



Doorontwikkeling biologische grondontsmetting (bodemresetten) als alternatief voor stomen

Demonstratieproeven op vier bedrijven en kasproef bij Wageningen UR Glastuinbouw

Nieves Garcia Victoria¹, Frank van der Helm¹, Marta Streminska¹ en Theo Roelofs²

Rapport GTB-1342

1. Wageningen UR Glastuinbouw, 2. DLV Plant B.V.

Referaat

Biologische Grondontsmetting (BGO) of 'bodemresetten' kan technisch, energetisch en economisch gezien een effectief alternatief zijn voor grondstomen. Om BGO een rol van betekenis te geven in de nabije toekomst in de praktijk heeft het programma "Kas als Energiebron" van het ministerie van EL&I en het Productschap Tuinbouw praktijk demonstraties en doorontwikkeling van de methodiek gefinancierd. In samenwerking met Chrysantentelers, DLV Plant B.V., Wageningen UR Glastuinbouw en Thatchtec B.V. is bij vier chrysantenbedrijven praktijkervaring opgedaan. Ook is er aanvullend onderzoek uitgevoerd naar procesversnellingsmogelijkheden en is gezocht naar betrouwbare procesindicatoren. De teelt en ontsmettingsresultaten zijn bij 3 van de 4 bedrijven tot 5 teelten na ontsmetting even goed of beter als na stomen. Zuurstofloosheid, een van de voorwaarden voor ontsmetting, deed zich niet goed voor in het vierde bedrijf, wat een minder goed resultaat kan verklaren. Voor de uitvoering van bodemresetten is een protocol opgesteld. Een intensief teeltbedrijf moet drie weken zonder teelt in de planning inpassen. Het proces kan verkort worden naar 9 dagen door gebruik te maken van een hogere dosering Ruwe Eiwit, maar dit leidt tot groeiremming in de eerstvolgende teelt. Uitvoering in juli biedt de beste inpassing: het geeft de hoogste bedrijfszekerheid en het beste bedrijfskundig resultaat. Het bereiden van een "primer" of "ent" met eigen bodembacteriën vergroot de bedrijfszekerheid onvoldoende ten opzichte van de inspanning, en is daarom als processtap uit het protocol geschrapt. Het ontsmettingsproces kan betrouwbaar worden gevolgd met behulp van zuurstofmetingen, tellingen van totaal aaltjes en het gehalte aan nitraat, ammonium en bicarbonaat in het 1:2 volume-extract.

Abstract

Biological Soil Disinfection (BSD) or 'soil resetting' can technically, energetically and economically be an effective alternative to soil steaming. The program 'Greenhouse as energy source' of the Ministry of Economy, Agriculture and Innovation and the Dutch Horticultural Board gave financial support to practical demonstrations and further development of this technology, in order to stimulate implementation of BSD in practice. Chrysanthemum growers, DLV Plant B.V., Wageningen UR Greenhouse Horticulture and Thatchtec B.V. gained experience with BSD in four chrysanthemums companies. Additional research was conducted into possibilities to speed up the process and find reliable process indicators. The disinfection and cultivation results (up to 5 cycles) was after BSD as good or better as after steaming in 3 of the 4 companies. Anaerobic conditions, one of the prerequisites for disinfection, were not achieved in the fourth company, which may explain the unsatisfactory disinfection. In intensive cultivation, three weeks without cultivation need to be included in the planning. Implementation in July offers the best fit in terms of effectivity and income. The process can be shortened to 9 days by means of a higher Raw Proteine dose, but this leads to growth inhibition in the next cultivation. Adding a "primer" or "inoculum" with own soil bacteria does not sufficiently increase the operational reliability, and is therefore deleted as a process step in the protocol. The disinfection process can be well monitored by means of oxygen measurement and total nematode counts. Additional indicators are the concentrations of nitrate, ammonium and bicarbonate in the 1:2 soil volume extract.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1342

Projectnummer: 3242166600



Disclaimer

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
1.1	Grondonstmetting in de glastuinbouw	7
1.2	Biologische grondontsmetting	7
1.2.1	Belemmeringen voor praktijkimplementatie	7
1.2.2	Kansen voor praktijkimplementatie	8
1.3	Doelstelling van dit onderzoek	8
1.3.1	Technische doelstellingen	8
1.3.2	Energiedoelstellingen	8
1.3.3	Nevendoelstellingen	8
1.4	Inpassing en sector-overstijging	9
1.5	Samenwerking	9
2	Materiaal en methoden	11
2.1	Uitvoeringsprotocol	11
2.2	Bodemtemperatuur	11
2.3	Incubatietijd en toevoeging "primer"	12
2.4	Gevolgde aanvullende aanbevelingen	12
2.5	Onderzoekperiode	12
2.6	Toegevoegde organische stof	12
2.7	Onderdeel A: Demonstratie-experimenten	12
2.7.1	Proefbedrijven, behandelingen en uitvoeringsperiode	13
2.7.2	Waarnemingen en bepalingen	13
2.8	Onderdeel B: Referentie-experiment in proefkassen Bleiswijk	15
2.8.1	Onderzoeksvragen	16
2.8.2	Behandelingen kasproef	16
2.8.3	Beoordeling kasproef: waarnemingen en bepalingen	16
2.8.4	Laboratorium proef: samenstelling en incubatietijd primer	16
3	Resultaten	19
3.1	Demonstratieproeven per bedrijf	19
3.1.1	Bedrijf 1: Buijs Flowers in Zuilichem (snijchrysanten productie)	19
3.1.1.1	Effectiviteit ontsmetting	19
3.1.1.2	Teeltresultaten	20
3.1.1.3	Conclusies demonstratie bij Buijs Flowers	22
3.1.2	Bedrijf 2: Kwekerij Aad Persoon in Poeldijk (snijchrysanten)	22
3.1.2.1	Effectiviteit ontsmetting	22
3.1.2.2	Teeltresultaten	24
3.1.2.3	Conclusies demonstratie bij Kwekerij Aad Persoon	25
3.1.3	Bedrijf 3: Royal Van Zanten in Valkenburg ZH (bloeioproef kas)	25
3.1.3.1	Effectiviteit ontsmetting	25
3.1.3.2	Teeltresultaten	27
3.1.3.3	Conclusies demonstratie bij Royal Van Zanten Valkenburg (ZH)	27
3.1.4	Bedrijf 4: Deliflor in Maasdijk (zaailingen kas)	28
3.1.4.1	Effectiviteit ontsmetting	28
3.1.4.2	Teeltresultaten	30
3.1.4.3	Conclusies demonstratie bij Deliflor	31

3.2	Nutriënten analyses bij alle bedrijven	31
3.3	Spurway analyses bij Buijs en bij Persoon	32
3.4	Inpassing BGO-behandeling in bedrijfsvoering bij jaarrondchrysan	32
3.4.1	Werkwijze	33
3.4.2	Resultaten cijfermatige uitwerking	33
3.5	Demonstratieproef Wageningen UR Glastuinbouw	34
3.5.1	Zuurstof gehalte tijdens ontsmetting	34
3.5.2	Overleving wortelknobbelaaltjes	35
3.5.3	Overleving <i>Verticillium</i>	35
3.5.4	Totaal aaltjes	36
3.5.5	Teeltresultaat	37
3.5.6	Gehalte aan meststoffen	38
3.5.7	Samenstelling en incubatietijd "primer"	38
3.5.8	Conclusies proef Wageningen UR	41
4	Algemene discussie	43
4.1	Effectiviteit ontsmetting	44
4.2	Neveneffecten BGO	44
4.3	Meerwaarde "primer"	45
4.4	Duur en planning van het ontsmettingsproces	45
4.5	Procesindicatoren	46
5	Conclusies	47
6	Aangepast protocol BGO	49
	Bijlage 1 Nutriënten analyse 4 bedrijven	53
	Bijlage 2 Nutriënten analyse Wageningen UR proef	55
	Bijlage 3 Spurway analyses	57
	Bijlage 4 Schematische inpassing in bedrijfsplanning	59
	Bijlage 5 Diaserie teeltbedrijf	61

Samenvatting

Inleiding: Grondontsmetting in de tuinbouw

Het ontsmetten van de grond is een onvermijdelijke activiteit in de Nederlandse grondgebonden glastuinbouw tegen persistente grondgebonden ziekten (bijvoorbeeld *Verticillium dahliae*) en plagen (bijvoorbeeld wortelduizendpoot, *Scutigerella immaculata* of het wortelknobbelaaltje, *Meloidogyne spp.*). Voor het met stoom ontsmetten van de 467 hectare grondgebonden kasgroente en 1486 hectare grondgebonden sierteelt (voornamelijk snijbloemen) wordt er naar schatting 97.650.000 m³ aardgas per jaar gebruikt. Door de in sommige gevallen toch beperkte effectiviteit van stomen en de hoge energiekosten wordt er de laatste jaren naarstig gezocht naar een energiezuinig en effectiever alternatief voor stomen. Chemische en fysieke alternatieven, evenals overschakelen op een substraatsysteem zijn vooralsnog niet rendabel, niet voldoende effectief of niet toegelaten.

Aanleiding: eerder onderzoek naar een effectief alternatief

Het programma "Kas als energiebron" financierde in 2011 en 2013 een onderzoek naar Biologische grondontsmetting, afgekort BGO en ook bekend als "bodemresetten". In dit rapport worden deze drie termen gebruikt. De methode omvat het aanbrengen van voor micro-organismen makkelijk afbreekbare organische stof ("Herbie") in de juiste dosering op een vochtig perceel. Vervolgens de grond doorspitten, beregenen en luchtdicht afdekken met folie. Anaerobe bacteriën in de bodem zorgen dan voor de ontsmetting, door het ontketenen of katalyseren van biologische processen onder zuurstofloze warme omstandigheden. Deze biologische processen nemen tijd in beslag. Er werden goede resultaten geboekt met de methode tegen onkruidzaden, pathogenen en plagen zoals *Verticillium dahliae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne hapla*, wortelduizendpoot, slakken en tripspoppen. De effectiviteit en kosten van 'bodemresetten' verschilde weinig met die van stomen. Geconcludeerd werd dat de methode technisch gezien een effectief alternatief kan zijn voor stomen, wat kansen biedt voor energiebesparing. De toepassing in de praktijk ondervindt echter weerstand, enerzijds vanwege onvoldoende vertrouwen, gebrek aan ervaring met lange termijn effecten, en anderzijds omdat de benodigde tijdsduur voor bodemresetten (enkele weken) een kostenverhogende factor betekent in intensieve teelten, zoals Chrysant en Lisianthus (oogsterving). Juist bij deze teelten wordt veel gestoomd. Om de weerstand in de praktijk te overwinnen en praktijkimplementatie mogelijk te maken, en zo 'bodemresetten' een rol van betekenis te geven in de nabije toekomst is, zo bleek uit diverse bijeenkomsten met telers, doorontwikkeling van de methode nodig op de volgende punten:

- Ervaring opdoen in praktijksituaties
- Betrouwbaarheid van ontsmettingsresultaten bevestigen (gelijk aan stomen)
- Bedrijfskundige inpassing (periode, kosten/baten, procesversnelling, verbetering primer)
- Teelteffecten op de lange termijn bepalen
- Betrouwbare Procesindicatoren ontwikkelen

Dit rapport

De bedrijfsdemonstraties en het onderzoek dat beschreven worden in dit rapport hadden de benodigde doorontwikkeling als doel. Bodemresetten is in de zomer van 2013 op vier praktijkbedrijven toegepast. Gedurende 1 tot 5 teelten na ontsmetting zijn de percelen en de erop geteelde gewassen gevolgd. Hiertoe is door Wageningen UR Glastuinbouw samengewerkt met DLV plant en met het bedrijf **Thatchtec B.V.** die de benodigde organische stof (Herbie P67) en luchtdichte folie leverde.

Bij drie van de vier praktijkbedrijven zijn met BGO of bodemresetten zeer goede ontsmettingresultaten behaald, en een uitstekend teeltresultaat vier tot vijf teelten na de ontsmetting. Dit is een bevestiging van eerder behaalde resultaten. BGO leverde op maar een bedrijf onvoldoende ontsmettingsresultaat. Hoewel er op dit bedrijf de stoomresultaten ook niet bevredigend waren, was het slecht resultaat te verklaren door onvoldoende vocht onder het folie en een zuurstoflek in de folieafdichting (gebleken uit zuurstofmetingen).

De aanwezigheid van onkruid kon bij twee van de vier praktijkbedrijven echter onvoldoende worden beheerst met BGO. Dit blijft een knelpunt van de methode.

Als gevolg van de toegevoegde organische Stof (Herbie P67) is de grondstructuur verbeterd bij een van de vier bedrijven. Er traden bij alle bedrijven veranderingen op in de minerale samenstelling van de grond (afname van nitraat, lichte toename van natrium, toename van ammonium, bicarbonaat en mangaan). Hiermee dient rekening gehouden te worden bij het bereiden van de voedingsoplossing.

Inpassing van BGO kan niet zonder economische gevolgen voor de teler; QMS doorrekening laat zien dat deze, mits goed gepland, heel beperkt kunnen worden gehouden. Uitvoering in de laatste drie weken van juli leidt tot het beste bedrijfsresultaat vanuit economisch oogpunt (minimaliseren van de opbrengstderving door lage veilingprijzen in die tijd), en de beste bedrijfszekerheid door maximale effectiviteit van het proces (maximaliseren effect door de hogere instraling en te de bereiken hoge bodemtemperaturen).

Aanvullend aan de praktijkdemonstraties is in 3 kasafdelingen bij Wageningen UR Glastuinbouw onderzoek gedaan. In het onderzoek is gekeken naar de mogelijkheden het proces te versnellen. Ook is er gewerkt aan doorontwikkeling van de "primer" op laboratoriumschaal. De voordelen die een "primer" biedt ten aanzien van procesversnelling in de grond zijn verder bestudeerd. Tot slot, zijn verschillende procesindicatoren vergeleken om de bedrijfszekerheid te verhogen.

Het verkorten van het ontsmettingsproces naar 7 dagen (en 2 dagen beluchten) is mogelijk gebleken bij gebruik van de hoge dosering 2 RE. Echter, na 7 dagen ontsmetten plus 2 dagen wachten, is nog niet al het materiaal afgebroken, wat leidt tot een hoger mineralengehalte in de grond en slechter teeltresultaat in de vorm van afname van het takgewicht met respectievelijk 10% (1RE), en 20% (2RE).

In het onderzoek 2011-2012 leek een met bodemeigen bacteriën gekweekte "ent" of "primer" een verbetering van het resultaat te kunnen worden bereikt. De bereiding is echter arbeidsintensief en hoewel het blijkt dat de bereiding van de "primer" sneller en met minder grondstoffen mogelijk is, is de meerwaarde in de praktijkdemonstraties noch in de Wageningen UR Glastuinbouw proef nog steeds niet voldoende bewezen. In het nieuwe protocol is deze stap daarom niet meer opgenomen.

Bij de proeven zijn een aantal procesindicatoren zowel voldoende eenvoudig als effectief geweest. Dit waren:

- Een laag zuurstofgehalte (<1%) onder het folie tijdens de afdichting.
- Een flinke afname van het totaal aaltjes na 7 en 14 dagen.
- Een laag gehalte aan Nitraat (< 1 mmol/l) in combinatie met hoog Ammonium (>0,2 mmol/l) na 14 dagen.

De eerste geeft aan dat de omstandigheden voor ontsmetting zich hebben voorgedaan; de tweede dat er doding is van bodemfauna; de derde dat afbraak en omzetting van organische stof door bacteriën hebben plaatsgevonden. Een combinatie van deze drie snelle bepalingen geeft voldoende informatie over het ontsmettingsresultaat om met vertrouwen de teelt te starten.

De informatie uit het onderzoek heeft geleid tot aanpassing van het uitvoeringsprotocol.

1 Inleiding

1.1 Grondonstmetting in de glastuinbouw

Het ontsmetten van de grond met behulp van stoom is een uiterst energie verslindende methode. Gebaseerd op het jaar 2009 (KWIN telling mei 2009) wordt er in Nederland 467 hectare grondgebonden groente in kassen geteeld, daarnaast is er nog eens 1486 hectare grondgebonden sierteelt (voornamelijk snijbloemen) in kassen. Uitgaande van een gemiddeld gebruik van 5 m³ aardgas per m² per jaar (waarde wordt gehanteerd voor saldoberekeningen in KWIN (gemiddeld verbruik en frequentie)) wordt er voor het ontsmetten van de bodem met stoom naar schatting 97.650.000 m³ aardgas per jaar gebruikt. Per hectare wordt dus per jaar zo'n 50.000 m³ aardgas verstoekt om stoom te gebruiken als ontsmettingsmethode tegen persistente ziekten (bijvoorbeeld *Verticillium dahliae*) en plagen (bijvoorbeeld wortelduizendpoot, *Scutigerella immaculata* of het wortelknobbelaaltje, *Meloidogyne spp.*). Bij een teelt zoals Freesia moet de door stoom opgewarmde bodem ook nog eens gekoeld worden om bloemvorming te induceren, wat nog eens leidt tot extra verbruik van energie. Alternatieven zoals ontsmetting van de bodem met behulp van chemische middelen zijn al sinds lange tijd geen optie meer in kasteelten. Methylbromide en ook andere chemische ontsmettingsmiddelen zijn verboden. Verder kunnen grondgebonden teelten niet eenvoudig overschakelen op een substraatsysteem. Ook andere vormen van fysieke ontsmetting zoals Agritron waarbij de bodem wordt doorstraald met microgolven (magnetronstraling) of Cultivit (hitte toedienen tijdens het spitten) zijn nog niet praktijkrijp of lijken niet door de praktijk te worden opgepakt. Bovendien wordt er bij beide technieken ook veel energie verbruikt. Door de in sommige gevallen toch beperkte effectiviteit van stomen en de hoge energiekosten wordt er de laatste jaren naarstig gezocht naar een energiezuinig alternatief voor stomen.

1.2 Biologische grondontsmetting

In het project dat in 2011 en 2012 is uitgevoerd in het programma "Kas als energiebron" onder de titel Biologische grond ontsmetting als alternatief voor stomen, heeft Wageningen UR Glastuinbouw op en chrysanten en een sla (Frisee) bedrijf goede resultaten geboekt met de methode, dat ook bekend staat met de naam "bodemresetten". Pathogenen en plagen zoals *Verticillium dahliae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne hapla*, wortelduizendpoot (*Scutigerella immaculata*), slakken en thripspoppen (*Frankliniella occidentalis*) maar ook onkruidzaden worden afgedood. Vaak met een beter of minimaal gelijkwaardig effect als bij stomen. Op basis hiervan kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de methode technisch gezien een waardig alternatief kan zijn voor stomen. Hiermee liggen ook direct enorme kansen ten aanzien van energiebesparing "voor de greep".

1.2.1 Belemmeringen voor praktijkimplementatie

Het toepassen van Biologische grondontsmetting of "Bodemresetten" in de praktijk vindt echter nog weinig opgang. Redenen hiervoor zijn:

- De kosten van 'bodemresetten' verschillen weinig met die van stomen.
- De benodigde tijdsduur voor bodemresetten van enkele weken is voor intensieve teelten, zoals Chrysant en Lisianthus een extra kostenverhogende factor in vergelijking met stomen.
- Stomen is voor de meeste bedrijven een 'bedrijfszekere' wijze van grondontsmetting, waar de bedrijfsuitrusting en manier van werken helemaal op ingericht is. Overstappen naar iets nieuws zoals bodemresetten, waarvan de resultaten op het eigen bedrijf nog onbekend zijn, gebeurt niet zomaar.

1.2.2 Kansen voor praktijkimplementatie

In de Arenasessie die in het kader van het project 'Samenwerken aan vaardigheden' op 20 december 2012 zijn de hierboven genoemde bezwaren aan de orde geweest. Toepassen van de techniek in de praktijk wordt op dit moment belemmerd door te hoge kosten, onvoldoende vertrouwen in de bedrijfszekerheid en gebrek aan ervaring met de positieve effecten op de lange termijn op de bodemweerbaarheid. Deze bezwaren kunnen alleen overwonnen worden als 'bodemresetten' in de praktijk de komende tijd doorontwikkeld wordt, op de volgende punten:

- Inpassing in de bedrijfsvoering van intensieve teelten.
- Verhogen van de bedrijfszekerheid van de methode in praktijksituaties op verschillende grondsoorten met verschillende toevoegingen (primers).
- Betere of vergelijkbare ontsmettingsresultaten met 'bodemresetten' ten opzichte van stomen.
- Extra voordelen op het gebied van de bodemweerbaarheid waardoor het bijvoorbeeld mogelijk wordt om, om het jaar te ontsmetten in plaats van jaarlijks.

Om Biologische Grondontsmetting of 'bodemresetten' een rol van betekenis te geven in de nabije toekomst is het van groot belang eerder genoemde punten worden doorontwikkeld in de praktijk, in de intensieve grondteelten, in de glastuinbouw.

1.3 Doelstelling van dit onderzoek

Dit onderzoek is in de zomer van 2013 gestart om de methode van Biologische Grondontsmetting of 'bodemresetten' door te ontwikkelen op de punten die de praktijkimplementatie in de weg staan, zodat Biologische Grondontsmetting een rol van betekenis in de nabije toekomst kan krijgen.

