



Effectieve gewasbescherming in Substraatbedden

Systemontsmetting en weerbaarheid

A.W.G. van der Wurff; C. Blok, M.A. van Slooten, M.A. Streminska, M. Raaphorst, P. Vermeulen,
D. Ludeking, A. Grosman, T. Vermeulen



Referaat

Nieuwe teeltsystemen moeten gemakkelijk te ontsmetten zijn en niet gevoelig voor ziekten en plagen. Er zijn daarom drie systeemontsmettingsmethoden getoetst. Hiervan is grondstomen de snelste, de goedkoopste en het meest effectief in het ondiepe substraatbed. Bodemresetten volgt op een tweede plaats door de hogere kostprijs en de relatief langere behandeltime. In het diepe grondbed is bodem resetten het meest effectief. De kostprijs is echter hoger en de behandeltime is langer dan grondstomen of cultuurkoken. Cultuurkoken is moeilijk uitvoerbaar in het diepe grondbed, maar resulteert in een goed doding van *Verticillium* in het ondiepe- en het diepe substraatbed.

Er is gekeken naar weerbaarheid tegen trips door een mulchlaag en kweekbakken voor roofmijten. Het aanbrengen van de mulchlaag verbeterde de vestiging van roofmijten. De kweekbakken zorgden voor een zeer sterke toename. Beide methoden leiden echter niet tot minder trips. Voor weerbaarheid tegen *Pythium* is een groot porievolume, de draagkracht van het substraat voor bacteriën en een hoge zuurgraad ($\text{pH} > 7$) belangrijk. Het zand dat nu gebruikt wordt in de ondiepe substraatbedden is niet weerbaar tegen *Pythium*.

De bedrijfseconomische analyse laat zien dat voor chrysanthe, freesia en lisianthus geldt dat de zand- en grondbedden een acceptabele kostenstijging kunnen hebben tot drie procent.

Abstract

New cultivation systems should be easy to disinfect and not susceptible to pests and diseases. There are, therefore, three system disinfection methods tested. Of these, soil steaming was the quickest, cheapest and most effective in the shallow substraatbed. Soil resetting follows in second place owing to the higher cost and relatively longer treatment time. In the deep soilbeds, soil resetting is most effective. The cost is higher and the treatment time is longer than for soil steaming or culture cooking. Cultural Cooking is difficult to implement in the deep soilbed, but results in a good control of *Verticillium* in the shallow and the deep beds. An improvement of the level of suppressiveness against trips may be achieved with aid of mulch layer or breeding tanks for predatory mites. Applying the mulch layer improved the establishment of predatory mites. The breeding tanks caused a sharp increase. However, both methods do not lead to fewer trips. For resistance to *Pythium* is a large pore volume, the capacity of the substrate to carry bacteria and a high acidity ($\text{pH} > 7$) important. The sand that is now used in the shallow substrate bed is conducive for *Pythium*. The economic analysis shows that for chrysanthemum, freesia and lisianthus, the sand and soil beds may have an acceptable cost up to three percent.

