5,3	█				
250-355 µm	%	6,2	█				
355-500 µm	%	3,5	█				
500-1000 µm	%	1,5	█				
1000-2000 µm	%	0,4	█				
M50 Mediaan	µm	102					
D60/D10	ratio	6,8					

Methode	Granulair M50 Mediaan	*	Em: GKL1 afgeleide waarde	D60/D10	afgeleide waarde
----------------	-----------------------	---	---------------------------	---------	------------------

Q Methode geaccrediteerd door RvA
Em: Eigen methode, Gr: Getijwaerdig aan, Cf Conform
* Bij deze veriching is de gevelide houdbaarheidsstermijn tussen monstername en analyse overschreden. Dit heeft mogelijk de betrouwbaarheid van het resultaat beïnvloed.

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.
De geproportioneerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aan Blgg aangeleverde materiaal.

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 1
354204_09-08-2010

Dit rapport is vfggegeven onder verantwoording van Ing.H.Helmen, manager Operationale Zaken s.l.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden.
BLGG Agroxpertus aanvaardt niet aansprakelijkheid voor eventuele schade bij het gebruik van het materiaal uit het gebruik van door of namens BLGG Agroxpertus verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