1.3.1 Technische doelstellingen

- Vertrouwen genereren voor de grondgebonden teelten en daarmee de weg vrij te maken voor een brede toepassing van de methode.
- Bepalen van direct op het bedrijf toepasbare indicatoren om het verloop van de 'bodemresetten' te volgen en zelf het effect te kunnen voorspellen of vast te stellen.
- Integratie van de methode in het teeltplan ter vervanging van het conventionele stomen.
- Bepaling van de effectiviteit en meerjarige werking van de biologische grondontsmettingsmethode ten opzichte van stomen.

1.3.2 Energiedoelstellingen

- Reductie van het gasverbruik/m² benodigd voor het ontsmetten van grond met 100%. Voor sommige teelten zou dit een besparing kunnen opleveren van 10% (bijvoorbeeld chrysant) tot wel 50% (bijvoorbeeld radijs) op het totale gas-jaarverbruik. Als blijkt dat de methode ook een meerjarig effect heeft, dan kan elk jaar dat er niet wordt gestoomd extra gas worden bespaard.

1.3.3 Nevendoelstellingen

- Verhoging van teeltzekerheid door vermindering van het risico op uitval gedurende de teelt.
- Ontwikkeling van kennis over de processen, toepassen van primers (versnelling), de effecten op nieuwe of andere plaagorganismen en pathogenen dan tot nu toe getoetst, het bodemleven en de effecten op bodemweerbaarheid bij het toepassen van biologische grondontsmetting.

1.4 Inpassing en sector-overstijging

Motieven voor toepassing

De methode van biologische grondontsmetting heeft in de afgelopen experimenten laten zien een toepasbaar alternatief te zijn voor grondstomen. Door een methode waarbij nauwelijks energie wordt gebruikt als alternatief in te zetten voor grondstomen kan veel fossiele brandstof (aardgas) worden bespaard.

Belemmeringen voor toepassing

1. De telers geven aan vertrouwen in de methode nog te missen.
2. Integratie in de teelt vergt omschakeling en durf.
3. Randvoorwaarde is dat de energiebesparing niet ten koste mag gaan van productie en kwaliteit.

Hoe is het project in te passen in overig onderzoek

- Er is in relatie tot dit project een aanvraag gegaan bij het project 'Samenwerken aan vaardigheden' om een bijdrage te leveren in dit demonstratie project. Er is een onder voorbehoud een toezegging gedaan voor een referentie en demonstratie experiment in het kassencomplex van Wageningen UR Glastuinbouw.
- EFRO-Project: In dit project, dat een fundamenteel karakter heeft, wordt gezocht naar het mechanisme achter de methode.

De rol van dit project in ander onderzoek

- In dit project ligt de focus op het bepalen van de economische haalbaarheid en inpasbaarheid in het teeltsysteem als alternatief voor stomen en vaststelling van de duurwerking van de methode als gevolg van een verhoogde bodemweerbaarheid.
- De doelgroep voor dit onderzoek is primair de Nederlandse grondgebonden kasteelt. Er zal in het bijzonder gekeken worden naar grondgebonden snijbloemen zoals Chrysant, Lisianthus, Freesia, Alstroemeria en Amaryllis.
- Ook andere grondgebonden teelten zoals zomerbloemen, bloembollen en trekheesters kunnen de resultaten van dit onderzoek toepassen, echter van energiebesparing is dan geen sprake omdat deze teelten niet of nauwelijks wordt gestoomd.
- Daarnaast zijn de resultaten van dit project ook internationaal toepasbaar in bedekte, semi-bedekte en open teelten.

1.5 Samenwerking

Om de doelstellingen te verwezenlijken is een demonstratieonderzoek in de praktijk gestart, en gecombineerd met proeven bij Wageningen UR Glastuinbouw. Het demonstratie onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw in samenwerking met DLV Plant Chrysant, en Thatchtec B.V.

DLV Plant

Voor DLV Plant Chrysant ligt de nadruk in dit project op het werven van praktijkbedrijven, begeleiding van de demonstratieproeven, volgen van de resultaten in de teelt en verdere uitwerking van een (teelt)plan(ning) om het middel naadloos in de teelt te integreren, om zo 'bodemresetten' ook praktisch een alternatief te kunnen laten worden voor stomen.

Wageningen UR Glastuinbouw

Voor Wageningen UR Glastuinbouw ligt een rol op het gebied van proefopzet, meten en monitoren en verwerking van de resultaten van de demonstratie-experimenten.

Thatchtec B.V.

Producent Thatchtec B.V. heeft een bijdrage geleverd in de vorm van materialen om 'bodemresetten' uit te voeren (de organische stof bekend onder de naam "Herbie", zuurstofdichte plastic) op 5 percelen op de deelnemende bedrijven ter grootte van zo'n 600 m². Daarnaast hebben ze gezorgd voor de begeleiding van de experimenten tijdens de uitvoering.

Financiering

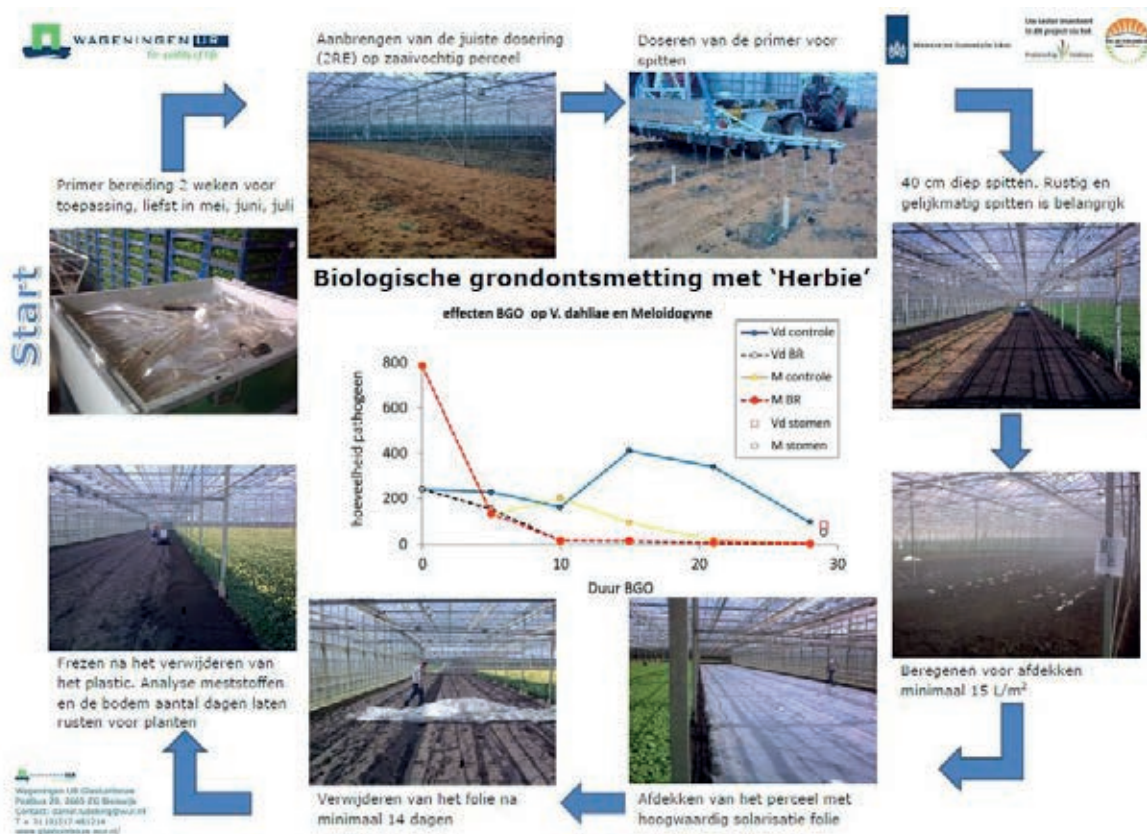
Deze demonstratieproeven zijn gefinancierd door het programma "Kas als Energiebron" van het Ministerie van EL&I en het Productschap Tuinbouw.

2 Materiaal en methoden

“Biologische Grond Ontsmetting”, verder in dit rapport als “BGO” afgekort en soms ook genaamd “Bodem resetten” is toegepast volgens een in eerder onderzoek (Ludeking *et al.* 2013) opgesteld protocol (Figuur 1). Het protocol was opgesteld als de ‘best practice’ met de ervaringen en kennis die opgedaan waren in proeven uitgevoerd in 2011 en 2012.

2.1 Uitvoeringsprotocol

Het protocol omvat het aanbrengen van een organische stof met een specifieke C/N samenstelling in de juiste dosering op een vochtig perceel, doorspitten, beregenen en luchtdicht afdekken met folie. De organische stof dat wordt toegevoegd wordt door Thatchtec B.V. op de markt gebracht onder de generieke naam “Herbie”. Onder deze naam worden verschillende formuleringen verkocht met een nummer (als toevoeging). Bodemresetten maakt gebruik van de biologische processen in de bodem die optreden in aanwezigheid van makkelijk afbreekbare organische stof onder zuurstofloze of zuurstofarme omstandigheden. Deze biologische processen nemen tijd in beslag.



Figuur 1 Het protocol dat gevolgd is voor ‘Bodemresetten’ (Ludeking *et al.*, 2013).

2.2 Bodemtemperatuur

Uit de resultaten van eerdere experimenten bleek onder meer dat hoge, voor microbiologische activiteit in de bodem optimale bodemtemperatuur het proces stimuleert. Ook bleek het dat zonder anaerobe omstandigheden alle benodigde processen stil vallen en zijn er geen bestrijdende effecten op de bodempathogenen.

2.3 Incubatietijd en toevoeging "primer"

Hoe langer de incubatietijd van Bodemresetten, des te groter het effect bleek op bodempathogenen en des te groter het effect ten opzichte van stomen. Het toevoegen aan de grond van gekweekte bodemeigen bacteriepopulatie ('primer') op Herbie kan het proces stimuleren, maar het effect was niet steeds duidelijk. Het proces kan worden gemonitord aan de hand van gasmetingen van O₂ en H₂S. Bodemresetten heeft een sterke invloed op de hoeveelheid voedingselementen in de bodem. Het gebruik van zwarte kuilfolie geeft minder verhoging van de bodemtemperatuur en lijkt meer zuurstof door te laten dan transparant solarisatiefolie. Een uitgedroogde grond en een bodem die lang braak gelegen heeft zijn moeilijk in een keer vochtig te krijgen en in een te droge grond verloopt het proces niet goed.

2.4 Gevolgde aanvullende aanbevelingen

Op basis van deze aanvullende resultaten zijn aanbevelingen gedaan voor de praktijk en het onderzoek om het proces zo succesvol mogelijk te laten verlopen, en deze zijn ook in dit project gevolgd.

- Het gebruik van een hoogwaardige, heldere solarisatiefolie is aan te bevelen boven andere folies.
- Pas Bodemresetten toe op zaaiklare grond; laat grond niet droog worden of braak liggen.
- Ga bij het aanleggen van Bodemresetten zeer zorgvuldig te werk met spitten, watergift en vooral het afdekken, want als zuurstofloosheid niet bereikt wordt is het resultaat niet voldoende. Volg hiervoor het protocol zoals beschreven in.
- Voer minimaal zuurstofmetingen uit om het resultaat te monitoren.
- Neem na het Bodemresetten een grondmonster voor analyse op voedingselementen en pas de bemesting aan op de gevonden waarden.

2.5 Onderzoekperiode

Geconcludeerd werd tevens dat de maanden mei, juni en juli uitermate geschikt zijn voor toepassing van de techniek. In deze maanden is de instraling van de zon maximaal. Deze zonnestraling kan worden gebruikt om de bodem op te warmen en daarmee het biologisch grondontsmettingsproces te stimuleren. Daarnaast past de periode goed in de planning omdat de opbrengst van de oogst die wordt gemist (juli/augustus) vaak het minste aan omzet genereert voor de telers.

De 4 bedrijven waar de demonstratieproeven werden uitgevoerd is aangeraden de methode in deze periode uit te voeren.

De proeven bij Wageningen UR Glastuinbouw zijn uitgevoerd in de zomer van 2013.

2.6 Toegevoegde organische stof

Gebleken was verder dat het tot dan toe gebruikte "Herbie" te veel mineralen toevoegde aan de grond. Hiermee dient rekening gehouden te worden met de bemesting.

Thatchtec B.V. heeft als antwoord hierop een andere "Herbie" geleverd, waarmee ze verwachten dat minder mineralen achterblijven in de bodem na ontsmetting. Het heeft als commerciële naam **Herbie 67P**.

De onderzoeksmethode en de resultaten van beide groepen proeven worden vervolgens gescheiden gehouden.

2.7 Onderdeel A: Demonstratie-experimenten

Voor de start van elk van de 4 demonstratie-experimenten zijn per grondgebonden teeltbedrijf de gevolgen voor teelt en planning uitgedacht en besproken met de teler. Deze kennis die op elk individueel deelnemend bedrijf is ontwikkeld en verzameld, zal leiden tot een standaard teeltplanning ten behoeve van de integratie van 'bodemresetten' in de teelt van chryasant.

2.7.1 Proefbedrijven, behandelingen en uitvoeringsperiode

In Tabel 1 zijn de deelnemers aan demonstratieproeven bodemresetten weergegeven, met de gebruikte dosering (In Ruwe Eiwit concentratie, RE), de aanwezigheid van "primer" en de datum van inzet.

Tabel 1

Deelnemende bedrijven aan de demonstratie experimenten met dosering, primer en datum waarop de ontsmetting is gestart.

Bedrijf	Dosering	Primer	Datum aanbrengen	Dagen onder folie
Buijs	2RE	met en zonder primer	(11-04)	19
Persoon	2RE	met en zonder primer	(14-05)	24
Van Zanten	2RE	met en zonder primer	(4-06)	15
Deliflor	2RE	zonder primer	(21-06), (01-08)	14 (kas A), 17 (kas B)

Bij de 4 demonstratie-bedrijven is de toepassing van bodemresetten gevolgd in vergelijking met een controle perceel. Het proefvak voor 'bodem resetten' moest een representatief deel van de kas zijn (bijvoorbeeld een tralie) en vergeleken worden met een gelijk deel van de kas. Het liefst dient de methode direct te worden vergeleken met stomen.

Diepte van biologische grondontsmetting en stomen zijn afhankelijk van teeltsysteem en werden afgestemd op de gebruiken in de specifieke teelt. Van beide proefvakken is een nulmeting gedaan op het gebied van aanwezige ziekten en plagen, (voorraad)bemesting en grondsoortbepaling.

De toepassing van de methode is gevolgd door het vaststellen van het direct effect van 'bodemresetten' op 1 ziekte (schimmel) en 1 plaag (aaltjes) na 7 en 14 dagen anaerobe condities. Gedurende het 'bodemresetten' zijn parameters zoals bodemtemperatuur en gasproductie als gevolg van microbiële omzetting gemonitord.

Ook de ontwikkeling van een primer of meerdere primers ter bevordering van het proces is geïntegreerd in de demonstratieproeven.

Op de proef en referentievakken zijn na de ontsmetting standaardteelten uitgevoerd, waarbij op beide proefvakken indien nodig gelijke gewasbehandelingen worden uitgevoerd. DLV Plant Chrysant heeft de productie van het proefvak vergeleken. Verder is gekeken naar effecten van de methode op:

- Energieconsumptie.
- Arbeid.
- Bedrijfsmatig effect (tijd benodigd voor de ontsmetting en de impact op bedrijfsvoering).
- Ziekte- en plaagbeheersing (uitval door ziekten en plagen is geregistreerd).
- Gewasbeschermingsmiddelen verbruik.

Na elke teeltronde is door Wageningen UR Glastuinbouw, de teler, DLV Plant Chrysant en begeleidingscommissie overlegd over de resultaten en over de te nemen vervolgstappen ten aanzien van 'bodemresetten'.

De 4 bedrijven zijn gedurende 1 vol jaar gevolgd. Er is in het project, samen met de deelnemende telers, beoordeeld of de methode wederom moet worden uitgevoerd of dat duurwerking nog voldoende is om de methode uit te stellen.

2.7.2 Waarnemingen en bepalingen

Tijdens het ontsmettingsproces, na het verwijderen van de folie, en na de oogst van het gewas, zijn verschillende waarnemingen gedaan om de effectiviteit en eventuele neveneffecten te controleren.

Uit het eerder onderzoek leken ze redelijk tot goede indicatoren te zijn van de mate waarin het ontstmettingsproces plaatsvindt.

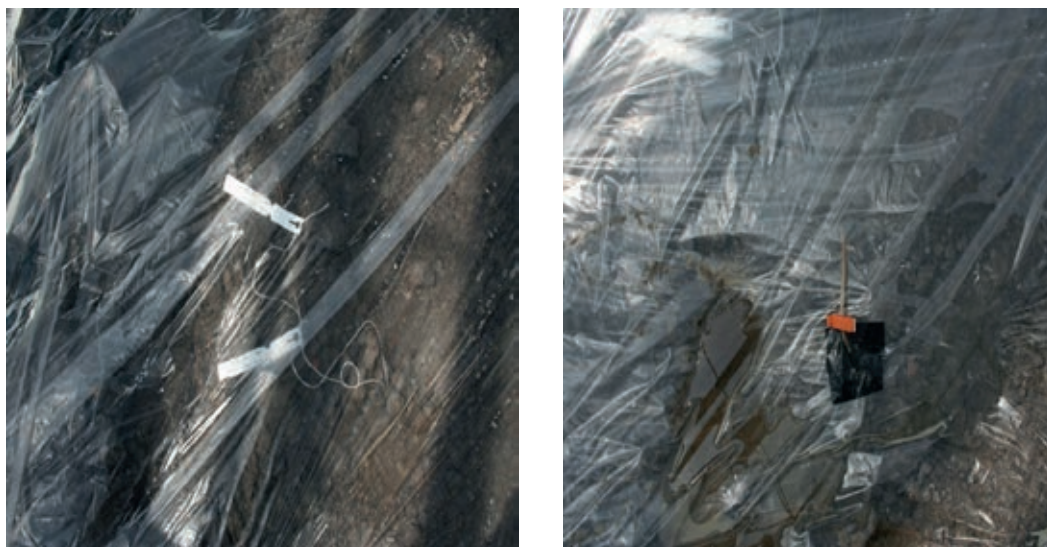
De uitgevoerde bepalingen en waarnemingen waren:

- BLGG bepalingen:
 - Totaal aaltjes.
 - Nutriënten.
 - Fytotoxiciteit.
- Altic bepalingen:
 - Spurway analyse.
- Wageningen UR bepalingen:
 - Overleving wortelknobbelaaltjes en *Verticillium*.
 - Zuurstofmetingen.
- DLV
 - Takgewicht.
 - ziektedruk.
 - Voeding.

Hieronder worden enkele bepalingen toegelicht:

- *Afname van totaal aaltjes* in de grond tussen t0 (voor de BGO behandeling) en t14 (na het verwijderen van de folie) is een indirecte, tamelijk goedkope bepaling of BGO goed op gang komt. Aaltjes overleven de zuurstofloze omstandigheden niet goed. Nadat de folie er af gaat komt er weer zuurstof bij in de grond en migreren aaltjes van de diepere grond naar boven of bijvoorbeeld vanuit andere vakken.
- *Nutriënten-analyse* (mineralen in de 1:2 volume-extract) geeft inzicht in de mate waarin de toevoeging van een vorm van organische stof (Herbie) bijdraagt aan een toename van de door de plant opneembare, dan wel uitspoeling-gevoelige mineralen in de grond. Inzicht hebben in deze veranderingen is nodig om de bemesting aan te passen.
- Met een *spurwayanalyse* wordt inzicht gekregen in de voedingsvoorraad van de grond. In vergelijking met de 1:2 analyse van kasgrond wordt een groot deel van de mineralen die aan het kleihumuscomplex zitten ook 'meegemeten'. Ruim een half jaar na het uitvoeren van de bodemreset-behandeling, in januari 2014, zijn er op 2 van de deelnemende bedrijven spurwayanalyses uitgevoerd van het proefvak met BGO en van de referentievakken ernaast.
- *Overleving van Verticillium en wortelknobbelaaltjes* is tot nu toe in elke onderzoek gemeten door zakjes met bekende concentraties in de grond op verschillende dieptes in te graven (zie Figuur 2, links) voordat er plastic daarover ging. De zakjes zijn in groepjes ingegraven om het grondontsmettingsproces zo min mogelijk te verstoren. Bij tussentijdse bemonstering werd lokaal een opening gemaakt in het plastic. Nadat alle benodigde handelingen op een bemonsteringsplaats verricht waren, is het folie weer luchtdicht gemaakt met een laag duct tape om het proces niet verder te verstoren. Deze pathogenen worden goed bestrijden als het proces goed verloopt, en daarom zijn ze als "indicator" gebruikt. Een hoge overleving percentage geeft aan dat het proces niet goed is verlopen. Een lage overleving wordt beschouwd in termen van ontsmetting als een goed resultaat: dan zijn immers de meeste organismen gedood.
- *Zuurstofmetingen* zijn een hele goede indicator van proces verloop. Uit het eerder onderzoek is gebleken dat als er zuurstof bij komt, het proces van ontsmetting niet of te traag plaatsvindt. Om zuurstof te meten worden afgeklemde slangetjes in de bodem geplaatst (zie Figuur 2, rechts). De meting zegt niets over doding van pathogenen, alleen of de omstandigheden goed waren om doding mogelijk te maken.