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

Wageningen UR Glastuinbouw

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Problematiek grondgebonden teelten	7
	1.2 Telen op Substraatbedden	7
	1.3 Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water van Senter Novem	8
	1.4 Rekening houden met ziekten en plagen bij systeemontwerp	8
	1.5 Inventarisatie systeemeisen en systeemontwerp	9
	1.6 Definiëren en toetsen meest geschikte substraten	9
	1.7 Ziekte- en plaagweerbaarheid van substraat	9
2	Problematiek van kasgrondteelten	11
	2.1 Verkleining van het pakket toegelaten gewasbeschermingsmiddelen	11
	2.2 Emissie	12
	2.3 Energiekosten grondstomen	13
3	Beschrijving van mogelijke oplossingen	15
	3.1 Voor en tegen	15
	3.2 Substraatbedden als alternatief?	15
	3.2.1 Kansen	15
	3.2.2 Uitdagingen	16
	3.3 Doelstelling	16
4	Systeemontsmetting	19
	4.1 Behandelingen	19
	4.2 Bemonsteren	19
	4.3 Analyse van bestrijding	20
	4.4 Methoden	21
	4.4.1 Grondstomen zonder onderdruk	21
	4.4.2 Cultuurkoken	24
	4.4.3 Bodemresetten	28
	4.4.4 Conclusie	33
	4.5 Gedrag gewasbeschermingsmiddelen	35
	4.5.1 Methode	35
	4.5.2 Proeven in demonstratiebak	35
	4.5.3 Spreiding water in het zandbed	35
5	Weerbare substraatbedden	39
	5.1 Systeemontwerp op Pythium weerbaarheid	39
	5.2 <i>Pythium</i> weerbaarheid van verschillende substraten	40
	5.3 Systeemontwerp op trips weerbaarheid	41
	5.3.1 Effect substraattypen en mulchlaag	42
	5.3.1.1 Proef opzet	42
	5.3.1.2 Resultaten	42
	5.3.1.3 Conclusie & discussie	44
	5.3.2 Ontwikkeling openkweekstelsel voor bodemroofmijten	45
	5.3.2.1 Materiaal en Methoden	45
	5.3.2.2 Resultaten en discussie	45

6	Bedrijfseconomische evaluatie teeltsystemen	47
	6.1 Lisianthus	47
	6.2 Freesia	48
	6.3 Chrysanth	49
7	Conclusie en discussie	51
	7.1 Systeemontmetting	51
	7.2 Weerbaarheid	52
	7.3 Verspreiding middelen	53
	7.4 Bedrijfseconomische analyse	53
8	Referenties	55
9	Overzicht Publicaties	59
Bijlage I	Samenvatting Wageningen UR Glastuinbouw Rapport 3242060700 Khodobaks et al. (2011)	61

Samenvatting

Substraatbedden vormen een oplossing voor hoge energie- en arbeidskosten van grondstomen en de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar oppervlaktewater. Nieuwe teeltsystemen moeten gemakkelijk te ontsmetten zijn en niet gevoelig voor ziekten en plagen.

Er zijn daarom drie systeemontsmettingsmethoden getoetst op snelheid, kosten en bestrijding van ziekten en plagen; namelijk grondstomen, cultuurkoken en bodemresetten. Hiervan is grondstomen de snelste, de goedkoopste en het meest effectief in het ondiepe substraatbed indien gebruik wordt gemaakt van onderdruk. Bodemresetten volgt op een tweede plaats, ondanks een goede bestrijding, door de hogere kostprijs en de relatief langere behandeltijd. In het diepe grondbed is bodemresetten het meest effectief tegen ziekten en plagen. De kostprijs is echter hoger en de behandeltijd is langer dan grondstomen of cultuurkoken. Cultuurkoken is moeilijk uitvoerbaar in het diepe grondbed, maar resulteert in een goed doding van *Verticillium dahliae* in zowel het ondiepe zandbed als het diepe grondbed.

Een proef met kleurstof laat zien dat een gewasbeschermingsmiddel zich via watergift snel en gelijkmatig door een zandbed kan verspreiden.

Bij de optimalisatie van ziekte-, en plaagonderdrukking is gekeken naar weerbaarheid tegen trips door middel van een mulchlaag en kweekbakken. Vestiging van de roofmijt *Hypoaspis aculeifer* is laag, in zowel veen als zand. Het aanbrengen van de mulchlaag verbetert de vestiging van bodemroofmijten. De kweekbakken zorgden voor een zeer sterke toename in roofmijten in zowel het diepe- als het ondiepe substraatbed. Beide methoden leiden echter nog niet tot minder trips. Voor weerbaarheid tegen *Pythium* zijn een grootporie volume, de draagkracht van het substraat voor bacteriën en een hoge zuurgraad (pH>7) belangrijk. Het zand dat nu gebruikt wordt in de ondiepe substraatbedden is relatief geleidbaar voor *Pythium*.

De bedrijfseconomische analyse laat zien dat voor chrysanth, freesia en lisianthus geldt dat de zand- en grondbedden een acceptabele kostenstijging kunnen hebben tot circa drie procent. In de toekomst kan vervanging van het grondzeil een knelpunt worden.