- De *fytotox* toetsen zijn niet in eerder onderzoek uitgevoerd. Er is in de grond na BGO gekeken of de restproducten (zouten, mineralen, gassen of biologisch actieve toxines) tot een mogelijk fytoxisch effect leiden. Hiertoe zijn toets plantjes gezaaid in de grond en het kieming percentage is beoordeeld. Een goede kieming betekent in ieder geval dat de grond na de BGO niet fytoxisch is voor plantengroei. Een tweede fytoxisch toets bestaat uit de beoordeling van de wortellengte van kiemplanten; bij geen afname van de wortellengte wordt aangenomen dat er geen fytoxisch effect is; een afname van de wortellengte zou kunnen duiden op een licht fytoxisch effect.
- *Taggewichten* na het oogsten van een ontsmet vak in vergelijking met controle vakken geven een eventueel neveneffect op het gewas na het ontsmetten van de teeltperceel.



Figuur 2 Gebruikte indicatoren van het procesverloop. Links de ingegraven controle zakjes met Wortelknobbelaaltjes en *Verticillium microsclerotia*; rechts de slangen om zuurstof te bepalen.

2.8 Onderdeel B: Referentie-experiment in proefkassen Bleiswijk

Naast de praktijkexperimenten is in dit project een referentie-experiment onder geconditioneerde omstandigheden in het kassencomplex van Wageningen UR Glastuinbouw uitgevoerd. De insteek van dit experiment is om onafhankelijk van bedrijfsinvloeden een controle experiment aan te leggen. In het experiment is BGO vergeleken met een stoombehandeling en een onbehandeld controle perceel. Dit experiment biedt de mogelijkheid om af te wijken van het protocol en ideeën te toetsen die nog niet geheel praktijkrijp zijn in een experimentele kas. Het experiment is zeer intensief opgevolgd. Tijdens het proces zijn gasproductie en bodemtemperaturen gemeten. In deze experiment werd ook nagekeken naar effectiviteit van verschillende BGO varianten op overleving van *Verticillium dahliae* en wortelknobbelaaltjes. Daarnaast zijn parameters zoals productie, taggewichten, teeltduur en andere gewasparameters objectief gevolgd. Al deze factoren zijn niet objectief te vergelijken in een demonstratie proef maar wel van belang om toe te voegen aan de kennis van de methode. Omdat er in het demonstratieproject (onderdeel A) geen ruimte is voor nog te beantwoorden wetenschappelijke vraagstukken; bestaande kennis kan worden bevestigd middels analyse en daarnaast kunnen correlaties worden gezocht voor monitoring parameters, maar echte experimenten kunnen niet worden uitgevoerd. Experimentele behandelingen kunnen mogelijk niet het gewenste demonstratie effect hebben. Het is daarom belangrijk om in een experimentele kas de mogelijkheid te hebben om openstaande vragen te onderzoeken en te beantwoorden.

2.8.1 Onderzoeksvragen

Vragen die in dit experiment zijn beantwoord zijn:

1. Wat zijn de effecten op groei en ontwikkeling van het gewas na toepassing van de methode in vergelijking met stomen en controle zonder Herbie?
2. Wat zijn de effecten op de populatie van plagen en biologische bestrijders na toepassing van de methode in vergelijking met stomen?
3. Wat zijn de additionele effecten van toevoegen van "primer" op effectiviteit?
4. Welke "primer" samenstelling heeft potentieel het grootste effect?

De vragen 1 tot 3 zijn met een referentie kasproef beantwoordt. Op vraag 4 is een antwoord gezocht door middel van een laboratoriumproef (zie 2.8.4).

Geïnteresseerden konden bij dit referentie-experiment komen kijken, voelen en ruiken aan de methode. De proef is bij themadagen zoals de "Gewasbeschermingsdag" opgenomen en bekeken.

2.8.2 Behandelingen kasproef

De uitgevoerde behandelingen in de Wageningen UR proef zijn, naast een controle-perceel stomen en een controle perceel niet ontsmetten:

- Dosering: 1RE en 2RE, met het oog op vermindering vracht organische stof aan de bodem tenzij voor een goede werkzaamheid noodzakelijk.
- met en zonder primer, met als doel, de voordelen van de "primer" definitief vast te stellen.
- 15+7 en 7+2 (dagen ontsmetten+wachten, als het proces kan worden versneld, is het makkelijker in te passen in een intensieve teeltbedrijf).
- 4 juli (15+7) en 16 juli (7+2) inzetten, 25 juni planten.

2.8.3 Beoordeling kasproef: waarnemingen en bepalingen

Tijdens het ontsmettingsproces, na het verwijderen van de folie, en na de oogst van het gewas, zijn dezelfde waarnemingen gedaan om de effectiviteit en eventuele neveneffecten te controleren als in de demonstratiebedrijven. Voor de uitgevoerde waarnemingen, verwijzen we naar 2.1.2.

2.8.4 Laboratorium proef: samenstelling en incubatietijd primer

Er zijn 7 verschillende "primers" geproduceerd en er is gekeken naar hoeveelheden bacteriën in de primer, en of ze een significante bijdrage leveren ten opzichte van de hoeveelheden natuurlijk in de grond aanwezige bacteriën.

Een "primer" of "ent" is een kweek van anaerobe bacteriën die van nature aanwezig zijn in bepaalde grond. De hypothese is dat deze "ent" zou kunnen bijdragen aan snelheid in de methode van bodemresetten en zekerheid geven ten aanzien van de effectiviteit.

Bij Wageningen UR hebben wij het huidige ent 'recept' en een aantal aangepaste ent 'recepten' getoetst.

Doel van het onderzoek was om:

- a) het aantal bacteriën in het ent vast te stellen
- 2) bepalen of de duur van de kweek van het ent (1 of 2 weken) invloed heeft op uiteindelijk aantal bacteriën in het ent.

De 7 geteste samenstellingen (verschillende verhoudingen van de drie ingrediënten van de "primer" water, grond en Herbie (ent 1 t/m 7)) zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2

De verschillende "primer" samenstellingen onderzocht.

Ent	Huidige ent (Ent 1)	Ent 2	Ent 3	Ent 4	Ent 5	Ent 6	Ent 7
Herbie 67P	60L	60L	120L	6L	30L	60L	120L
grond	100L	50L	200L	100L	50L	20L	100L
water	840L	890L	680L	894L	920L	920L	780L

Na vermenging van alle ingrediënten, zijn de "enten" geplaatst in een stoof in het donker bij 20°C. Twee incubatietijden zijn gekozen, namelijk: 1 week en 2 weken (gebruikelijk in de praktijk). Bij Ent 7 was maar een incubatietijd getoetst (1 week).

Na de incubatie zijn monsters genomen van de aldus verkregen 'ent' of 'primer' oplossingen om de voedingswaarde te bepalen (macro- en microelementen) en bacteriële bepaling (met 16S rDNA techniek).

3 Resultaten

3.1 Demonstratieproeven per bedrijf

Hieronder volgt per bedrijf verslag van de effectiviteitsmetingen en de monitoring van de verschillende teelten na de ontsmetting.

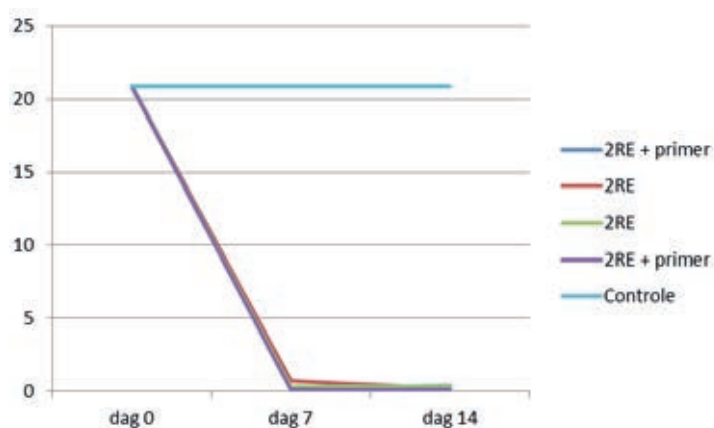
3.1.1 Bedrijf 1: Buijs Flowers in Zuilichem (snijchrysanten productie)

De "Herbie" + aangemaakte "primer" is ingebracht op 12 april op het proefvak (vak 33).

Het folie is verwijderd op 1 mei. Aantal 'Dagen onder folie' was dus 19.

3.1.1.1 Effectiviteit ontsmetting

In Figuur 1 is het zuurstofgehalte tijdens de ontsmettingsperiode weergegeven. Te zien is dat alle behandelingen goed zuurstofloos zijn na 7 dagen onder het plastic, waarbij de controle op ruim 20% zit. Na 14 dagen is onder het plastic nog steeds goed zuurstofloos. Dit is een belangrijke voorwaarde voor de werkzaamheid.



Figuur 3 Resultaat O₂ metingen Buijs.

Uit de tellingen die gedaan zijn met ingegraven zakjes met aaltjes (*M. hapla*, Tabel 2) en *Verticillium* (Tabel 3), blijkt dat er een hele goede doding bereikt is: na 14 dagen is 100% van de aaltjes gedood met Biologische Grond Ontsmetting. De *Verticillium* lading is binnen 7 dagen met een factor 10 afgenomen, even goed als met stomen. Beide geven de effectiviteit van de ontsmetting aan.

Tabel 3

Resultaat overleving *M. hapla* na 0, 7 en 14 dagen bij Buijs.

2RE/controle	primer	0	7	14
2RE	-		17	0
2RE	+		60	0
Controle	nvt	4077		
Stomen	nvt	411	67	

Tabel 4

Resultaat overleving *Verticillium* na 0, 7 en 14 dagen bij Buijs.

2RE/controle	primer	0	7	14
2RE	-		99	7
2RE	+		30	6
Controle	nvt	297	367	
Stomen	nvt	126	33	

Uit de bepaling van totaal aaltjes (Tabel 4) blijkt dat deze bepaling een goede maat is voor de werkzaamheid van de methode, daar er een goede afname meetbaar is in de opeenvolgende bemonsteringen. Daarbij lijkt de aanwezigheid van de "primer" niet tot extra doding bij te dragen.

Tabel 5

Resultaat bepaling van totaal aaltjes op 0, 7, 14 en 21 dagen bij Buijs.

BGO	Primer	T=0	T=7	T=14	T=21
2RE	primer -	8213	80	25	13
2RE	primer +	5433	1650	43	120
Controle	n.v.t.	5655	3825	3578	3155

De fytotoxkit resultaten ten aanzien van percentage kieming (Tabel 5) zijn goed te noemen; die van wortellengte (Tabel 6) ten opzichte van de referentie is ook goed.

Tabel 6

Fytotox resultaten op % kieming.

Average of fytotox opkomst%			
	BGO	BGO	Controle
Teler	primer -	primer +	-
Buijs	94	95	84

Tabel 7

Fytotox resultaten op wortellengte.

Fytotox cm tov ref (ref=48 cm), %			
	BGO	BGO	Controle
Teler	primer -	primer +	-
Buijs	97	127	78

3.1.1.2 Teeltresultaten

Meteen na het verwijderen van de folie zijn er een aantal stekken op de vers ontsmette grond gezet. Deze hebben de dagen erna zich gewoon goed ontwikkeld. Er was geen schade aan wortels of blad aan te ontdekken. Dit zou een aanwijzing ervan kunnen zijn dat er geplant kan worden direct na het verwijderen van het folie, waarmee het wachten ook verkort wordt.

3.1.1.2.1 Teelt 1 na resetten:

In week 19, op 7 mei, is Teelt 1 na resetten geplant, met de rassen Charmena en Rabello.

De vakken ernaast, 32 en 34, werden in deze ronde niet gestoomd. En stonden geplant met Euro en Euro Sunny.

De bevindingen van deze teelt:

- De weggroei verliep gewoon goed
- Tijdens de groei geen positieve of negatieve effecten waargenomen
- Oogst eind week 28, 13 juli
- Oogstgewicht 75 gram per tak, vergelijkbaar met wat van deze soorten verwacht mag worden in deze periode. Bladkwaliteit ook geen verschillen.

3.1.1.2.2 Teelt 2 na resetten:

Geplant: in week 29, op 16 juli.

Rassen: Rabello en Charmena

Vakken ernaast: niet gestoomd, rassen Euro en Euro Sunny.

Tijdens de teelt geen bijzondere groeiverschillen met andere vakken waargenomen.

Geoogst op 19 september.

Takgewicht 65 gram Charmena en 70 gram Rabello. Helemaal vergelijkbaar met de kwaliteit in vak 29 waar 10 dagen eerder ook Charmena en Rabello geoogst zijn. In de vakken dichterbij vak 33 stonden andere soorten.

3.1.1.2.3 Teelt 3 na resetten

Geplant in week 39, op 26 september.

Ras Barolo.

Deze planting valt in de stoomronde. De vakken om het "Herbie" vak heen worden dus in deze ronde gestoomd. Een probleem/discussiepunt hierbij is de situatie met onkruid. Dat was behoorlijk aanwezig. Buijs zelf wilde daarom het BGO vak gewoon meestomen.

Dit zou voor onze proef niet goed zijn. Uiteindelijk zijn we tot een compromis gekomen, waarbij vak 33 slechts licht, oppervlakkig gestoomd is, met 1,5 m³ gas per m².

Tijdens de groei zijn er geen verschillen geconstateerd met de omringende vakken.

De oogst vond plaats in week 49, op 7 december.

Kwaliteit heel goed en exact gelijk aan vak 32, waar ook Barolo in stond: 65 gram.

3.1.1.2.4 Teelt 4 na resetten

Geplant 9 dec, ras: Euro Speedy

Oogstdatum: week 8, 20 februari

Gewicht: 80 en 85 gram. Goede teelt.

In de naastgelegen vakken stonden andere rassen.

3.1.1.2.5 Teelt 5 na resetten

Geplant: 21 februari, Ras: Euro Speedy

Geoogst: week 17, op 25 april.

Tijdens deze teelt was er in het naastgelegen vak 32 hetzelfde ras geplant.

De teeltduur was exact gelijk.

Alleen was in vak 33 de plantdichtheid iets hoger, 54 st/m² ipv 52 st/m².

De takgewichten in vak 32 (=referentie) waren hoger dan in het BGO-vak. 82,5 om 77,5 gram per tak van de 1^e kwaliteit, met 1500 takken 2^e kwaliteit van gemiddeld 50 gram.

Het BGO vak was gelijkmatiger, daar kwamen slechts 500 takken lichte kwaliteit uit.

Als we dit allemaal meerekenen komen we tot de volgende gewasproductie:

- Referentievak 32: 4,23 kg/m²
- BGO vak 33: 4,17 kg /m² (= 98,5% t.o.v. referentievak).

Verskil derhalve: 1,5 %.

3.1.1.3 Conclusies demonstratie bij Buijs Flowers:

De effectiviteit van ontstmetting bij Buijs was goed te noemen t.a.v. alle gemeten parameters:

- Gasmeting: Goed zuurstofloos.
- Resultaat doding *M.hapla*: Goed.
- Resultaat doding *Verticillium*: Goed.
- Resultaat totaal aaltjes: Goede afname.
- Fytotox op kiemwortel % tov referentie: Goed/ Fytotox op % kieming: Goed.

De teeltresultaten als gevolg van de biologische ontstmetting bij Buijs was goed in vergelijking met de referentievakken:

- Resultaat vijf teelten goed (alleen in 4^e teelt lichtere takken door hogere plantdichtheid (2 takken extra per m²).
- % tweede soort in 5^e teelt 1/3 van referentievak.
- Onkruidbestrijding: voor derde teelt veel onkruid aanwezig, waardoor door teler oppervlakkig gestoomd.

Er is bij dit bedrijf in de groei en productie geen nadelig effect of meerwaarde van het bodemresetten naar voren gekomen.

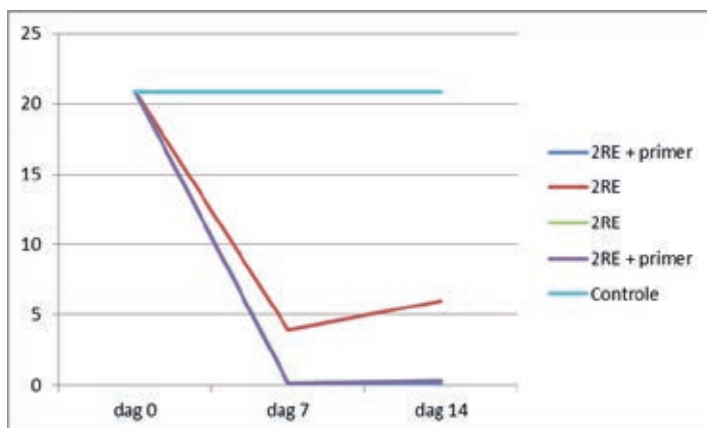
3.1.2 Bedrijf 2: Kwekerij Aad Persoon in Poeldijk (snijchrysanten)

De "Herbie" + aangemaakte "primer" is ingebracht op 14 mei op het proefvak. Het folie is verwijderd na 3,5 week, op 7 juni. Aantal 'dagen onder folie' was dus 24.

Op dit bedrijf werd dit jaar in de zomerperiode een periode niet geteeld. De vakken liggen dan dus een aantal weken leeg.

3.1.2.1 Effectiviteit ontstmetting

In Figuur 2 is het zuurstofgehalte tijdens de ontstmettingsperiode weergegeven. Te zien is dat alle behandelingen goed zuurstofloos zijn met uitzondering van de behandeling 2RE zonder primer, waar blijkbaar een lek in de afdichting ontstond zodanig dat een lage concentratie zuurstof (ca. 5%) in de grond aanwezig was.



Figuur 4 Zuurstof gehalte bij Persoon voor de verschillende behandelingen.

Het ontstmettingsresultaat als gecontroleerd door middel van de ingegraven zakjes met *M. hapla* was matig (Tabel 7) de behandeling 2RE zonder primer, mogelijk als gevolg van de onvolledige zuurstofloosheid. De behandeling met primer was redelijk. In de controle vond een toename plaats. De gestoomde percelen waren hier het effectiefst ontstmet.

Tabel 8

Resultaat overleving *M. hapla* na 0, 7 en 14 dagen bij Persoon.

M.hapla			Duur		
Teler	2RE/controle	primer	0	7	14
Persoon	2RE	-		21	1618
	2RE	+		72	143
	Controle	nvt		4	4257
	Stomen	nvt	11	0	

De doding van de ingegraven *Verticillium* (Tabel 8) was goed, net zoals bij stomen.

Tabel 9

Resultaat overleving *Verticillium* na 0, 7 en 14 dagen bij Persoon.

Verticillium			Duur	
Teler	2RE/controle	primer	7	14
Persoon	2RE	-	0	2
	2RE	+	0	15
	Controle	nvt	151	176
	Stomen	nvt	233	8

De bepaling van het totaal aanwezige aaltjes op verschillende tijdstippen laat een onverwachte afname zien in het controle vak, van 2150 in de eerste bemonstering naar 700 op 21 dagen na de start. In beide BGO behandelingen (met en zonder "primer") is de afname in eerste instantie (na 7 dagen) goed, maar vind daarna een toename plaats, vooral bij de monster zonder "primer" (niet zuurstofloos).

Tabel 10

Resultaat bepaling van totaal aaltjes op 0, 7, 14 en 21 dagen bij Persoon.

Average of aaltjes			Tijdstip bemonstering			
Teler	BGO	Primer	T=0	T=07	T=14	T=21
Persoon	BGO	primer -	1248	305	1510	5555
		primer +	1243	173	345	3070
	Controle	-	2150	1400	995	700

De Fytotox resultaten zijn wat betreft het percentage kieming (Tabel 10) goed: voor beide behandelingen met en zonder primer, beide hoger dan 80% (de controle was 89%). Ten aanzien van de wortellengte (Tabel 11) is het goed zonder primer, met primer matig, maar de controle is ook matig; eventuele fytotoxisch effect kan daarom niet aan de BGO worden toegeschreven.

Tabel 11*Fytotox resultaten op % kieming.*

Average of fytotox opkomst%			
	BGO	BGO	Controle
Teler	primer -	primer +	-
Persoon	86	80	89

Tabel 12*Fytotox resultaten op wortellengte.*

Average of fytotox cm tov ref (ref=48 cm), %			
	BGO	BGO	Controle
Teler	primer -	primer +	-
Persoon	86	51	61

3.1.2.2 Teeltresultaten.

Na het biologisch ontsmetten (of "resetten"), is de folie verwijderd en de ontsmetten vakken mochten luchten gedurende nog eens 11 dagen. Daarna zijn de eerste chrysanthenstekken geplant en deze en nog eens 3 opeenvolgende teelten (totaal 4 teelten) zijn gevolgd. De ervaringen en resultaten worden hier in volgorde van de teelten beschreven.