1 Inleiding

In Nederland is er 1300 hectare glastuinbouw met sierteelt in de grond; Belangrijke teelten zijn chrysanten, alstroemeria, lisianthus en freesia. De overige 560 hectare sierteelt bestaat uit een groep van gecombineerde van verschillende kleine siergewassen, de 'Zomerbloemen'. Daarnaast is er nog een kleine 1000 ha aan overige teelten, het merendeel hiervan is bladgroenten.

In voorgaande gesprekken met ondernemers en betrokkenen (Van der Wurff *et al.* 2009) blijkt dat een teeltsysteem dat relatief goedkoop, en gemakkelijk in de praktijk is in te passen, de voorkeur heeft. Ook het perspectief van een verhoogde opbrengst is voor telers belangrijk om een overstap rendabel te maken. Daarnaast moet het systeem een brede duurzame oplossing (en geen deeloplossing) bieden voor de bovengenoemde problemen van de diverse bloemteeltsystemen onder glas.

De resultaten van eerdere projecten, zoals het onderdeel "teeltsystemen" van DENAR (demonstratie project energie arme kas) en "teeltsystemen los van de ondergrond" van PBG - IMAG vormen een belangrijk uitgangspunt voor "ondiep telen". DENAR kas was een project van de tuinbouwsector, waar in de tweede helft van de jaren negentig de nadruk lag op testen van diverse teeltsystemen los-van-de-grond voor chrysant. Het onderzoek van DENAR kas (Anoniem, 1997) met betrekking tot "ondiep telen" heeft veel kennis opgeleverd. Door deze kennis aan te vullen met nieuwe kennis en technieken kunnen knelpunten van destijds mogelijk opgelost worden zoals verbetering van het watermanagement met terugkoppeling van vochtmetingen (door middel van real-time sensoren), verbeterd substraat en goede verwijdering van wortelresten.

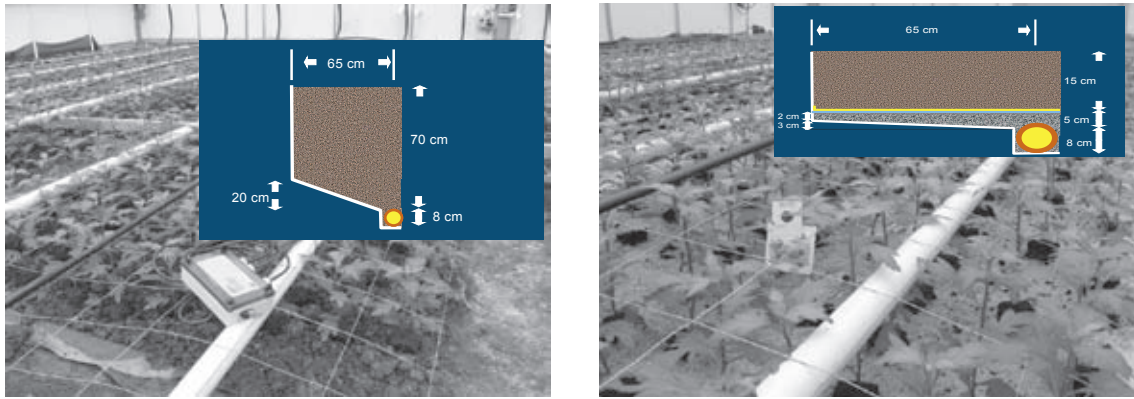
1.1 Problematiek grondgebonden teelten

De grondgebonden glastuinbouw ziet zich geconfronteerd met stijgende kosten en een afname van de hoeveelheid toegelaten gewasbeschermingsmiddelen. Het middelenpakket tegen schadelijke bodemschimmels, aaltjes en insecten zoals trips wordt mogelijk verkleind (nieuwe EU richtlijnen). Op dit moment is grondstomen nog een optie, maar door de sterk toenemende energie- en arbeidskosten wordt grondstomen te duur.