3.1.2.2.1 Teelt 1 na resetten

Op 18 juni is er geplant.

De andere vakken in de ronde werden gestoomd.

Tijdens de teelt was te zien dat het vak met BGO wat minder grof was en wat minder gedrongen dan de vakken ernaast.

Oogst op 29 augustus.

Takgewichten in het BGO vak 5% lichter dan de gestoomde vakken ervoor en erna.

Een versturende factor is de aanwezigheid van onkruid. Langs het pad en ook in de kappen is dat flink aanwezig. Het onkruid wordt heel regelmatig verwijderd.

3.1.2.2.2 Teelt 2 na resetten

Geplant: 3 september.

Geoogst: begin oogst: 19 november.

Tijdens de groei van de teelt geen verschillen zichtbaar met de referentie vakken. Remstofbespuitingen gelijk.

Bij de oogst de kwaliteit en takgewichten gelijk aan de referentievakken ernaast.

3.1.2.2.3 Teelt 3 na resetten

Geplant 23 november.

Goede, 'normale' weggroei.

Oogstdatum: vanaf 15 februari

Kwaliteit vergelijkbaar met de referentievakken.

In verband met het onkruid dat zich ontwikkelt moet er regelmatig gewied worden.

3.1.2.2.4 Teelt 4 na resetten

Geplant: 19 februari

Geoogst: vanaf 29 april

Kwaliteit: goed en vergelijkbaar met de referentievakken.

3.1.2.3 Conclusies demonstratie bij Kwekerij Aad Persoon

De effectiviteit van ontsmetting bij Persoon was goed te noemen t.a.v. alle gemeten parameters voor het vak met primer, en matig voor het vak zonder primer, waar de zuurstofloosheid niet totaal was:

- Gasmeting: Goed zuurstofloos 2RE +primer/ matig zuurstofloos 2RE - primer.
- Resultaat doding *M. hapla*: Goed 2RE +primer / matig 2RE - primer .
- Resultaat doding *Verticillium*: Goed.
- Resultaat totaal aaltjes: Goede afname / matige afname 2RE +primer.
- Fytotox op kiemwortel % tov referentie: Goed/matig.
- Fytotox op % kieming: Goed.

De teeltresultaten als gevolg van de biologische ontsmetting bij Kwekerij Persoon waren goed in vergelijking met de referentievakken:

- De teelt in de stoomronde was minder van kwaliteit dan de referentievakken (5% minder takgewicht)
- De teelten daarna waren gelijkwaardig.
- Onkruidontwikkeling is gedurende de testperiode een behoorlijk discussiepunt geweest. Veel extra arbeid is nodig geweest om dit probleem te beheersen.

3.1.3 Bedrijf 3: Royal Van Zanten in Valkenburg ZH (bloeiproef kas)

De demonstratieproef bij deze vestiging van Royal Van Zanten is begeleid door teeltmanager Otto van Tuijl. In de bloeiproevenkas is op vak 16+17 Biologische Grondontsmetting (BGO of Bodem resetten) uitgevoerd.

De vakken eromheen zijn gestoomd.

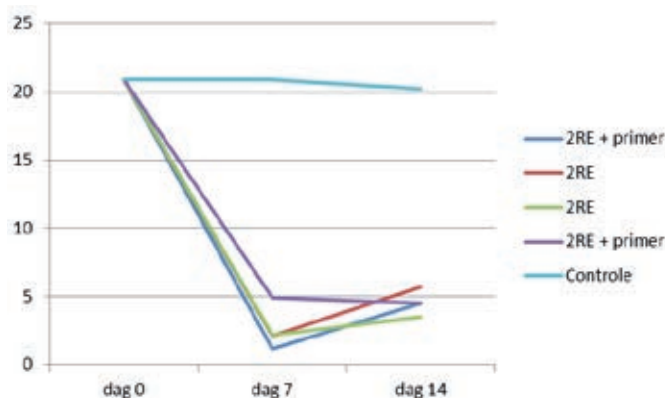
Het grootste probleem bij Royal Van Zanten in deze kas is *Fusarium*. Bij chrysant is de gevoeligheid voor *Fusarium* zwart-wit, erg rassicifiek. Een beperkt aantal rassen is zo gevoelig dat je bij het telen op den duur gegarandeerd problemen krijgt. Het stomen van de grond is niet voldoende om dat proces tegen te houden.

De twee vakken waren besmet met *Fusarium*.

De BGO is in juni uitgevoerd. Het folie is aan de zijkanten diep (40cm) ingegraven. Tussen de palen is het over elkaar gelegd en met stoomkettingen afgedekt. Niet geplakt. De afdekking is ruim 2 weken geweest.

3.1.3.1 Effectiviteit ontsmetting

In Figuur 3 is het zuurstofgehalte tijdens de ontsmettingsperiode weergegeven. Te zien is dat alle behandelingen redelijk zuurstofloos zijn na 7 dagen (niet volledig, helaas). De behandeling 2RE met primer, was of ergens lek in de afdichting, of, wat het meest waarschijnlijk lijkt na overleg met de betrokkenen, daar was de grond te droog bij het afdichten. Zodanig, is er onder het folie een lage concentratie zuurstof (ca. 5%) in het vak aanwezig, maar toch voldoende, zoals ook gezien in de demonstratie bij Persoon, om het resultaat van de ontsmetting te verslechteren.



Figuur 5 Zuurstof gehalte onder het folie bij Royal Van Zanten bij de verschillende behandelingen.

In tegenstelling tot wat verwacht mag worden op basis van deze zuurstofmetingen tijdens de ontsmetting onder het folie, is het resultaat van de doding van de wortelknobbelaaltjes (Tabel 12) heel goed te noemen, er zijn nauwelijks overlevende aaltjes na 7 dagen en na 14 dagen helemaal geen, even goed als de gestoomde controle.

Tabel 13

Resultaat overleving *M. hapla* na 0, 7 en 14 dagen bij Royal Van Zanten.

M.hapla			Duur		
Teler	2RE/controle	Primer	0	7	14
van Zanten	2RE	-		2	0
	2RE	+		0	0
	Controle	nvt		192	18
	Stomen	nvt	31	0	

De overleving van de ingegraven microsclerotieën van *Verticillium* is hoog (Tabel 13), dat wil zeggen, dat dit niet goed is ontsmet. Overigens is deze ontsmetting ook niet met stomen gelukt.

Tabel 14

Resultaat overleving *Verticillium* na 0, 7 en 14 dagen bij Royal Van Zanten

Verticillium			Duur		
Teler	2RE/controle	Primer	0	7	14
van Zanten	2RE	-		111	125
	2RE	+		103	149
	Controle	nvt		199	195
	Stomen	nvt	165	134	

In de tellingen van het totaal aaltjes op de verschillende tijdstippen (voor en na ontsmetten) is een goede afname te zien als gevolg van de dagen onder plastic en met heel laag zuurstof. Het volledige gebrek aan zuurstof heeft zich niet voorgedaan, en daarom zijn er toch wat overlevende aaltjes in het perceel.

Tabel 15

Resultaat bepaling van totaal aaltjes op 0, 7, 14 en 21 dagen bij Royal Van Zanten.

Totaal aaltjes			Tijdstip bemonstering			
Teler	BGO	primer	T=0	T=07	T=14	T=21
van Zanten	BGO	primer -	3143	223	55	380
		primer +	7168	75	58	608
	Controle	-	2173	6328	4278	9525

De resultaten van de Fytotox analyses zijn goed te noemen op zowel kiemings% (ruim boven 80%, beide beter dan de controle, Tabel 15), als op wortellengte ten opzichte van een referentie van 48cm (Tabel 16), hoewel in beide een kleine reductie van de wortellengte is gemeten van 16%.

Tabel 16

Fytotox resultaten op % kieming

Fytotox opkomst%			
	BGO	BGO	Controle
Teler	primer -	primer +	-
van Zanten	87	92	84

Tabel 17

Fytotox resultaten op wortellengte.

Fytotox cm tov ref (ref=48 cm), %			
	BGO	BGO	Controle
Teler	primer -	primer +	-
van Zanten	84	84	101

3.1.3.2 Teeltresultaten.

Na het biologisch ontsmetten (of "resetten"), zijn er meerdere soorten chrysanten opgeplant, waaronder ook grote stukken met *Fusarium*-gevoelige soorten (oa. Java, Artist,).

De eerste teelt, in juli geplant, laat zware aantastingen zien van *Fusarium* in de gevoelige rassen. De ergste aantastingen zaten wel aan de randen van de vakken, een enkele plek in het midden. De zwaarste infectiedruk vóór aanleg van de proef zat ook langs de randen van de vakken.

Het ontsmettings-resultaat is met het oog op *Fusarium*, als onvoldoende beschouwd.

In het evaluatiegesprek met de betrokkenen werden als oorzaken genoemd:

- De grond was bij het uitvoeren van de BGO behandeling te droog. Het is aannemelijk dat daar de belangrijkste oorzaak ligt van het slechte resultaat.
- Verder zou de schimmel *Fusarium* waarschijnlijk een 'moeilijke' om met resetten helemaal af te doden. Dit is echter een onjuiste veronderstelling: in eerder onderzoek van Ludeking *et al.* (2013) is *Fusarium* juist goed te bestrijden gebleken met Biologische Grond Ontsmetting; *Pythium*, daarentegen, is moeilijk te controleren met deze methode.

Voor de volgende teelt zijn de proefvakken zwaar gestoomd. Hierdoor had het weinig zin om de gevolgen van Biologisch ontsmetten in de opeenvolgende teelten te volgen.

3.1.3.3 Conclusies demonstratie bij Royal Van Zanten Valkenburg (ZH)

De effectiviteit van ontstmetting bij Royal Van Zanten was redelijk te noemen t.a.v. enkele van de gemeten parameters:

- Gasmeting: Matig tot redelijk zuurstofloos.
- Resultaat doding *M. hapla*: Goed.
- Resultaat doding *Verticillium*: Slecht (net zo slecht als stomen, overigens).
- Resultaat totaal aaltjes: Goede afname.
- Fytotox op kiemwortel % tov referentie: Redelijk (iets remming).
- Fytotox op % kieming: Goed.

De teeltresultaten als gevolg van de biologische ontsmetting bij Royal Van Zanten Valkenburg waren in vergelijking met de referentievakken niet goed:

- Er was in de gevoelige rassen, *Fusarium* aantasting.

Om deze redenen is de proef onderbroken.

3.1.4 Bedrijf 4: Deliflor in Maasdijk (zaailingen kas)

De demonstratieproef bij bedrijf 4 is begeleid in samenwerking met Aike Post en Peter Kuijvenhoven

Er zijn twee kassen met zaailingen met BGO behandeld.

Kas A: waar de biologische ontsmetting op 1 Augustus is uitgevoerd.

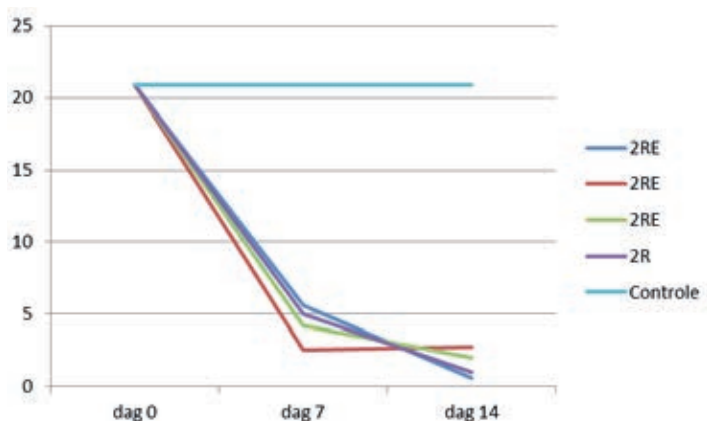
Kas B: waar in september BGO is toegepast.

Ook bij dit bedrijf ligt de grootste ontsmettingsbehoefte in het bestrijden van *Fusarium*. Tussen de zaailingen zitten er altijd wel een aantal die *Fusarium*-gevoelig zijn. Dat komt in die teelt tot uiting. Daarbij is het zo dat in de loop der jaren grond in de zaailingenkassen zodanig 'besmet' geraakt is met *Fusarium* dat het bij gevoelige zaailingen altijd wel naar voren komt. Ook snel na het ontsmetten met stoom. Er werd steeds goed gestoomd. (met afzuigen, ruim 5 m³ gas per m²). Vorig jaar was het hiervoor nodig om drie keer per jaar te stomen.

3.1.4.1 Effectiviteit ontsmetting

In Figuur 4 is het zuurstofgehalte tijdens de ontsmettingsperiode voor Kas A weergegeven. Te zien is dat alle behandelingen matig zuurstofloos zijn na 7 dagen (niet volledig, helaas), en pas na 14 dagen redelijk zuurstofloos waren. Het is mogelijk te laat gebeurd voor het creëren van voldoende anaerobe omstandigheden voor een goede ontsmetting; te meer, omdat de folie na 14 dagen moest worden verwijderd. De BGO behandeling in Kas A is niet optimaal verlopen, menen de betrokkenen: de grond was waarschijnlijk te droog voor een goede effectieve ontsmetting.

Echter, uit de overlevingsbepalingen van de aaltjes (Tabel 17) en *Verticillium* (Tabel 18) dat waren ingegraven, even als de tellingen van totaal aaltjes (Tabel 19), blijkt een hele goede ontsmetting van deze bodemplagen/ziekten te zijn bereikt.



Figuur 6 Zuurstof meting in Zaailingen kas A van Deliflor onder het folie.

In kas B ging de uitvoering van de methode beter, de vochtigheid was goed en het folie kon 3 dagen langer liggen. (17 ipv 14 dagen). De mate van zuurstofloosheid was goed (data niet getoond, gemeten door Thatchtec B.V.). Ook de resultaten ten aanzien van overleving van aaltjes en *Verticillium* waren goed (te vinden onder Deliflor Kas B in respectievelijk Tabel 17 en Tabel 18).

Tabel 18

Resultaat overleving *M. hapla* na 7 en 14 dagen bij Deliflor.

M.hapla			Duur	
Teler	2RE/controle	Primer	7	14
Deliflor kas A	2RE	-	0	0
	Controle	nvt	25	12
Deliflor kas B	2RE	+		217
	4RE	+		126
	Controle	nvt		19
	Stomen	nvt		95

Tabel 19

Resultaat overleving *Verticillium* na 7 en 14 dagen bij Deliflor.

Verticillium			Duur	
Teler	2RE/controle	primer	7	14
Deliflor Kas A	2RE	-	15	67
	Controle	nvt	272	272
	Stomen	nvt	271	153
Deliflor Kas B	2RE	+		158
	4RE	+		89
	Controle	nvt		271
	Stomen	nvt		143

Tabel 20

Resultaat bepaling van totaal aaltjes op 0, 7, 14 en 21 dagen bij Deliflor.

Average of aaltjes			Tijdstip bemonstering			
Teler	BGO	Primer	T=0	T=07	T=14	T=21
Deliflor (Kas A)	BGO	primer -	3110	50	33	785
	Controle	-	3950	10233	5850	3675

Bij de ontsmetting van Kas B zijn geen fytotox bepalingen gedaan. Bij Kas A, waren de fytotox resultaten op percentage kieming met 80% goed te noemen (Tabel 20), die op wortellengte (Tabel 21) slecht (er was een sterke remming van deze).

Tabel 21

Fytotox resultaten op % kieming.

Fytotox opkomst%		
Teler	primer -	-
Deliflor kas A	80	78

Tabel 22

Fytotox resultaten op wortellengte.

Fytotox cm tov ref (ref=48 cm), %		
	BGO	Controle
Teler	primer -	-
Deliflor kas A	45	66

3.1.4.2 Teeltresultaten.

In de Zaailingen kas A van Deliflor zijn eerst twee teelten geplant en gevolgd na de ontsmetting: Teelt 1 in september geplant, teelt 2 in november. Later zijn in deze kas, mede door de goede resultaten, nog twee teelten erachteraan gevolgd.

In de zaailingen kas B is maar een teelt na de ontsmetting gevolgd, en die was in oktober geplant.

De teeltresultaten in zaailingenkassen zijn niet goed objectief en meetbaar te vergelijken op basis van bijvoorbeeld taggewichten of van een goed vergelijk met vergelijkbare planten in dezelfde plantperiode. De beoordeling is daarom kwalitatief en op gevoel gedaan.

In Kas A was de start van de teelt en de groei in beide teelten goed. De teelten na BGO zijn gestart zonder schimmelmiddelen, in teelt 2 had beter wat *Rhizoctonia* bestrijding toegepast kunnen worden. Er ontwikkelde zich vanaf de eerste teelt na BGO in lichte mate *Fusarium*; deze was ook in de tweede teelt eveneens in lichte mate aanwezig.

De teeltmanagers waren hier tevreden over. De mate van *Fusarium* aantasting is minder dan waar ze bij het stomen rekening mee houden.

Ontwikkeling van onkruid was heel beperkt en dus zeker niet problematisch. Onduidelijk om te zeggen dat BGO onkruid gedood zou hebben. Voor de behandeling was de kas ook vrij schoon van onkruid.

De 3^e teelt na het resetten was nog beter, er was helemaal geen aantasting van *Fusarium*. In de 4^e teelt na resetten komt weer wat meer *Fusarium* op.

Al met al een resultaat dat zeker niet slechter is dan het bedrijf met stomen gewend is.

In Kas B was de groei van de gevolgde teelt erg goed. Geen *Fusarium* takken te zien in teelt 1 na het resetten.

BGO lijkt meer ontsmettingsresultaat gebracht te hebben dan ze met stomen gewend waren. Vooral de kas waar de BGO goed uitgevoerd is, qua vochtigheid van de grond en inwerktijd (kas B).

Het lijkt er dus op dat in tegenstelling met de ervaringen bij Royal Van Zanten, dat resetten wel een effect gehad heeft op de mate van aantasting met *Fusarium*. Vooral als de reset-behandeling kwalitatief 100% goed is uitgevoerd.

Peter Kuyvenhoven is bij de grondbewerking van de BGO kassen opgevallen dat de structuur erg mooi rul is. Hij heeft de indruk dat de structuur verbeterd is door de BGO behandeling.

Het vervolg dat Deliflor er aan gaat geven is:

- De geresette vakken krijgen in 2014 geen stoombehandeling en ook geen nieuwe BGO-behandeling. Er gaat dus getest worden of resetten een tweejaarlijkse actie kan zijn.
- Er is overwogen om twee nieuwe afdelingen te resetten, maar de tijdsplanning laat dat niet toe. Deze vakken worden daarom gewoon gestoomd.

3.1.4.3 Conclusies demonstratie bij Deliflor

De effectiviteit van ontstmetting bij Deliflor was op basis van de gemeten parameters goed:

- Gasmeting: Redelijk zuurstofloos (kas A), goed zuurstofloos (kas B).
- Resultaat doding *M. hapla*: Goed.
- Resultaat doding *Verticillium*: Goed.
- Resultaat totaal aaltjes: Goede afname.
- Fytotox op kiemwortel % tov referentie: Redelijk (iets remming).
- Fytotox op % kieming: Goed.

De teeltresultaten als gevolg van de biologische ontstmetting bij Deliflor zaailingen kassen waren in vergelijking met de referentievakken heel goed:

- In kas A was er in 4 teelten na het stomen minder *Fusarium* aantasting dan men met stomen gewend is.
- In Kas B geen *Fusarium*.
- Grond structuur leek verbeterd door de toevoeging van Herbie.

3.2 Nutriënten analyses bij alle bedrijven

In zowel de test percelen (BGO) als de controle percelen is bij alle bedrijven voor en na resetten een grondmonster op nutriënten onderzocht (1:2 volume extract). In Bijlage 1 zijn alle resultaten te zien van de individuele percelen. Het gemiddelde gehalte aan nutriënten van alle BGO of controle velden van een bedrijf voor en na de behandeling is getoond in Tabel 23 en Tabel 24.

Tabel 23

Gemiddelde gehalte aan nutriënten voor en na de BGO, hoofdelementen.

	pH		EC		NH ₄		K		Na		Ca		NO ₃		Mg		Cl		HCO ₃		PO ₄		SO ₄	
	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na
Buijs																								
BGO	6.23	7.05	1.73	1.10	0.10	1.05	2.68	2.48	1.70	2.08	4.50	1.90	8.78	0.73	2.30	1.13	0.88	1.98	0.10	2.18	0.38	0.09	3.48	2.60
Controle	6.10	6.35	1.75	2.50	0.10	0.30	3.10	3.25	1.55	1.85	4.55	8.15	8.10	10.85	2.35	3.95	0.70	1.10	0.10	0.10	0.52	0.49	4.05	7.90
Deliflor																								
BGO	7.00	7.65	1.95	1.30	0.10	2.05	6.25	5.25	1.30	1.80	3.25	1.00	7.95	1.75	1.80	0.65	2.40	1.95	0.15	4.15	0.21	0.13	3.05	1.75
Controle	6.80	7.00	0.50	0.85	0.10	0.10	1.75	2.60	0.35	0.50	0.65	1.45	2.10	3.65	0.40	0.80	0.25	0.45	0.20	0.30	0.29	0.27	0.50	1.15
Persoon																								
BGO	6.90	7.23	1.15	0.70	0.10	0.30	1.73	1.78	1.10	1.15	2.40	1.00	4.90	1.65	1.78	0.80	0.73	0.75	0.10	1.83	0.18	0.07	2.43	0.83
Controle	6.95	6.90	1.30	1.05	0.10	0.10	2.75	2.05	1.20	1.10	2.50	1.95	5.80	4.65	1.90	1.95	0.70	0.75	0.15	0.10	0.17	0.12	2.65	1.90
van Zanten																								
BGO	6.45	6.93	1.30	0.98	0.10	1.65	1.63	2.00	1.73	1.90	3.33	1.23	7.05	1.33	1.63	0.70	1.48	1.80	0.10	2.85	0.22	0.11	1.83	0.83
Controle	6.15	6.05	0.70	0.95	0.10	0.10	1.00	1.10	0.45	0.50	1.50	2.30	4.15	5.60	0.80	1.20	0.30	0.35	0.10	0.10	0.46	0.76	0.30	0.40

Te zien is dat er het toevoegen van Herbie en de processen die in de grond plaatsvinden gedurende de twee weken dat de bodem is anaeroob, tot kleine veranderingen leiden in de minerale samenstelling van de grond. De belangrijkste verandering (in hoeveelheid milimolen) is de afname van nitraat: deze wordt door de bacteriën waarschijnlijk voornamelijk omgezet in N₂ gas tijdens denitrificatie, ongeacht de startconcentratie; een deel van het nitraat wordt in ammonium omgezet, ammonium gehaltes van 1-2 mmol/l in het 1:2 volume-extract, die heel ongebruikelijk zijn in grond; dit komt uit Herbie. Verder zien we afname van calcium, magnesium, sulfaat, fosfaat en borium.

Bicarbonaat neemt consequent toe, en dat zou de reden kunnen zijn van de waargenomen (lichte) pH stijging. Van de spoorelementen zien we bij 2 van de vier bedrijven een toename van met name ijzer en mangaan, en een bescheiden toename van koper, zink en molybdeen. De toename is corrigeerbaar met de voedingsoplossing.

Het is raadzaam om bij het bemesten tijdens de teelt met deze veranderingen rekening te houden.

Tabel 24

Gemiddelde gehalte aan nutriënten voor en na de BGO, spoorelementen.

	Fe		Mn		Zn		B		Cu		Mo		Si	
	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na
Buijs														
BGO	4.48	5.83	0.50	4.20	0.85	1.25	17.00	11.68	0.20	0.40	0.35	4.28	0.21	0.14
Controle	3.10	4.25	0.50	0.50	0.75	0.85	15.00	18.00	0.20	0.20	0.30	0.30	0.24	0.24
Deliflor														
BGO	11.00	26.00	0.50	5.95	5.40	5.50	25.00	17.50	0.35	0.85	0.40	2.50	0.14	0.20
Controle	12.00	8.20	0.50	0.50	1.35	2.90	11.00	16.50	0.25	0.25	0.55	0.80	0.17	0.14
Persoon														
BGO	0.93	6.40	0.60	1.60	0.50	0.73	9.55	6.45	0.13	0.43	0.13	0.38	0.13	0.16
Controle	0.85	1.40	0.50	0.55	0.35	0.35	10.50	7.65	0.10	0.20	0.10	0.10	0.14	0.15
van Zanten														
BGO	4.23	15.80	0.50	2.55	0.83	2.45	15.00	10.25	0.20	1.05	0.58	3.20	0.20	0.21
Controle	7.20	7.30	0.50	0.50	0.90	1.40	9.45	6.45	0.20	0.30	0.45	0.50	0.24	0.22

Uit deze analyses kan geconcludeerd worden dat de gebruikte Herbie (67P), zoals verwacht, een kleinere invloed heeft op de minerale samenstelling van de grond dan de in eerdere proeven gebruikte Herbie (7025).

3.3 Spurway analyses bij Buijs en bij Persoon.

Ruim een half jaar na het uitvoeren van de bodemreset-behandeling, in januari 2014, zijn er op de bedrijven van Buijs en van Persoon spurwayanalyses uitgevoerd van het proefvak met BGO en van de referentievakken ernaast.

Met een spurwayanalyse wordt inzicht gekregen in de voedingsvoorraad van de grond. In vergelijking met de 1:2 analyse van kasgrond wordt een groot deel van de mineralen die aan het kleihumuscomplex zitten ook 'meegemeten'.

De betreffende bedrijven hebben in hun bemestingsregime de kappen met bodemresetten niet anders kunnen behandelen dan de rest van het bedrijf en de referentiekappen.

De uitslag van deze analyses vindt u in Bijlage 1

Hieronder een samenvatting van deze resultaten:

In de kappen met bodemresetten valt op in vergelijking met de referentie:

- Niveau van N is wat hoger.
- Mangaan is wat lager.
- IJzer is duidelijk hoger.
- Koper is wat hoger.
- Molybdeen is op één bedrijf (Buijs) wat hoger.

Bij ijzer en in mindere mate bij de stikstof zijn de verschillen na bodemresetten zodanig groot dat het logisch zou zijn om hier bij bemesting na het bodemresetten rekening mee te houden.

3.4 Inpassing BGO-behandeling in bedrijfsvoering bij jaarrondchrysaant.

Biologische grondontsmetting, zo is dit opnieuw in 3 van de vier bedrijven waar de demonstratieproeven zijn uitgevoerd, is qua ontsmettingsresultaat een volwaardig alternatief voor grondstomen.

Omdat voor een goede uitvoering van het bodemresetten meer tijd nodig is dan voor stomen, heeft bodemresetten een behoorlijke impact op de teeltplanning en de daaruitvoortvloeiende productieplanning van een jaarrondchrysantenbedrijf.

Met behulp van het planningsprogramma voor jaarrondchrysant QMS Chrysant van DLV Plant BV is doorgerekend wat de meest optimale manier van het inpassen van een BGO-behandeling is op een chrysantenbedrijf.

3.4.1 Werkwijze

De diverse proeven hebben uitgewezen dat het uit het oogpunt van de kwaliteit van het ontsmettingsresultaat én het voorkomen van ongewenst gewasreacties noodzakelijk is om voor de BGO-behandeling drie weken in te ruimen. Tabel 22 geeft in de tijd weer welke handelingen noodzakelijk zijn voor de goede uitvoering van de methodiek.

Tabel 25

Handelingen in de tijd voor de uitvoering van BGO.

Dag nr.	Handeling
0	Leegoogsten van het teeltvak
1	Aanbrengen van de Herbie + inspitten + aangieten
2	Dampdichte folie aanbrengen
16	Folie verwijderen
17	Grond losfrezen
21	Inplanten van de nieuwe teelt

Het 'inplannen' van een ronde bodemresetten betekent dus drie weken niet kunnen planten en dus ook drie weken niet kunnen oogsten.

De schade als gevolg hiervan is het kleinst als het blok van de productieloze weken gepland wordt in weken met lage opbrengstprijzen. Prijsstatistieken laten zien dat in de laatste drie weken van juli (weeknr. 28, 29 en 30) de veilingprijzen gemiddeld het laagst zijn. (driejaarsgemiddelde 11,3 ct per tak).

Rekening houdend met de activiteiten en de jaarplanning binnen de weken met de laagste prijzen, is een planning uitgewerkt. Deze planning van de Biologische Grond Ontsmetting is schematisch weergegeven met een kleurcodering in Bijlage 2

Met QMS Chrysant zijn er twee situaties doorgerekend:

- Referentieplanning: jaarrond produceren, met een ronde stomen.
- BGO Planning met vanaf week 18 een ronde bodemresetten en dus in week 28, 29 en 30 geen/minder productie.

3.4.2 Resultaten cijfermatige uitwerking

Tabel 23 laat de bedrijfskundige berekening zien van deze vergelijking tussen ontsmettingssystemen. Uit deze berekening blijkt dat het productieverlies op jaarbasis komt uit is 13 takken per m², in de periode eind juli. De verwachte opbrengstprijz is dan begroot op 12 ct per tak.

Uit de berekening blijkt dat het verlies in teeltsaldo gering is, mits de te verwachten opbrengstprijz laag is, zoals in het voorbeeld 12 ct per tak. Statistieken wijzen uit dat midden in de zomer de meerjarige gemiddelde prijs in die buurt uitkomt.

Tabel 26

Bedrijfskundige doorrekening BGO in vergelijking met referentie (stomen).

	Referentie	Met BGO	Vershil
Productie per jaar (st/m ²)	281.66	268.63	13.03
Omzet per jaar (€ / m ²)	€ 73.03	€ 71.47	€ 1.56
Gemiddelde prijs (€ /tak)	€ 0.259	€ 0.266	
Prijs van gemiste takken			€ 0.120
Geplante aantallen per m ²	287.95	274.71	13.24
Rondesnelheid per jaar	5.4	5.2	-0.2
Vermeden Teelt- en afzetkosten			
	verpakking en afzetkosten		€ 0.16
	Vrachtkosten		€ 0.05
	Stekken		€ 0.73
	Bemesting + gewasbescherming		€ 0.16
	Arbeid		€ 0.39
	Totaal vermeden teeltkosten		€ 1.50
Vershil in teeltsaldo t.o.v. referentie			€ 0.07

3.5 Demonstratieproef Wageningen UR Glastuinbouw

In de Wageningen UR Glastuinbouw proef zijn drie kassen van 144 m² ingezet; iedere kas in 4 delen gesplitst, zodat per kas vier behandelingen zijn ontstaan, in totaal 11 plus een controle.

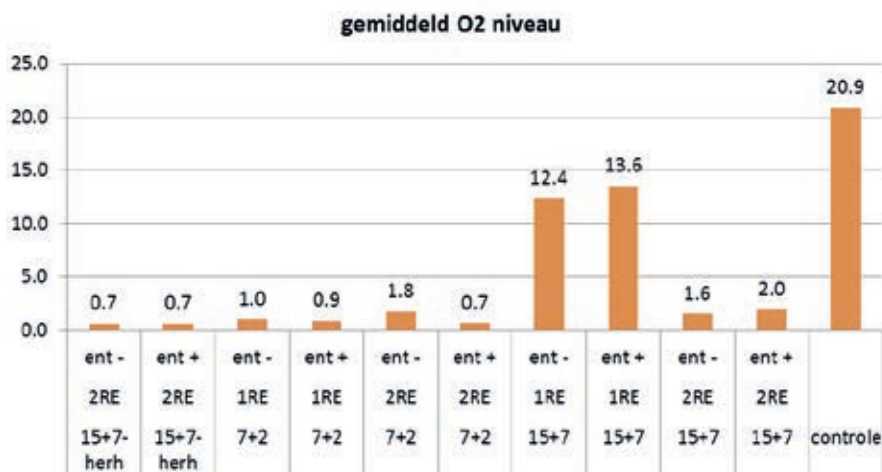
De behandelingen bestonden uit:

- Dosering Herbie (1RE of 2RE).
- Tijdsduur ontsmetting onder folie (7 dagen of 15 dagen) en tijdsduur luchten na ontsmetting (7 dagen of 2 dagen).
- Geënt (Ent) of niet (Ent-) met een uit eigen bodem voorgekweekte "primer".
- Een onbehandelde controle en een stoom-controle.

Daarnaast is in het laboratorium een onderzoek gedaan naar de samenstelling van de "primer".

3.5.1 Zuurstof gehalte tijdens ontsmetting

De resultaten van de zuurstofmeting (Figuur 5) laten zien dat er een behandeling is die niet zuurstofloos geworden is (behandeling 1RE,15+7) zowel het kasdeel met als het kasdeel zonder primer; mogelijk was de grond niet voldoende afgedekt na het strooien van de Herbie, zodanig dat er een lek ontstond aan de rand van de kas.



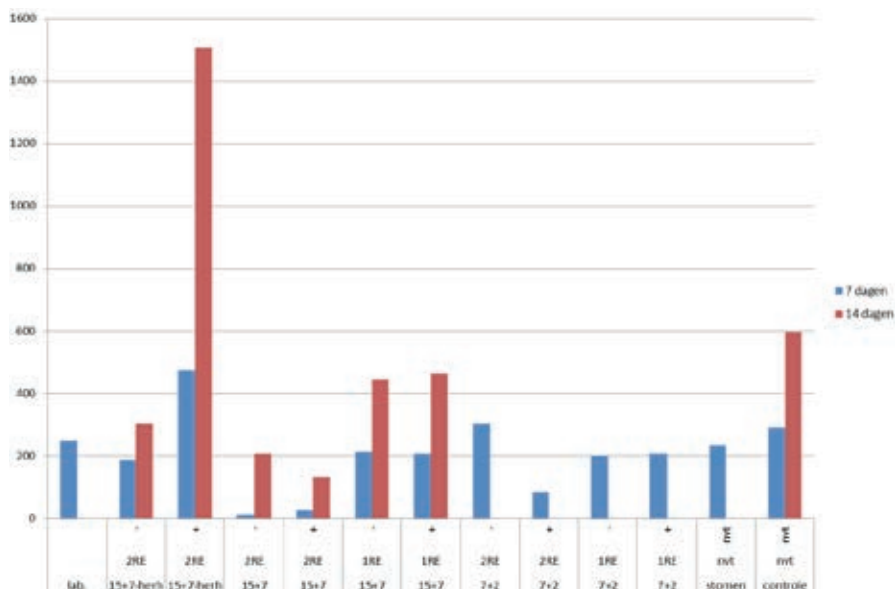
Figuur 7 Gemiddeld zuurstof niveau per behandeling in de periode onder folie.

3.5.2 Overleving wortelknobbelaaltjes

De tellingen van de levenden aaltjes in de ingegraven zakjes met *M. hapla* voor de verschillende behandelingen zijn getoond in Figuur 6.

Bij de behandelingen die zuurstofloos waren, is het aantal overlevende aaltjes laag, altijd kleiner dan in de controle (maximaal 600). Het dodingsresultaat was over het algemeen beter met de hogere dosering (2RE) dan met de lagere dosering (1RE). De aanwezigheid van de "primer" geeft niet consequent een verbetering van het resultaat.

Het dodend effect is na 7 dagen al voldoende aanwezig.



Figuur 8 Tellingen *M. hapla* na 7 (blauwe balken) en 14 dagen (rode balken) vanaf het inzetten van de ontsmettingsbehandelingen.

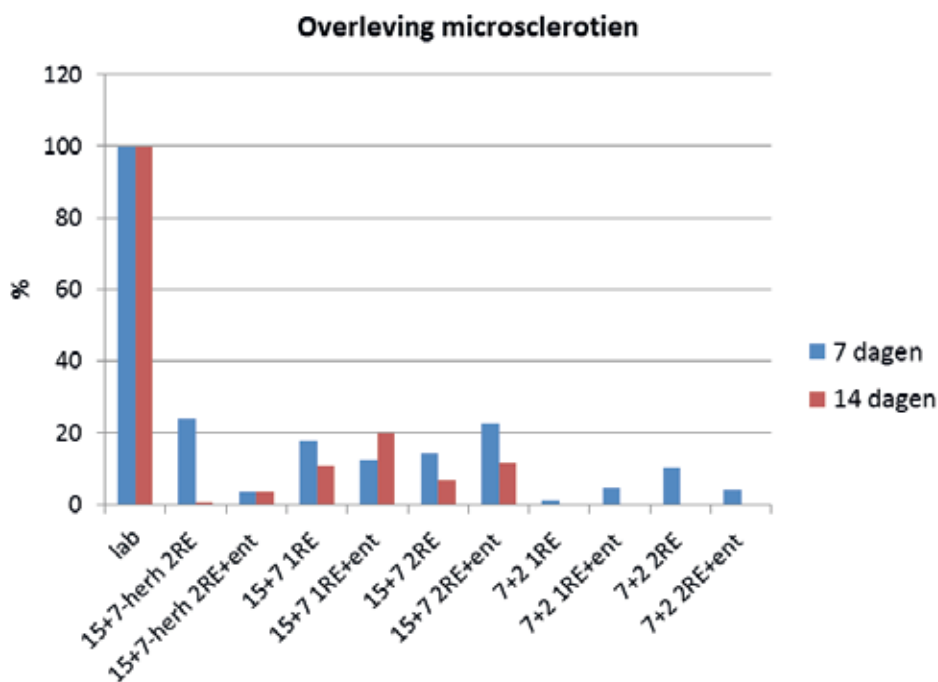
3.5.3 Overleving *Verticillium*

Voor de Biologische Grond Ontsmetting zijn fijnmazige zakjes ingegraven met een bekende concentratie microsclerotieën van *Verticillium*.

Na 7 en, indien van toepassing 15 dagen (niet bij de behandelingen waar de BGO 7 dagen duurde) zijn de zakjes uitgegraven en de hoeveelheid microsclerotieën bepaald.

De resultaten van deze tellingen zijn uitgedrukt als percentage van de startconcentratie, en getoond in Figuur 7. In alle behandelingen is het resultaat goed tot zeer goed: maximaal 20% van de microsclerotieën hebben het overleefd na 7 dagen; zelfs de behandeling die minder goed zuurstofloos was laat een goede doding zien. Voortzetting van de behandeling gedurende 14 dagen leverde in de meeste gevallen net iets meer doding van microsclerotieën op.

Er was geen duidelijk verschil in dodingsresultaat tussen de doseringen in Ruwe Eiwit (1RE of 2 RE), en er was geen meerwaarde door de ent (of "primer").



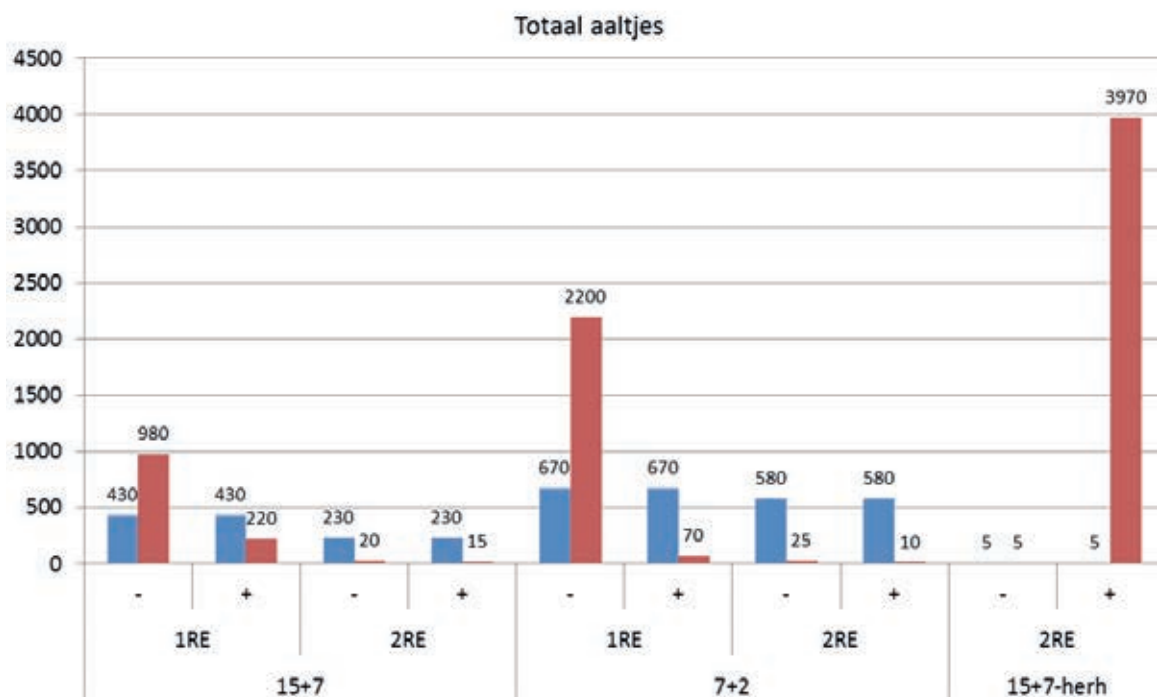
Figuur 9 Percentage overlevende microsclerotieën na 7 (blauwe balken) en 14 dagen (rode balken) vanaf het inzetten van de ontstmettingsbehandelingen.

3.5.4 Totaal aaltjes

De tellingen van totaal aaltjes vóór de biologische grondontsmetting in de percelen waar de behandelingen zijn uitgevoerd, en na de behandeling, zijn weergegeven in Figuur 8.

De tellingen laten een wisselend beeld zien, heel anders dan in de bedrijven waar ook tellingen zijn gedaan: in 6 behandelingen is er een duidelijke afname van de hoeveelheid aaltjes in de grond; in drie behandelingen is er een toename. In een behandeling (15+7-herh) waren er heel weinig aaltjes bij de start, en er is geen verandering waargenomen na de behandeling.

De sterkste reductie is gezien in de (7+2) dagen behandelingen behalve 1RE-primer.