Daarnaast worden de wettelijke emissienormen voor grond- en oppervlaktewater (Kaderrichtlijn Water) een belangrijk knelpunt. Dit betekent dat ondernemers rekening moeten gaan houden met een gelimiteerd middelengebruik of aanpassingen aan de kas zoals aanleg van dubbele drainage buizen. Telers in waterwingebieden, zoals telers in de Bommelerwaard, moeten zich nu al houden aan wettelijke beperkingen zoals een verbod op het gebruik van middelen, bijvoorbeeld Vydate tegen aaltjes. Voor de nutriënten is hergebruik van drainage slechts in een beperkt aantal situaties mogelijk, vanwege kwel, inzijging en wegzijging. Aanpak via gepaste watergeefstrategieën en bemesting biedt onvoldoende perspectief.

1.2 Telen op Substraatbedden

Er is op korte termijn een oplossing nodig voor deze problematiek voor grondgebonden bloemteelt onder glas. Het telen op "substraatbedden" (zie Figuur 2.) kan een dergelijke oplossing bieden. Hierbij wordt een stoombestendig folie (bv. pH98) op 25-40 cm diepte in de bedden gelegd. De bedden zijn voorzien van een drainage systeem voor hergebruik van water. Geschikt substraat met het oog op homogene bloemproductie, water- en nutriëntenmanagement en ziektevering, wordt op het zeil aangebracht. Door het waterdichte zeil vormt dit systeem een gesloten compartiment en wordt ongecontroleerde emissie van nutriënten en bestrijdingsmiddelen gestopt. Daarnaast zorgt het beperkte grondvolume voor goedkoper een efficiënter grondstomen en een betere ziekte- en plaagbestrijding. De verwachting is dat de energiekosten door korter- en effectiever grondstomen sterk worden verminderd.



A.)

B.)

Figuur 2. Het substraatbed met A.) grond (diep substraatbed) en met B.) grof zand (ondiep substraatbed).

1.3 Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water van Senter Novem

Binnen het project ‘Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water’ van Senter Novem werden meerdere varianten van substraatbedden aangelegd op de proeflocatie in Bleiswijk. Dit project liep tot eind 2010, en was primair gericht op het ontwikkelen van een emissievrij teeltsysteem voor het modelgewas chrysant. In het projectvoorstel naar Senter Novem is ruimte gereserveerd voor onderzoek naar teeltkwaliteit en gewasbescherming opdat derde partijen bij het project kunnen aansluiten. Het verleden leert dat er ruime aandacht nodig is voor het voorkomen van ziekten en plagen in de ontwikkeling van nieuwe teeltsystemen.

1.4 Rekening houden met ziekten en plagen bij systeemontwerp

De teelt van tomaat en paprika is een schoolvoorbeeld van een succesvolle overstap van kasgrond naar substraat. Ziekten zoals kurkwortel (*Pyrenochaeta* sp.) en *Phytophthora* zijn nu verleden tijd. Toch laat de substraatteelt van komkommer en chrysant zien dat er rekening gehouden moet worden met ziekten en plagen in de ontwerp fase. Ziekten zoals *Fusarium* en *Pythium* kunnen ook op substraat een hardnekkig probleem blijven. Hetzelfde geldt voor de beheersing van trips. Deze plaag is op de planten lastig te bestrijden met natuurlijke vijanden omdat die zich niet goed op het gewas handhaven. Een belangrijk deel van de bestrijding gebeurt daarom in de bodem, waar de verpoping van trips plaatsvindt. Het substraattype is dus belangrijk omdat het direct de overleving van trips en indirect die van biologische bestrijders beïnvloedt. Ook de overschakeling van roos van grond naar substraat laat zien dat ook plagen zoals aaltjes een bron van uitval kunnen blijven. Goede hygiëne maatregelen helpen, maar een besmetting kan langdurige gevolgen hebben. De bovenstaande ervaringen laten duidelijk zien dat er rekening gehouden moet worden met ziekten en plagen bij een systeemontwerp.