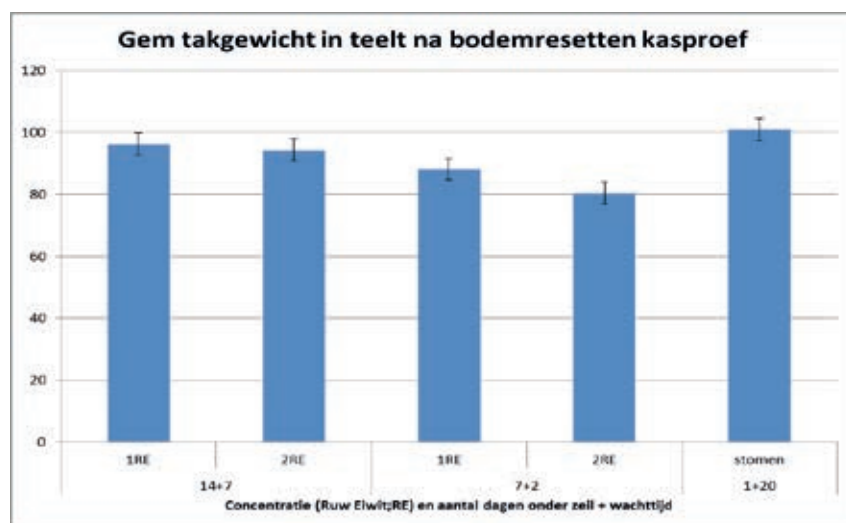
Figuur 10 Telling aaltjes totaal, voor (blauwe balken) en na de Biologische ontsmetting behandeling (rode balken) in de percelen waar de verschillende behandelingen zijn uitgevoerd.

3.5.5 Teeltresultaat

In alle vakken is na afloop van de behandeling het soort "Euro" geplant. De uitvoering van de BGO was zodanig gepland dat het planten tegelijkertijd kon starten, om verschillen in ontwikkeling als gevolg van het weer of het seizoen uitgesloten werden.

Op het oog was het gewas in alle vakken goed groeiend en gezond.

De oogstgewichten zijn van ieder vak bepaald. De gemiddelde takgewichten ten opzichte van de gewichten uit het gestoomde vak (referentie, gewicht=100%) zijn in Figuur 9 weergegeven.



Figuur 11 Gemiddelde takgewicht van de Chrysanten geoogst na de uitvoering van de Biologische Grondontsmetting, uitgedrukt in % van het gewicht van de referentie (stomen).

In alle behandelingen is er een lichte daling van het gemiddeld takgewicht te zien ten opzichte van de referentie; de reductie bedraagt bij 2 weken "resetten" en 7 dagen luchten, ongeveer 5%. Bij de kortere "resetten", 7 dagen resetten en maar 2 dagen luchten, is de afname van de takgewichten met 10 (dosering 1RE) tot 20% (bij de 2RE dosering) lager takgewicht.

3.5.6 Gehalte aan meststoffen

In alle vakken zijn voor de BGO behandeling, tijdens (na 7 dagen) en na (14 dagen daarna indien de behandeling 14 dagen duurde), monsters genomen voor meststoffen analyse (1:2 volume-extract). Ook na het stomen is een grondmonster genomen als referentie. Verder is er een monster genomen na de eerste teelt die na BGO of stomen is geoogst.

De resultaten zijn voor alle behandelingen weergegeven in Bijlage 2.

Samengevat, zien we het volgende aan de minerale samenstelling van de grond veranderen als gevolg van de toegevoegde Herbie:

- Afname aanwezige Nitraat van boven 4 mmol/l tot waardes < 1 (behalve in de behandeling die niet volledig zuurstofloos was).
- Lichte toename Ammonium gehalte van <0.1 tot waardes rond 0.5 mmol/l (in zeldzame gevallen kan het iets boven 1 mmol/l uitkomen).
- Lichte toename Natrium gehalte van ca. 0.8 voor de behandeling naar ca. 1- 1.2 mmol/l bij 1 RE dosering en tot ca. 1.5 mmol/l bij 2 RE.
- Ook een lichte toename van Kalium, meer in de 2RE dan in de 1RE dosering.
- De hoeveelheid Bicarbonaat in de grond neemt ook aardig toe, van minder dan 1 voor de behandeling naar ruim 4 mmol/l als gevolg van de behandeling.

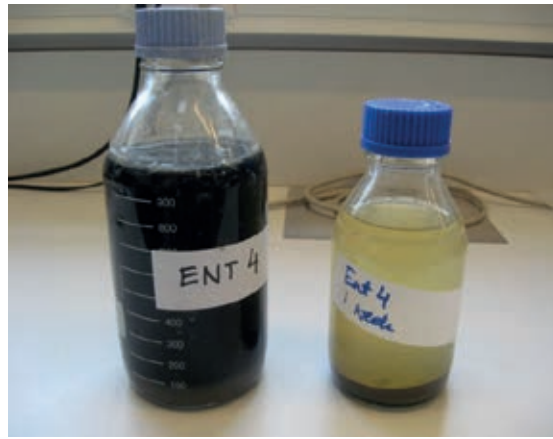
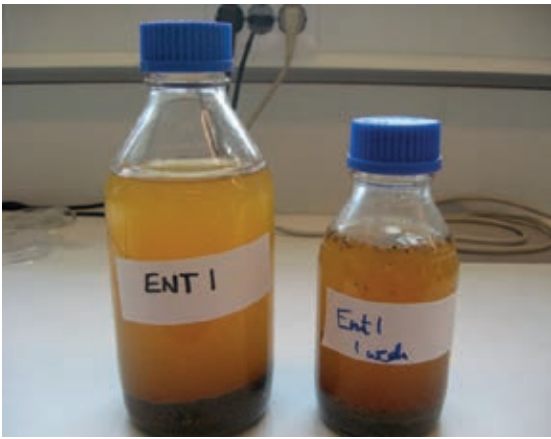
Deze veranderingen aan hoofdelementen zijn eenvoudig met bemesting te corrigeren. De veranderingen in spoorelementen betreffen vooral een toename van de hoeveelheid mangaan. Bij een dosering van 1RE is de toename vergelijkbaar met de toename die als gevolg van stomen gemeten wordt en, hoewel hoog (rond 10-15 $\mu\text{mol/l}$), niet gevaarlijk voor de planten en corrigeerbaar met de voedingsoplossing.

De mangaan toename in de grond als gevolg van de dubbele dosering 2RE kan tot enkele tientallen $\mu\text{mol/l}$ oplopen, waarmee het schade zou kunnen geven aan de planten in de vorm van paarse bladverkleuringen. Dit is echter tijdens de teelt niet waargenomen.

Opvallend bij deze Herbie is de geringe toename in EC en hoofdelementen (met de eerder gebruikte Herbie samenstelling was het anders). De verschillen ten opzichte van de onbehandelde grond komen grotendeels overeen met wat we in de vier demonstratie praktijkbedrijven gezien hebben.

3.5.7 Samenstelling en incubatietijd "primer"

Gedurende incubatie ontwikkelt de ent een kleur, die afhankelijk is van de gebruikte samenstelling (Figuur 12). Alle enten behalve ent 4 hadden een geel/bruine kleur. Dat betekent dat de organische stof is omgezet in organische zuren en deze losten op in het water. Ent 4 is na 2 weken duidelijk zwart, wat duidt op ontwikkeling van sulfaat reducerende bacteriën die H_2S produceren. H_2S vormt daarna pyriet door te reageren met het in oplossing aanwezige ijzer.

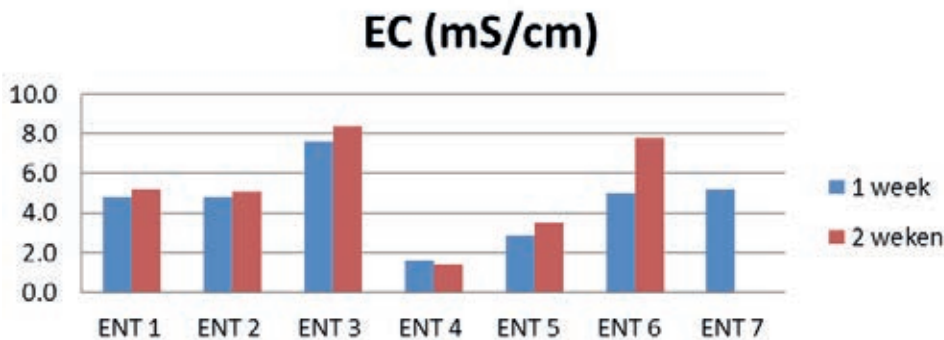


Figuur 12 Kleurontwikkeling in verschillende enten tijdens de incubatie.

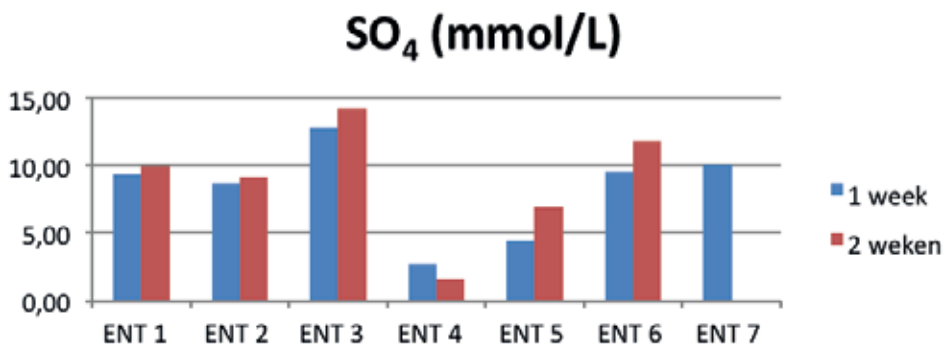
De enten verschilden behalve in kleur, ook duidelijk in chemische samenstelling. De grootste verschillen waren te zien in EC (Figuur 13), pH waarden, concentraties van NH_4 , K, Ca, SO_4 , (Figuur 14) Fe (Figuur 15), en Mn. In alle enten is geen NO_3 gemeten; deze wordt door de bacteriën opgebruikt.

De bijdrage van Herbie aan de EC, het Sulfaat en het ijzer in de ent wordt in deze samenstellingen duidelijk, aangezien de laagste EC waarde is gevonden in ent 4 (1/10 van de hoeveelheid Herbie van Ent 1) en in ent 5 (1/2 van de hoeveelheid Herbie van Ent 1). Ent 3 is de meest geconcentreerd (laagste water hoeveelheid) en dat komt tot uitdrukking in de minerale samenstelling.

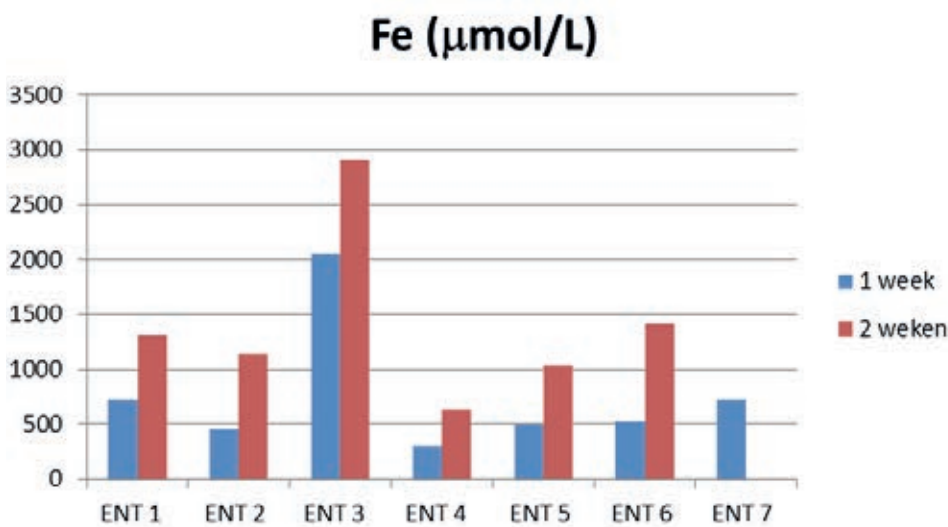
In vergelijking met de eerste week, lijkt er in de tweede week voornamelijk ijzer uit de organische stof te zijn vrijgekomen door de bacteriële activiteit. Er is een kleine toename van Sulfaat in de tweede week en de EC neemt alleen toe in ent 6, waar in eerste instantie 1/5 van de grond van ent 1 in is gemengd. Dit duidt op een mogelijk trager procesverloop.



Figuur 13. EC van de verschillende "primer" samenstellingen na 1 of 2 weken zuurstofloze incubatie.



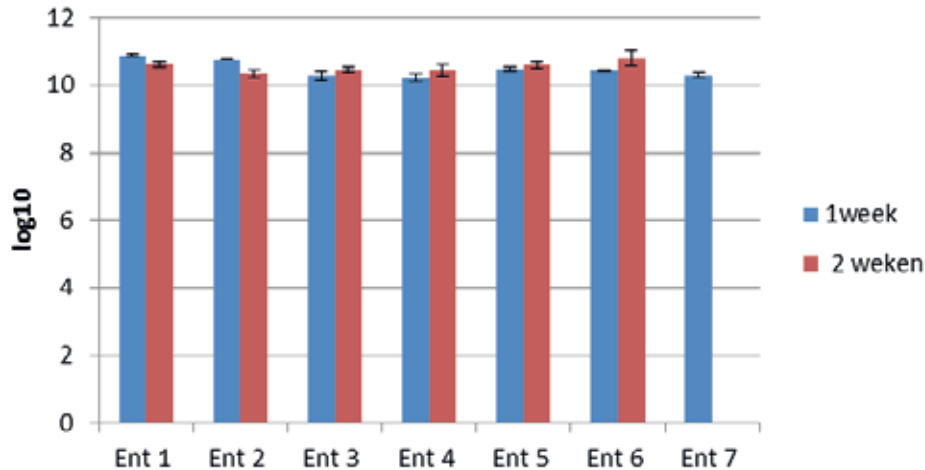
Figuur 14 Gehalte aan sulfaat in de verschillende "primer" samenstellingen na 1 of 2 weken zuurstofloze incubatie.



Figuur 15 Gehalte aan ijzer in de verschillende "primer"samenstellingen na 1 of 2 weken zuurstofloze incubatie.

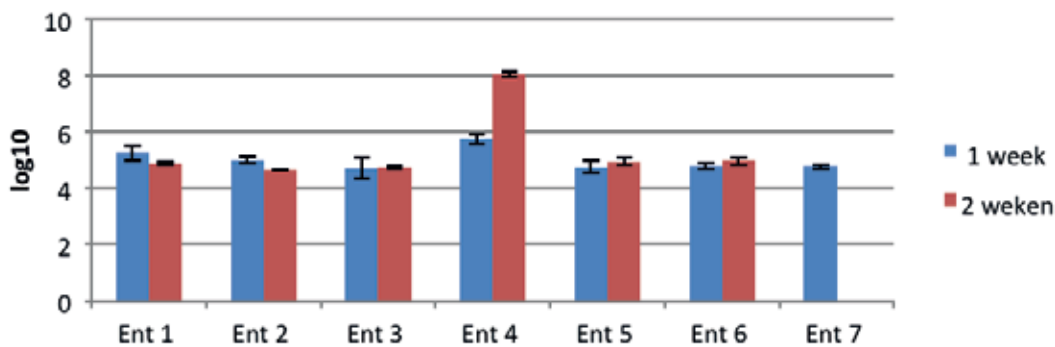
Ondanks het verschil in mineralen, is het aantal bacteriën in de enten voor alle samenstellingen gelijk, (ongeveer 10^{10} bacteriën per 1ml ent na 1 week, Figuur 16). Er was geen verdere groei in aantallen bacteriën in de tweede week van incubatie. Dat betekent dat langere incubatie tijd geen extra positief effect heeft op de groei van bacteriën. In ent 4, zien we de hoogste concentratie sulfaat reducerende bacteriën, Figuur 17), en die nemen in de tweede week verder toe, wat waarschijnlijk verklaart de afname in sulfaat in de oplossing. De groei is waarschijnlijk gelimiteerd door de beschikbaarheid van sporelementen en afbreekbaarheid van Herbie 67P onder zuurstofloze omstandigheden.

Bacteriën (16S) in het ent



Figuur 16 Aantal bacteriën in de enten na 1 of 2 weken zuurstofloze incubatie.

SRB in het ent



Figuur 17 Aantal Sulfaat Reducerende Bacteriën in de enten na 1 of 2 weken zuurstofloze incubatie.

Uit dit onderzoek blijkt dat met minder Herbie en grond dezelfde aantallen bacteriën per 1 l ent kunnen worden gekweekt. Dat zou ook betekenen dat er minder zouten zijn toegevoegd aan grond bij toepassing van het ent.

Daarnaast blijkt dat incubatie gedurende een week lang genoeg zou zijn voor een goede ontwikkeling van de bacteriën.

3.5.8 Conclusies proef Wageningen UR

Voor bodemresetten (bij 7 dagen) is 2 RE nodig om voldoende doding van getoetste plantpathogenen te krijgen. Er is na 7 dagen nog zeer veel restmateriaal in de bodem, zeker bij 2 RE.

Bij 2 dagen wachten na 7 dagen resetten is er groeiremming bij 1RE en bij 2RE nog meer.

Bij 14 dagen is voor de effectiviteit beter om 2RE te gebruiken, maar voor de groei en voor het gehalte aan mangaan in de grond zou 1RE te prefereren zijn.

Voor de bereiding van de "primer" zou een aangepaste recept met minder grond en minder Herbie, en een incubatietijd van 1 week in plaats van 2 mogelijk zijn.

Echter, in de Wageningen UR proeven is niet een eenduidige meerwaarde aangetoond van de "primer" qua doding getoetste plantpathogenen of reductie totaal aaltjes. Bovendien, leek er in de kasproeven bij Wageningen UR door de "primer" een iets lager takgewicht te worden geogst.

Totaal aaltjes geeft na 7 en/of na 14 dagen met een lage waarde een indicatie van de effectiviteit. Er zijn hiervoor drie monsters nodig.

4 Algemene discussie

Tabel 27 vat de belangrijkste resultaten van alle proeven samen.

Tabel 27

Samenvatting resultaten bedrijfsdemonstraties en Wageningen UR proef

Bedrijf	Dosering	Primer	Dagen folie	Zuurstof-loos	Ontsmetting <i>M. hapla</i> / <i>V. dahlia</i>	Fytotox kiem/wortel	teeltresultat	Opm.
Buijs	2RE	ja	19	goed	Goed / goed	Matig/goed	5 teelten goed	onkruid
		nee		goed	Goed / goed	Goed/goed	5 teelten goed	
Persoon	2RE	ja	24	matig	Goed/ goed	Goed / matig	3 teelten goed 1 ^e teelt -5%	onkruid
		nee		goed	Matig/ goed	Goed/ goed	3 teelten goed 1 ^e teelt -5%	
Van Zanten	2RE	Ja	15	matig	Goed/niet goed	Goed/ matig	Fusarium	Grond te droog
		nee		matig	Goed/niet goed	Goed/matig	Fusarium	
Deliflor (A)	2RE	Nee	14	matig	Goed/ goed	Goed/niet goed	4 teelten goed	Verbeterde grondstructuur
Deliflor (B)	2RE	nee	17	goed	Goed/ goed		1 teelt goed	
WUR Glas	1RE	ja	15	matig	Matig / goed		Goed	
	1RE	nee	15	matig	Matig/ goed		Goed	
	1RE	Ja	7	goed	Goed/ goed		Lager takgewicht	
	1RE	nee	7	goed	Goed/ goed		Lager takgewicht	
	2RE	ja	15	goed	Matig / goed		Goed	
	2RE	nee	15	goed	Matig/ goed		Goed	
	2RE h	ja	15	goed	Goed/ goed		goed	
	2RE h	nee	15	goed	Goed/ goed		goed	
	2RE	ja	7	goed	Goed/ goed		Laagst takgewicht	
	2RE	nee	7	goed	Goed/ goed		Laagst takgewicht	

Op basis van deze resultaten is het bestaande protocol aangepast (zie hoofdstuk 6). De belangrijkste wijziging is het verwijderen van de "primer" uit het proces, en de toevoeging van 2 bepalingen als indicatoren van het succes van het proces. Daarnaast is de inpassingschema in het protocol ingebouwd.

Het aangepaste protocol vloeit voort uit de resultaten en de hieronder gevoerde discussies over effectiviteit, neveneffecten, beschikbaarheid procesindicatoren, het gebruik van de "primer" en de uitvoerbaarheid op intensieve teeltbedrijven (timing en inpassing).

4.1 Effectiviteit ontsmetting

Van de vier praktijkbedrijven, is bij drie bedrijven een goede ontsmetting- en teeltresultaten behaald. In twee bedrijven waren alle gevolgde teelten even goed of beter dan stomen; in een bedrijf, was de eerste referentieteelt na stomen iets beter dan de eerste referentieteelt na BGO, maar daarna waren alle teelten goed vergelijkbaar.