1.5 Inventarisatie systeemeisen en systeemontwerp

Een overzicht van voors- en tegens van verschillende teeltsystemen is gemaakt (Vermeulen 2009). Voor ontwikkeling van teeltsystemen is er meer inzicht nodig in de behoeften van de plant zoals vocht, EC, pH, bovengronds klimaat, watergeefstrategie en ruimte voor wortelontwikkeling. Systemen moeten voldoen aan een aantal criteria (Anoniem 1997), te weten: verhoogde bloemproductie, een goede vochthuishouding, goede wortelresten verwijdering voor tegengaan van dichtslibben en van de ontwikkeling van ziekten en plagen, mogelijkheden voor systeemontsmetting en rentabiliteit om de overstap van kasgrond naar substraat rendabel te maken. Uit meerdere observaties blijkt dat het gebruik van substraat, in vergelijking tot kasgrond, een verhoogde bloemproductie kan geven. Zelfs in bestaande substraatteelten, zoals bij chrysant, is er nog versnelling van de bloemproductie mogelijk.

1.6 Definiëren en toetsen meest geschikte substraten

Bij de keuze van een substraattipe moet gekeken worden naar de productie en kwaliteit van de bloem, het watervasthoudend vermogen, organische stofgehalte, dichtheid van de vaste fase en de bulkdichtheid, water- en luchtverdeling, korrelgrootteverdeling, waterdoorlatendheid, warmte – en mechanische eigenschappen (indringingsweerstand) (Blok, 2008; Kipp, 1993), gevoeligheid voor ziekten en plagen en mogelijkheid voor systeemontsmetting. In divers onderzoek is een veelheid aan substraten getest en vergeleken. Dit leidt een goed overzicht van de ervaringen tot nu toe (zie Vermeulen 2009).

1.7 Ziekte- en plaagweerbaarheid van substraat

Wageningen UR Glastuinbouw heeft uitgebreide ervaring en expertise op het gebied van bodemfauna, aaltjes en -schimmels en plaagbestrijding. Dit heeft er onder anderen toe geleid dat dit jaar de nieuwe bodemroofmijt *Macrocheles robustulus* op de markt wordt gezet voor de bestrijding van trips. Dit project sluit goed aan bij een lopend LNV-project dat zich richt op de relatie teelt substraat en trips bestrijding (project BO-06-013-002.05).

Daarnaast loopt er onderzoek naar omstandigheden van *Pythium* ontwikkeling in substraatteelten van chrysant. Vooral vochthuishouding en doorluchting van het substraat zijn belangrijker, maar ook microbiële activiteit in het substraat kan een rol spelen bij onderdrukking.

2 Problematiek van kasgrondteelten

2.1 Verkleining van het pakket toegelaten gewasbeschermingsmiddelen

Het pakket toegelaten gewasbeschermingsmiddelen zal de komende jaren weer kleiner worden (Tabel 1.). Dit komt deels door de introductie van de nieuwe EU Gewasbeschermingverordening en door het Nederlandse middelenbeleid. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) en het Landbouw Economisch Instituut (LEI) hebben in augustus en september 2008 een studie uitgevoerd naar de economische impact van de nieuwe EU Gewasbeschermingverordening voor Nederland (Spruijt *et al.* 2008). Hierbij is voor de grondgebonden teelten vooral gekeken naar de chrysantenteelt.

Tabel 1. De ontwikkelingen van het Nederlandse gewasbeschermingsbeleid voor de Chrysantenteelt (Bron: LTO-Groeiservice):