Bij één van de vier bedrijven is een slecht ontsmettingsresultaat en daardoor een slecht teeltresultaat behaald als gevolg van *Fusarium* aantasting. Het slechte resultaat is zeer waarschijnlijk het gevolg van de matige zuurstofloosheid dat behaald is onder het folie. Bekend is dat in aanwezigheid van zuurstof, de ontsmettingsprocessen niet goed plaats vinden in de bodem. Vermoedelijk was de grond bij het afdekken met folie iets te droog; of hier de matige zuurstofloosheid aan verbonden is, is niet bekend, maar is wel vaker gezien en aannemelijk. De aaltjes zijn ondanks de aanwezige zuurstof goed gedood; de microsclerotieën van *Verticillium* hebben de behandeling goed overleefd, overigens even goed als met stomen. Het slechte teeltresultaat is te wijten aan de aanwezigheid van *Fusarium*; de takken met de zwaarste aantasting zaten aan de rand van het vak, even als voor de behandeling, op een enkele in het midden. Aangenomen werd dat *Fusarium* lastig te doden is met BGO, maar dat is niet zo: uit het onderzoek van Ludeking *et al.* 2013, bleek *Fusarium* een goed te bestrijden schimmel; echter, bij zuurstof concentraties >1% in de bodem, komen de ontsmettingsprocessen niet op gang, zeker aan de rand van het vak, en dit is hoogst waarschijnlijk de verklaring voor de aanwezigheid van *Fusarium* (en ook van de monsters *Verticillium*).

Bij twee van de behandelingen bij Wageningen UR Glastuinbouw viel ook het ontsmettingsresultaat tegen. Er is *Pythium* ontstaan in de volgteelt. Dit lijkt ook het gevolg te zijn van de aanwezigheid van zuurstof in de grond. Als het zuurstofgehalte hoger is dan 1%, zijn de omstandigheden voor de ontsmetting suboptimaal, en kunnen de biologische processen die tot ontsmetting leiden niet of niet goed genoeg plaatsvinden. Overigens is van *Pythium* bekend dat niet alle soorten even goed bestreden kunnen worden en het organische materiaal ook de groei van deze schimmel kan stimuleren.

4.2 Neveneffecten BGO

De ontwikkeling van onkruid was bij twee van de vier bedrijven zorgelijk, omdat er veel arbeid nodig is om het te controleren; in een van de bedrijven is dit opgelost door licht te stomen tussentijds. Bij de experimenten van Ludeking *et al.* 2013, uitgevoerd met onkruiden had BGO een negatief effect op de overleving van zaden van bepaalde onkruiden: sommige zaden kiemen niet meer na een behandeling van 10 dagen bodemresetten. Opmerkelijk was in deze proef dat de effecten van stomen op de kieming van het zaad nauwelijks merkbaar waren, hoewel de verwachting, en zo ook de praktijkervaring, is dat grondstomen zou leiden tot afsterven van de zaden. Met beide methodes kan onkruid een knelpunt vormen: BGO werkt niet tegen alle onkruiden. Uit literatuur is het bekend dat er onkruiden zijn die hittetolerante zaad maken; bij deze onkruiden zou stomen ook niet tot het gewenst resultaat leiden.

Een positieve nevenwerking was door een van de bedrijven opgemerkt: er was een aanzienlijke verbetering van de grondstructuur als gevolg van de toegevoegde organische stof (Herbie 67P).

Een nevenwerking van het toevoegen van Herbie om rekening mee te houden is de te verwachten verandering aan de minerale samenstelling van de grond. Uit de analyses bleek dat de gebruikte Herbie 67P, een kleinere invloed heeft dan het in eerdere proeven gebruikte Herbie 7025.

Op zowel de bedrijven als de proeven is vooral gemeten:

- Sterke afname nitraat.
- Lichte toename natrium.
- Toename ammonium en bicarbonaat.
- Toename mangaan, en met gebruik van primer, ook van ijzer.

De meeste veranderingen zijn goed corrigeerbaar met de voedingsoplossing. Het is raadzaam om bij het bemesten tijdens de teelt met deze veranderingen rekening te houden.

Op de lange termijn, zo blijkt het uit de Spurway analyses, kan ijzer, koper en molybdeen wat in eerste instantie aan humuszuren verbonden wordt, vrij komen, en een deel van de mangaan juist worden gebonden. De directe meststoffen gehalte veranderingen (vooral nitraat, ammonium en bicarbonaat) kunnen ook als mede-indicatoren van een goede werking van de BGO worden gebruikt.

4.3 Meerwaarde "primer"

De toevoeging van de "primer" heeft zowel in de praktijkdemonstraties als in de Wageningen UR Glastuinbouw proef niet eenduidig bijgedragen aan een verbetering van het ontsmettingsresultaat. In een paar gevallen lijkt de "primer" bij te dragen aan de gemeten fytotoxische effecten, maar ook dit is niet een effect dat consequent gezien is in alle monsters. Door primer lijkt er iets lager takgewicht in de kasproeven bij Wageningen UR. Verwacht werd dat de aanwezigheid van de "primer" een versnelling van de bodemprocessen zou teweegbrengen, waardoor een kortere behandelingstijd (7 dagen) mogelijk zou kunnen zijn.

De ent of "primer" die gebruikt werd in demonstratie proeven in kascomplex bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk, werd gemaakt volgens het meest in de praktijk gebruikte recept (in de proef genoemd "huidige ent" of "ent 1"), te weten:

840 liter water + 60 liter Herbie 67P + 100 liter grond.

De incubatietijd was 1 week in zuurstofloze omstandigheden.

Op een perceel van 75 m² in de kas werd 100 l van het ent gelijktijdig met de Herbie 67P toepassing aan de grond toegevoegd.

Toepassing van deze hoeveelheid ent betekent dat er tussen 10¹²-10¹³ kve (kolonie-vormende eenheden) anaerobe bacteriën toegevoegd zijn aan de 75m² oppervlak van de grond. Uit onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw blijkt dat het aantal natuurlijke bacteriën in de bodem tijdens de BGO proces is ongeveer 10⁹-10¹⁰ kve per 1 cm³ grond (per 75m² grondoppervlak, bij bewerking diepte 0.5m is dat tussen 10¹⁶-10¹⁷ kve bacteriën). Bacteriën die toegevoegd worden via de 'primer' of 'ent' vormen dus minder dan 0.1% van de bacteriële populatie van nature aanwezig in de zuurstofloze bodem.

Onder de juiste omstandigheden van zuurstofloosheid, voeding en hoge temperatuur zouden deze bacteriën weer exponentieel kunnen groeien en dan kan een grotere startpopulatie wel degelijk van invloed zijn op het bodemleven, vooral in situaties waar de grond lang brak heeft gelegen of leveloos is geworden door stomen; beide situaties komen niet voor in de intensieve teelten.

De reden waarom er in de proeven de "primer" niet tot een consequente toegevoegde waarde had in termen van effectiviteit, kan dus gevonden worden in de lage starconcentratie in de ent. Onbekend is verder hoeveel bacteriën de toediening overleven of achterblijven in het materiaal dat verstopping van spuitdoppen veroorzaakt. Bij Wageningen UR is het met een gieter heel gelijkmatig verdeeld en betrouwbaar, en toch had het niet altijd het gewenste effect.

Aangezien de bereiding en het strooien van de "primer" ook behoorlijk arbeidsintensief zijn, en doordat de voordelen niet voldoende zijn bewezen, kan deze stap in de methodiek achterwege worden gelaten.

4.4 Duur en planning van het ontsmettingsproces

In de Wageningen UR proeven is gebleken dat het verkorten van het proces naar 7 dagen (en 2 dagen luchten) is wel mogelijk, maar blijft niet ongestraft: bij 7 dagen is 2 RE nodig om voldoende doding van toetsorganismen te krijgen; echter, er is na 7 dagen nog zeer veel restmateriaal in de bodem, zeker bij 2 RE, en mogelijk is het dit materiaal, of wellicht het te kort (2 dagen) wachten voor het planten, is er duidelijk groeiremming gezien, bij 1RE 10%, en bij 2RE 20% afname van de takgewichten.

In de praktijkproeven is de minimale ontsmettingstijd van 2 weken aangehouden, plus een week "wachttijd" om te planten. Verder inkortten brengt, zo bleek uit de Wageningen UR proef, extra risico's met zich mee. Voor een intensieve teelt betekent de toepassing van BGO onvermijdelijk drie weken oogstderving. Inpassing van deze ontsmettingsmethodiek kan daarom niet zonder economische gevolgen voor de teler. Gelukkig is de laatste drie weken van juli de meest geschikte moment voor de uitvoering van BGO: uit economisch oogpunt (minimaliseren van de derving door laagste productprijzen periode), en uit effectiviteit oogpunt (maximaliseren effect door de hogere instraling en te de bereiken hoge bodemtemperaturen).

Met deze informatie heeft DLV voorlichter T. Roelofs een planning uitgewerkt. De gevolgen zijn tevens bedrijfskundig doorgerekend met QMS Chrysant. Hieruit blijkt dat de gedeerde inkomsten minimaal zijn, slechts 7 cent per m² op jaar basis.

Hierbij moeten wel de volgende kanttekeningen worden geplaatst:

- Bedrijven hebben vaak afzetcontracten, waardoor 'drie weken geen productie' een probleem kan worden.
- Bij productie van een klein, niche-soort is het ongewenst om drie weken geen aanvoer te hebben.
- Ook vanuit het bedienen en vasthouden van 'vaste' klanten op de klok en bij bemiddeling is drie weken niet aan de markt ongewenst.
- Als een groot deel van het chrysantenareaal in dezelfde weken geen productie zou hebben heeft dit gevolgen voor de prijsvorming.

Deze markt-effecten zijn op te lossen als men beschikt over meerdere productie-units of als er samenwerking gevonden kan worden met een andere bedrijf. Het sortiment, mits bij elkaar passend, kan dan van elkaar overgenomen worden.

Als beide bedrijven willen bodem-resetten beginnen ze drie weken na elkaar met resetten en zal er een productie-arme periode ontstaan van 6 weken.

4.5 Procesindicatoren

Een zuurstofmeting geeft aan of de omstandigheden die nodig zijn om het proces van ontsmetting mogelijk te maken, zich hebben voorgedaan.

Totaal aaltjes geeft na 7 en 14 dagen een indicatie van de effectiviteit. Er zijn hiervoor drie monsters nodig. Omdat deze bepaling relatief snel en goedkoop is, is het de meest geschikte om als indicator van effectiviteit te gebruiken. Opgemerkt dient te worden dat aaltjes makkelijker zijn af te doden dan resistente vormen van schimmels, zoals de microsclerotieën. Dus dat een afname van de hoeveelheid aaltjes niet een garantie is: bij voorbeeld: het bedrijf Van Zanten, waar de bodem niet goed zuurstofloos werd, liet toch een goede afname van totaal aaltjes zien.

Geconcludeerd kan worden dat door de combinatie van een zuurstofmeting tijdens de uitvoering (bij voorbeeld na 7 dagen) en drie totaal aaltjes bepalingen (voor ontsmetting, tijdens ontsmetting -7 dagen- en na de ontsmetting -14 dagen-) voldoende indicatoren zijn voor het monitoren van het proces.

Bij een juiste uitvoering zal de bacteriële activiteit ook leiden tot veranderingen van in de minerale samenstelling van de grond. Een gehalte aan nitraat onder 1 mmol/l, in combinatie met een ammonium gehalte hoger dan 0.2 mmol/l en een hoge bicarbonaat gehalte kunnen ook als mede-indicatoren van een goede werking van de BGO worden gebruikt.

5 Conclusies

- Bij drie van de vier praktijkbedrijven, en bij 8 van de 10 behandelingen in de teeltproef, zijn goede ontsmetting- en teeltresultaten behaald met BGO of bodemresetten. Bij twee van de vier bedrijven was onkruid een versturende factor, waar een oplossing voor moet worden gevonden. Dit was nu kortstondig stomen.
- Een van de bedrijven merkte een verbetering van de grondstructuur als gevolg van de toegevoegde organische stof (Herbie).
- Bij één van de vier bedrijven was er een slecht ontsmettingsresultaat: aaltjes waren voldoende afgedood, maar *Verticillium* niet, en er trad een *Fusarium* aantasting bij gevoelige soorten op.
- Bij twee van de behandelingen bij Wageningen UR Glastuinbouw was er ook geen goed ontsmettingsresultaat. In zowel de praktijkproef als de Wageningen UR proef was het slechte resultaat het directe gevolg van matige zuurstofloosheid die behaald is onder het folie.
- De minerale samenstelling van de grond verandert licht als gevolg van de toevoeging van Herbie P67. De verandering betreft vooral de afname van nitraat en de toename van ammonium, bicarbonaat en mangaan. Mangaan toename is vooral doseringsafhankelijk (sterker met 2RE dan met 1RE).
- Op termijn, kan in eerste instantie vastgelegde ijzer, koper, en molybdeen, vrij komen terwijl mangaan met de tijd gebonden zal worden; dit blijkt uit de Spurway analyses die bij twee van de bedrijven gedaan zijn, 6 maanden na de BGO behandeling.
- De bereiding van de "primer" zou met minder toevoeging van Herbie en grond toe kunnen, en ook de incubatietijd zou van 2 weken naar 1 week kunnen voor dezelfde hoeveelheid bacteriën in de primer.
- Toevoeging van de "primer" heeft zowel in de praktijkdemonstraties als in de Wageningen UR Glastuinbouw proef niet eenduidig bijgedragen aan een verbetering van het ontsmettingsresultaat. Op basis van afweging inspanning versus resultaat is deze stap in het protocol voor de methodiek nu achterwege gelaten.
- Het verkorten van het proces naar 7 dagen (en 2 dagen beluchten) is wel mogelijk bij gebruik van de hoge dosering 2 RE. Echter, planten na 7 dagen ontsmetten plus 2 dagen wachten, leidt tot afname van de takgewichten van 10% (1RE), en 20% (2RE).
- Voor een intensieve teelt betekent daarom de toepassing van BGO drie weken zonder teelt. Inpassing kan daarom niet zonder economische gevolgen voor de teler. Uitvoering in de laatste drie weken van juli geeft i.v.m. de hoge temperaturen de grootste zekerheid en de kleinste economische gevolgen i.v.m. lage verkoopprijzen.
- Een monster van het totaal aantal aaltjes (BLGG) geeft een goede indicatie van de effectiviteit. Er zijn hiervoor wel drie monsters nodig; voor ontsmetten, na 7 dagen en na 14 dagen. Dit is nodig omdat na een zeer sterke daling het aantal aaltjes weer sterk toe kan nemen en het verloop in de tijd wel steeds verschillend is.
- Ook een zuurstofmeting lager dan 1% tijdens het proces is een goede indicatie van het verloop van het proces.
- De combinatie van zuurstofmeting en totaal aaltjes bepaling vormt een goede indicator voor het ontsmettingsresultaat.
- De afname in nitraat gehalte in de grond ten opzichte van voor de BGO behandeling, in combinatie met toename van ammonium en bicarbonaat zijn tevens indicatoren van een goed verloop van de omzetting in de bodem.

6 Aangepast protocol BGO



Start → Grond goed vochtig maken

Succesvol telen



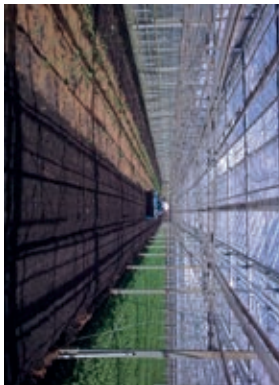
Frezen na het verwijderen van het plastic. Bodem minimaal 3 dagen laten rusten voor planten en analyse meststoffen 1 week na planten



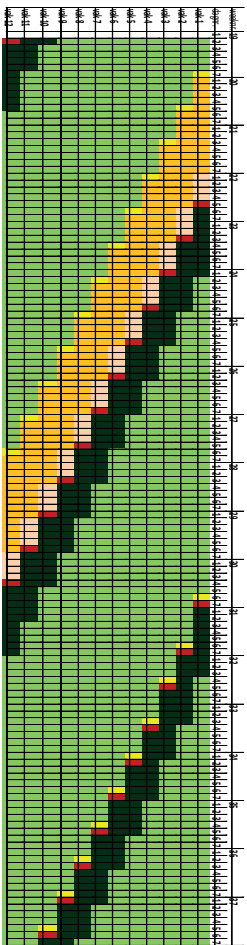
Aanbrengen van de juiste dosering (2RE) op zaaivochtig perceel



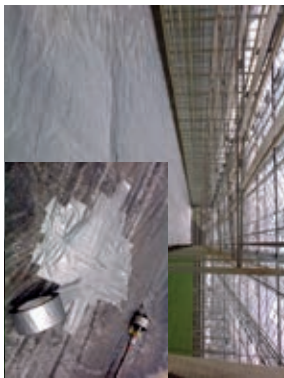
40 cm diep spitten. Rustig en gelijkmatig spitten en goed aandrukken



Biologische grondontsmetting met 'Herbie'

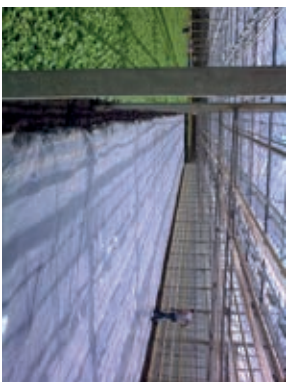


Verwijderen van het folie na minimaal 14 dagen, 1 dag later freesen



Monitoring effect:
 • zuurstof < 0.5% en/of
 • na 7 of 14 dagen totaal aaltjes < 100

Beregenen voor afdekken minimaal 15 L/m²



Afdekken van het perceel met hoogwaardig zuurstofdicht folie 1 mm water op het folie houden

7 Literatuur

- Arkesteijn, M.; Ludeking, D.J.W. (2012).
Biologische grondontsmetting is goed alternatief voor stomen. *Onder Glas 9 (11)*. - p. 20 - 21.
- Arkesteijn, M.; Ludeking, D.J.W. (2011).
Biologische grondontsmetting biedt perspectief bij trekheesterteelt: Chemische grondontsmetting en stomen geen optie om plagen tegen te gaan. *Onder Glas 8 (9)*. - p. 40 - 41.
- Blok, W. J., Lamers, J.G., Termorshuizen, A.J. & Bollen, G. J. 2000.
Control of soil borne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology 90 (3)*: 253-259.
- Boonekamp, P.M.; Ludeking, D.J.W. (2013).
Biologische grondontsmetting kan stomen vervangen (interview met o.a. Daniël Ludeking). *Groenten & Fruit 2013 (1)*. - p. 30 - 31
- Lamers, J. & Wilms, J. 2008.
De lange termijn werking van biologische grondontsmetting. PPO-AGV report 3252045600, Lelystad, The Netherlands, pp 27.
- Lier, A. van; Ludeking, D.J.W. (2012).
Bol zeil geen garantie goed stoomresultaat (interview met Daniel Ludeking). *Vakblad voor de Bloemisterij 67 (13)*. - p. 28 - 29
- Ludeking, D.J.W.; Paternotte, S.J.; Runia, W.T.; Molendijk, L.P.G. (2011).
Biological soil disinfestation with organic fermentation products. *In: International Conference on Organic Greenhouse Horticulture, Bleiswijk, The Netherlands, 11 - 14 October, 2010*. - *Acta Horticulturae 915*. - p. 133 - 139. *ISHS*, - p. 133 - 139. *International Conference on Organic Greenhouse Horticulture, Bleiswijk, The Netherlands, 2010-10-11/ 2010-10-14*
- Ludeking D.J.W, Termorshuizen, A., Wubben, J., Van der Wurff, A., Streminska, M. Van der Helm, F., 2013.
Biologische grondontsmetting met 'Herbie' ('Bodemresetten') als alternatief voor stomen. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw, GTB-1272.
- Runia, W. T., Molendijk, L.P.G., Lamers, J.G., Paternotte, S.J. & Ludeking, D.J.W., 2010.
Doorontwikkelen van 'biologische' grondontsmetting voor een brede toepassing in land- en tuinbouw. *Gewasbescherming 41 (4)*: 182-186
- Boonekamp, G., 2010.
Doorbraak in grondontsmetting; Laatste strohalm lijkt spectaculaire reddingsboei. *Groenten&Fruit (14)*: 9

Bijlage 1 Nutriënten analyse 4 bedrijven

BUIJS																				
Analyse voor BGO		pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	S	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Si
BGO	primer + veld 1	6.0	2.3	0.1	3.3	1.9	7.0	3.4	8.0	0.9	7.8	0.1	0.53	4.6	0.5	0.9	15.0	0.2	0.4	0.22
BGO	primer - veld 2	6.5	1.5	0.1	2.0	1.6	3.8	2.0	8.7	1.0	2.2	0.1	0.26	5.3	0.5	0.9	17.0	0.2	0.3	0.21
BGO	primer - veld 3	6.1	1.6	0.1	2.8	1.8	4.0	2.1	8.7	0.8	3.0	0.1	0.42	3.1	0.5	0.8	19.0	0.2	0.3	0.23
BGO	primer + veld 4	6.3	1.5	0.1	2.6	1.5	3.2	1.7	9.7	0.8	0.9	0.1	0.31	4.9	0.5	0.8	17.0	0.2	0.4	0.19
Controle	veld 1	6.3	1.9	0.1	3.2	1.9	4.9	2.6	8.0	1.0	4.8	0.1	0.51	2.8	0.5	0.7	19.0	0.2	0.3	0.25
Controle	veld 2	5.9	1.6	0.1	3.0	1.2	4.2	2.1	8.2	0.4	3.3	0.1	0.52	3.4	0.5	0.8	11.0	0.2	0.3	0.22
Analyse na BGO (21 dagen)																				
BGO	primer + veld 1	6.8	1.2	0.2	2.4	2.3	2.5	1.4	2.0	2.1	3.1	1.1	0.07	3.6	0.6	0.9	15.0	0.3	2.0	0.14
BGO	primer - veld 2	7.1	1.4	1.5	3.4	2.5	2.6	1.6	0.2	2.4	4.4	2.7	0.08	3.7	8.9	1.3	10.0	0.3	6.6	0.12
BGO	primer - veld 3	7.3	1.1	2.0	2.7	2.1	1.4	0.9	0.2	2.1	1.5	4.0	0.07	5.0	6.8	1.1	8.7	0.5	6.1	0.11
BGO	primer + veld 4	7.0	0.7	0.5	1.4	1.4	1.1	0.6	0.5	1.3	1.4	0.9	0.14	11.0	0.5	1.7	13.0	0.5	2.4	0.18
Controle	veld 1	6.4	2.8	0.3	3.7	2.1	9.7	4.6	11.6	1.6	9.7	0.1	0.54	4.3	0.5	0.9	20.0	0.2	0.3	0.22
Controle	veld 2	6.3	2.2	0.3	2.8	1.6	6.6	3.3	10.1	0.6	6.1	0.1	0.43	4.2	0.5	0.8	16.0	0.2	0.3	0.25
PERSOON																				
Analyse voor BGO		pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	S	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Si
BGO	primer + veld 1	6.9	1.0	<0.1	1.8	1.0	1.9	1.5	3.9	0.6	2.0	0.1	0.27	1.0	0.5	0.5	8.6	0.1	0.1	0.14
BGO	primer - veld 2	6.8	1.1	<0.1	1.6	0.9	2.2	1.7	4.7	0.7	2.2	<0.1	0.18	0.7	<0.5	0.5	6.6	<0.1	<0.1	0.10
BGO	primer - veld 3	6.9	1.3	<0.1	1.6	1.2	3.0	2.1	5.8	0.8	2.8	0.1	0.17	0.8	0.9	0.6	12.0	0.2	0.2	0.13
BGO	primer + veld 4	7.0	1.2	<0.1	1.9	1.3	2.5	1.8	5.2	0.8	2.7	0.1	0.11	1.2	<0.5	0.4	11.0	<0.1	<0.1	0.13
Controle	veld 1	6.9	1.5	<0.1	3.2	1.4	3.0	2.3	6.7	0.9	3.2	0.2	0.16	0.8	<0.5	0.4	11.0	<0.1	<0.1	0.14
Controle	veld 2	7.0	1.1	<0.1	2.3	1.0	2.0	1.5	4.9	0.5	2.1	<0.1	0.18	0.9	<0.5	0.3	10.0	<0.1	<0.1	0.13
Analyse na BGO (21 dagen)																				
BGO	primer + veld 1	7.3	0.7	0.4	1.8	1.1	1.0	0.8	0.4	0.7	0.8	3.2	0.06	3.0	3.0	0.3	4.5	0.4	0.6	0.13
BGO	primer - veld 2	7.0	0.8	<0.1	1.6	1.2	1.2	1.0	3.6	0.8	0.8	0.6	0.08	2.1	<0.5	0.3	8.2	0.3	0.2	0.14
BGO	primer - veld 3	7.1	0.7	<0.1	1.8	1.0	1.1	0.9	2.4	0.6	0.9	1.2	0.05	1.5	0.5	0.3	8.6	0.4	0.2	0.13
BGO	primer + veld 4	7.5	0.6	0.6	1.9	1.3	0.7	0.5	0.2	0.9	0.8	2.3	0.07	19.0	2.4	2.0	4.5	0.6	0.5	0.23
Controle	veld 1	6.9	1.3	<0.1	2.7	1.4	2.3	2.8	6.0	1.0	2.2	<0.1	0.13	0.9	<0.5	0.4	9.1	0.2	0.1	0.14
Controle	veld 2	6.9	0.8	<0.1	1.4	0.8	1.6	1.1	3.3	0.5	1.6	0.1	0.11	1.9	0.6	0.3	6.2	0.2	<0.1	0.15
V ZANTEN																				
Analyse voor BGO		pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	S	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Si
BGO	primer + veld 1	6.4	1.4	<0.1	2.0	1.7	3.6	1.8	7.8	1.2	2.0	<0.1	0.27	5.4	<0.5	0.9	17	0.2	0.6	0.21
BGO	primer - veld 2	6.5	1.1	<0.1	1.2	2.2	2.5	1.2	4.7	1.9	1.6	<0.1	0.19	4.6	<0.5	0.8	15	0.2	0.6	0.18
BGO	primer - veld 3	6.4	1.3	<0.1	1.3	1.3	3.6	1.8	7.9	1.0	1.7	<0.1	0.21	3.2	<0.5	0.6	14	0.2	0.5	0.21
BGO	primer + veld 4	6.5	1.4	<0.1	2.0	1.7	3.6	1.7	7.8	1.8	2.0	<0.1	0.19	3.7	<0.5	1.0	14	0.2	0.6	0.19
Controle	veld 1	6.2	0.6	<0.1	1.0	0.4	1.3	0.7	3.6	0.3	0.2	<0.1	0.51	6.6	<0.5	0.7	9.9	0.2	0.5	0.25
Controle	veld 2	6.1	0.8	<0.1	1.0	0.5	1.7	0.9	4.7	0.3	0.4	<0.1	0.40	7.8	0.5	1.1	9.0	0.2	0.4	0.22
Analyse na BGO (21 dagen)																				
BGO	primer + veld 1	6.9	1.0	1.7	2.3	2.8	1.3	0.7	0.7	2.6	0.8	3.7	0.12	13.0	3.9	2.6	11.0	1.1	3.4	0.15
BGO	primer - veld 2	6.8	1.1	1.9	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	1.6	0.9	4.1	0.13	26.0	5.1	2.5	9.1	1.1	3.6	0.28
BGO	primer - veld 3	7.1	0.9	1.5	1.6	1.8	1.2	0.7	2.1	1.9	0.8	1.7	0.09	9.2	0.5	2.4	9.9	1.0	2.8	0.15
BGO	primer + veld 4	6.9	0.9	1.5	1.9	1.3	1.2	0.7	2.3	1.1	0.8	1.9	0.11	15.0	0.7	2.3	11.0	1.0	3.0	0.26
Controle	veld 1	6.2	0.9	0.1	1.0	0.5	2.2	1.1	5.2	0.3	0.4	0.1	0.61	6.4	0.5	1.4	6.0	0.3	0.6	0.21
Controle	veld 2	5.9	1.0	0.1	1.2	0.5	2.4	1.3	6.0	0.4	0.4	0.1	0.90	8.2	0.5	1.4	6.9	0.3	0.4	0.22
DELIFLOR																				
Analyse voor BGO		pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	S	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Si
BGO	primer - veld 2	7.0	1.4	0.1	5.0	0.8	2.0	1.2	4.7	2.1	2.2	0.2	0.22	10.0	0.5	3.8	20.0	0.3	0.4	0.14
BGO	primer - veld 3	7.0	2.5	0.1	7.5	1.8	4.5	2.4	11.2	2.7	3.9	0.1	0.19	12.0	0.5	7.0	30.0	0.4	0.4	0.14
Controle	veld 1	6.7	0.5	0.1	1.5	0.2	0.8	0.5	2.2	0.2	0.5	0.2	0.34	5.0	0.5	0.9	11.0	0.2	0.6	0.14
Controle	veld 2	6.9	0.5	0.1	2.0	0.5	0.5	0.3	2.0	0.3	0.5	0.2	0.24	19.0	0.5	1.8	11.0	0.3	0.5	0.19
Analyse na BGO (21 dagen)																				
BGO	primer - veld 2	7.7	1.3	1.9	4.8	2.0	1.2	0.8	2.1	1.8	2.1	3.9	0.10	25.0	7.7	6.7	18.0	0.9	2.6	0.20
BGO	primer - veld 3	7.6	1.3	2.2	5.7	1.6	0.8	0.5	1.4	2.1	1.4	4.4	0.15	27.0	4.2	4.3	17.0	0.8	2.4	0.20
Controle	veld 1	7.0	0.8	<0.1	2.0	0.5	1.6	0.9	3.6	0.3	1.2	0.3	0.27	6.5	<0.5	2.8	15.0	0.2	0.9	0.12
Controle	veld 2	7.0	0.9	<0.1	3.2	0.5	1.3	0.7	3.7	0.6	1.1	0.3	0.26	9.9	<0.5	3.0	18.0	0.3	0.7	0.15

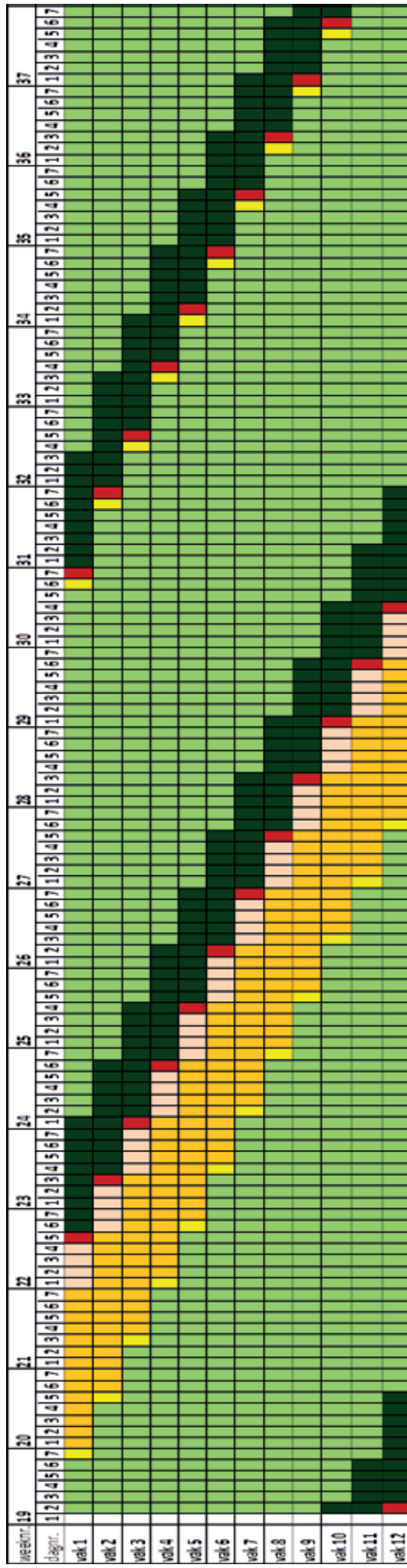
Bijlage 2 Nutriënten analyse Wageningen UR proef

	pH	EC	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	S	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
kas 4.03 2RE voor	7	1.7	0.1	1.9	0.8	7.7	1	4.6	0.5	7	0.2	0.04	0.34	5.6	0.6	1.5	7.1	0.4	0.1
kas 4.03 2RE 7 dagen	7.3	1.7	0.3	2.7	1.5	7.1	1.3	0.2	0.8	8.8	1.8	0.03	0.22	3.6	36	0.5	3.9	0.6	0.8
kas 4.03 2RE 14 dagen	7.2	2.5	1.1	4	1.9	10.3	2	0.2	1	11	2.6	0.04	0.24	4.8	59	0.6	6.9	0.5	0.6
kas 4.03 2RE+ent 7 dagen	7.2	1.1	0.2	1.4	1.1	3.7	0.6	0.2	0.4	3.8	2.1	0.03	0.25	3.6	21	0.5	5.3	0.6	0.7
kas 4.03 2RE+ent 14 dagen	7.3	1	0.5	1.5	0.9	3	0.5	0.2	0.4	3.6	1.3	0.03	0.22	2.7	14	0.4	5.6	0.4	0.9
kas 4.03 2RE na 1e oogst	7.2	1.6	< 0.1	2.7	0.8	6.6	1.2	0.4	5	0.2	7.2	0.6	0.05	10.1	0.1	1.8	16	0.6	0.1
kas 4.03 1RE voor	7.2	1.5	0.1	2.1	0.8	6.2	0.9	4.9	0.4	5.5	0.2	0.04	0.35	6.8	0.8	1.6	6.7	0.4	0.1
kas 4.03 1RE 7 dagen	7.2	1.6	0.4	2.5	1	6	1	2	0.4	6.4	2.1	0.03	0.27	3	17	0.8	7.3	0.4	0.5
kas 4.03 1RE 14 dagen	7.3	1.5	0.3	2.5	1	6.2	1	2	0.4	6.4	1.4	0.03	0.28	2.4	11	1.4	7	0.3	0.4
kas 4.03 1RE+ent 7 dagen	7.4	1.1	0.2	1.9	1	3.4	0.6	0.4	0.3	4	1.8	0.03	0.25	3.9	12	0.8	4.3	0.4	0.7
kas 4.03 1RE+ent 14 dagen	7.4	1.2	0.4	2.3	0.8	4.1	0.7	0.3	0.3	4.3	2.5	0.03	0.26	2.9	18	0.5	4.2	0.4	0.7
kas 4.03 1RE na 1e oogst	7.4	1.1	< 0.1	2	0.6	4.2	0.7	0.4	3	0.2	3.2	0.7	0.05	8.6	< 0.1	2	14	0.6	0.1
kas 4.01 2RE voor	7.2	1.5	0.4	0.9	0.9	6.3	0.7	7.4	0.7	3	0.7	0.04	0.36	1.9	7.3	0.4	9.7	0.5	0.4
kas 4.01 2RE 7 dagen	7.4	1	0.6	1.1	1.2	3.3	0.5	0.2	0.8	2.4	3.4	0.03	0.21	2.3	13	0.3	8.6	0.4	0.9
kas 4.01 2RE 14 dagen	7.3	0.9	1.1	1.1	1.1	3.1	0.4	0.2	0.7	2	3.9	0.03	0.24	2	14	0.3	8	0.3	0.9
kas 4.01 2RE 14 dagen na 1e oogst	7.3	1.5	< 0.1	1.5	0.8	6.9	1	0.5	6.9	0.4	3.4	0.5	0.1	4.4	12.2	2.8	24	0.8	0.3
kas 4.01 2RE+ent 7 dagen	7.3	1.4	1	1.8	1.8	5	0.9	0.2	1.2	4.5	3.9	0.03	0.26	1.9	15	0.4	8.2	0.4	0.8
kas 4.01 2RE+ent 14 dagen	7	0.8	0.8	1	0.8	2.9	0.4	0.2	0.5	1.6	3.7	0.03	0.33	1.7	9.2	0.3	7.2	0.1	0.5
kas 4.01 2RE+ent 14 dagen na 1e oogst	7.2	1.1	< 0.1	1.6	0.8	4.1	0.7	0.3	5.3	0.3	1.9	0.8	0.05	8.5	0.1	0.9	21	0.6	0.1
kas 4.02 2RE 7 dagen	7.2	0.8	0.3	1.8	1.2	2.3	0.3	0.2	0.8	2	2.6	0.03	0.34	3.3	1.3	0.6	4.5	0.4	0.7
kas 4.02 2RE+ent 7 dagen	7.3	0.8	0.2	2.4	0.8	2.2	0.4	0.2	0.7	1.2	4.1	0.03	0.39	3.9	11	0.5	5.9	0.5	10
kas 4.02 2RE+ent 7 dagen na 1e oogst	7.4	1	< 0.1	2.1	0.8	3	0.5	0.4	3.9	0.3	1.7	0.8	0.05	7.7	< 0.1	1.2	12	0.5	0.1
kas 4.02 1RE 7 dagen	7.2	0.8	0.2	1.8	1.3	2.2	0.4	0.2	0.7	1.8	3.5	0.03	0.3	4	2.7	0.6	4.1	0.3	0.8
kas 4.02 1RE+ent 7 dagen	7.2	0.8	0.1	2.1	0.8	2.6	0.4	0.2	0.4	0.9	5.7	0.03	0.46	2.8	16	0.4	5.7	0.3	0.8
kas 4.02 1RE+ent 7 dagen na 1e oogst	7.5	0.9	< 0.1	1.9	0.7	2.9	0.5	0.4	3.1	0.2	1.8	0.9	0.05	8.5	0.1	1.3	14	0.6	0.2
na stomen	7.2	1.5	0.4	0.9	0.9	6.3	0.7	7.4	0.7	3	0.7	0.04	0.36	1.9	7.3	0.4	9.7	0.5	0.4
na 1e oogst na stomen	7.1	1.8	< 0.1	1.8	0.8	7.8	1.1	10.7	0.5	3.1	0.5	0.1	0.5	3.4	16.5	2.1	21	0.6	0.3

Bijlage 3 Spurway analyses

Vergelijking Spurway Totaal			Buijs BGO		Buijs std		Persoon BGO		Persoon std	
Parameter	eenheid	streeftraject	vak 33	vak 32+34		vak 11	vak 10+12			
Totaal Stikstof	mg/kg		*	5460		1360	760			N hoger
C/N verhouding		12-18	*	20		17	26			
N-leverend vermogen	kg/ha/jaar		*	222		79	58			
Nitraatstikstof	kg/ha	60-80	162	136		99.6	84			
Ammoniumstikstof	kg/ha	<4,6	<4,6	<4,6		<4,6	<4,6			
Fosfor	kg/ha	30-50	112	154		78.9	72.1			
Fosfaat Pw	mg P2O5/l	21-31	*	199		114	111			
Fosfaat, P-AL	mg P2O5/100	35-45	*	222		144	130			
Kalium	kg/ha	250-350	280	298		348	354			
K-getal		13-16	*	48		45	45			
Magnesium	kg/ha	200-300	358	355		377	366			
Zwavel	kg/ha	50-100	183	215		142	133			
Calcium	kg/ha	600-2200	1508	1489		1529	1508			
Mangaan	kg/ha	1-3	2.3	6.2	mn lager	0.3	0.2			
Zink	kg/ha	1-30	53.5	40.9		39.2	37.9			
Ijzer	kg/ha	25-200	1109	368	ijzer hoger	158	109			ijzer hoger
Borium	kg/ha	0,3-0,9	1.2	1.2		0.5	0.6			
Koper	kg/ha	2-6	11.6	7.4	koper hoger	4.9	3.1			koper wat hoger
Molybdeen	kg/ha	0,1 - 0,3	1.2	0.2	Mo hoger	<0,1	<0,1			
Natrium	kg/ha	<100	117	127		90.3	76.6			
Chloride	kg/ha	<100	56.2	79.2		41.4	40			
Silicium	kg/ha	>6	15	16		11.2	12.5			
Geleidbaarheid	mS/cm	< 3	3.3	3.1		2.8	2.3			
pH-KCL		5,2-7,5	6.5	6.6		7	7.1			
pH-H2O		5,2-7,5	6.9	7		7.6	7.6			
Organische stof	%		*	18.5		4.0	3.4			
Klei-humuscomplex, CEC	mmol+/kg		*	360		142	145			
Koolzure kalk	% CaCO3			0.8		0.2	0.4			
Afslibbaarheid	%			31		12	14			
Lutum	%			21		6	7			
Beschikbare bodemvoorraad										
Stikstof (N)			406	341	N wat hoger	398	336			N wat hoger
Fosfor (P2O5)			642	879		723	661			
Kalium (K2O)			844	898		1678	1708			
Magnesium (MgO)			1483	1472		2500	2426			
Zwavel (SO3)			1143	1340		1418	1324			
Calcium (CaO)			5276	5208		8558	8436			
Mangaan (Mn)			5.8	15.4	Mangaan lager	1.3	1.0			
Zink			134	102		157	151			
Ijzer			2773	920	ijzer hoger	633	436			ijzer wat hoger
Borium			2.9	3.1		2.1	2.3			
Koper			28.9	18.4	Koper hoger	19.7	12.6			koper wat hoger
Kationen balans			in % van de 100% CEC							
Calcium Ca+				69%		69%	69%			
Magnesium Mg2+				17%		24%	24%			
Kalium K+				2.7%		5.5%	5.5%			
Natrium Na+				1.2%		1.2%	1.1%			
Waterstof H+				1%		0%	0%			
Overig Al, Fe				0%		0%	0%			
Structuurstabiliteit				9.6		5.3	4.3			
Gevoelig voor verslemping						zeer	zeer			
Verkrumelbaarheid				5.8		6.8	6.7			
verkrumelbaarheid						ok	ok			

Bijlage 4 Schematische inpassing in bedrijfsplanning



Bijlage 5 Diaserie teeltbedrijf



Herbie gelijkmatig strooien op zaaivochtig perceel



Herbie gelijkmatig strooien op zaaivochtig perceel



“Primer” goed gelijkmatig verdelen over het perceel



40 cm diep, rustig en gelijkmatig spitten en goed aandrukken.



Zakjes met bekende concentraties pathogene zijn ingegraven voor ontsmettingscontrole



Beregenen voor afdekken, minimaal 15 l/m²



Afdekken met hoogwaardig zuurstofdicht folie, 1 mm water op folie houden



Folie na minimaal 14 dagen verwijderen, daarna frezen

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1342

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.