ziekte of plaag	Middelen voor Chrysant grondgebonden bedekte teelt	Middelen die op termijn komen te vervallen
bladluis	Actara, Admire, Admire o-teq, Neemazal, Calypso, Decis, Gazelle, Pirimor, Plenum, Spruzit, Sumicidin, Tepekki	Dimethoat (opgebruiken tot 13-6-09), Methomex (opgebruiken tot 19-3-09)
rup	Neemazal, Decis, Dimilin, Nomolt, Runner, Spod-X, Spruzit, Steward, Sumicidin, Thurex, Xentari	Methomex (opgebruiken tot 19-3-09)
mineervlieg	Decis, Milbenock, Sumicidin, Trigard, Vertimec, Vertimec Gold	
spint	Apollo, Carex, Neemazal, Milbeknock, Envidor, Floramite, Masai, Nissorun, Vertimec	Oberon (1 sept - 1 maart)
trips	Neemazal, Conserve, Decis, Mycotal, Nomolt, Sumicidin, Spruzit, Vertimec, Vertimec Gold	Match in niet grondgebonden bedekte teelt
witte vlieg	Admiral, Admire, Admire O-teq, Neemazal, Calypso, Carex, Decis, Gazelle, Botanigard, Mycotal, Prev et al. Nomolt, Plenum, Spruzit, Sumicidin	Applaud (aflever- opgebruik tot 30-3-2010), Oberon (1 sept - 1 maart),
botrytis	Rovral, Teldor, Thiram	Switch alleen in niet grondgebonden bedekte teelt.
roest	Baycor, Daconil, Flint, Folpan, Kenbyo, Mancozeb, Maneb	
pythium	AATerra, Aliette, Fenomenal +, Previcur, Ridomil Gold, Trianium,	Basamid (opgebruiken tot 13-6-09)
phythophthora	AATerra, Aliette, Previcur, Ridomil Gold	Basamid (opgebruiken tot 13-6-09)
rhizoctonia	Rizolex, Topsin M	Topsin M* mag na 14-6-09 alleen als aangietbehandeling onder glas.
sclerotinia	Contans,	Sumisclex (tot 1-7-09) Rovral (EU- beleid)
echte meeldauw ++	Enzicur, Frupica, Fungaflor, Zwavel	Rocket (aflever- en opgebruik tot 19-3-2010).
aaltjes	Vydate	
taxuskever	Bio 1020	
wortelduizendpoot		Mocap vrijstelling tot 1-1-2010

lees voor het gebruik altijd het etiket

+ Fenomenal is alleen toegelaten in de bedekte teelt van chryasant in kassen die voorzien zijn van drainagesystemen voor de opvang en recirculatie van uitgespoeld water.

++ echte meeldauw komt in chryasant niet voor. Deze fungiciden hebben alleen echte meeldauw op het etiket. Chrysantentelers mogen ze wel inzetten.

In het voorstel van de Raad van ministers en de Europese Commissie voor een nieuwe Gewasbescherming verordening (Gemeenschappelijk Standpunt) worden de criteria voor goedkeuring van Stoffen niet langer alleen op risico gebaseerd. Ook de intrinsieke carcinogene (kankerverwekkende-), mutagene (schadelijk voor het erfelijk materiaal, nl. het DNA), reprotoxische (CMR) en hormoon verstorende (ED: Endocriene disruptie, stoffen die als een hormoon werken) stoffeigenschappen bepalen of een middel toegelaten wordt.

Het Europees Parlement heeft in het najaar van 2007 na eerste lezing een positie ingenomen waarbij veel meer stoffen in de EU gaan verdwijnen. Na een aantal discussieronden is besloten voor het EC-CMR/ED scenario.

Voor de chrysantenteelt betekent dit dat het iprodion (middel Rovral) op termijn zal vervallen. Bij het wegvallen van iprodion blijft slechts één alternatief tegen de bodemschimmel *Rhizoctonia solani* over, namelijk tolclofos-methyl. Dat is echter minder effectief. Ook voor *Botrytis* blijft er maar één middel beschikbaar.

Schade aan de teelt van chryasant door het wegvallen van deze middelen wordt geschat op 10%. De consequenties van het wegvallen van de genoemde middelen als gevolg van het Nederlandse bestrijdingsmiddelenbeleid voor de teelt zijn niet verder gekwantificeerd.

2.2 Emissie

Hoge waarden van nitraat en fosfaat in grond- en oppervlaktewater vormen een probleem. De kosten om deze nutriënten uit het water te halen, zodat het bijvoorbeeld geschikt is voor drinkwater of voldoet aan milieunormen, zijn zeer hoog.

Er zijn de afgelopen tien jaren meer projecten opgestart rond het knelpunt van emissie naar het grond- en oppervlaktewater uit de glastuinbouw. Een aantal van deze projecten richtte zich specifiek op teelten in kasgrond. Voorbeelden daarvan zijn: 'DENAR-aqua control' en de voortzetting daarvan in het project 'optimalisatie grondteelt', 'ontwikkeling fertigatiemodel' en 'bemesten met beleid'. Veel van deze projecten waren een samenwerking tussen tuinbouwbedrijfsleven, onderzoek, teeltbegeleiding en soms ook met waterschappen.

Daarnaast zijn er projecten of initiatieven meer algemeen gericht op emissiereductie in de glastuinbouw: Voorbeelden van deze projecten zijn: Telen met Toekomst en KASZA. In deze projecten werd vooruitgang geboekt in het gebruik van biologische bestrijding (minder gebruik van chemische middelen) en meer gerichte mestgift.

Daartegenover is de teelt intensiever geworden, doordat teelten sneller worden voltooid. Vanwege teelttechnische redenen lukt het niet om de watergift volledig af te stemmen op de gewasvraag. Te beperkte watergift leidt namelijk tot een minder uniforme groei en een lagere productkwaliteit. Deze combinatie van intensiever telen en een watergift groter dan de verdamping geeft echter weer risico's voor uitspoeling van nitraat, fosfaat en gewasbeschermingsmiddelen. Het gebruik van meetapparatuur kan bijdragen om watergift en bemesting beter te optimaliseren. Dit kan ten goede komen aan het gewas en tegelijk wordt de uitspoeling beperkt. Een aantal telers in de grondgebonden teelt van freesia en alstroemeria geven water naar behoefte, zoals veel kleine- in plaats van enkele grote waterbeurten. Hierdoor kan emissie verkleind worden.

Ten opzichte van tien jaar geleden is er door de Nederlandse tuinbouwsector vooruitgang geboekt in het beperken van emissie, maar om aan de toekomstige EU-richtlijnen te kunnen voldoen, zijn verdere maatregelen noodzakelijk.

Recent is in een tweetal bureaustudies de kasgrondteelt in Nederland met de mogelijkheden tot emissiereductie tegen het licht gehouden (Voogt 2008a, Voogt et al., 2008). Ook is afzonderlijk de haalbaarheid van een dubbele drainage net geëvalueerd (Voogt 2008b). Op basis van deze studies en de genoemde projecten moet worden geconcludeerd, dat teelt in kasgrond zonder emissie vrijwel onmogelijk is. Door het open systeem blijven er altijd emissierisico's.

Voor de teelten die nu nog in de grond worden geteeld zijn er drie oplossingsrichtingen:

- 1) Voor een beperkt aantal bedrijven met name daar waar kwel en inzijging beperkt optreden en wegzijging niet optreedt, is hergebruik van drainagewater mogelijk.
- 2) Via een aantal hulpmiddelen als fertigatiemodel, vochtsensoren, lysimeters en dergelijke, optimalisatie van watergift en bemesting gericht op minimaliseren van uitspoeling.
- 3) Overschakeling naar teelt los van de ondergrond. In het laatste geval zal dit gecombineerd moeten met recirculatie en minimale, gemonitorde lozing (spui), zoals voor alle substraatteelten geldt.

De chrysantenteelt is met 485 hectare (162 bedrijven) het grootste gewas in kasgrond in Nederland. Naar schatting van RIZA is er een emissie van 250 Kg N en 25 Kg P per hectare per jaar uit de chrysantenteelt. De emissie van gewasbeschermingsmiddelen is moeilijk te kwantificeren.

2.3 Energiekosten grondstomen

Grondstomen in grondgebonden teelten onder glas, zoals chrysant, alstroemeria en lisianthus, kost 10% van het totaal jaarlijks energieverbruik. Bij freesia is dat zelfs 53% (Tabel 2.). Telers zijn afhankelijk van grondstomen omdat er geen goede alternatieven zijn om problemen zoals aaltjes, en bodeminsecten en -schimmels het hoofd te bieden.

Los-van-de-grond telen, zoals mobiele teelten in chrysant, zit in de ontwikkelingsfase en biedt op dit moment nog onvoldoende zekerheid op de korte termijn. Daarnaast zijn dit soort systemen voor de kleinere teelten zoals alstroemeria en lisianthus niet rendabel. De grondontsmettingmachines zoals de Cultivit en de Agritron zijn nog niet uitontwikkeld en het is onzeker of deze machines het grondstomen volledig kunnen vervangen.

Tabel 2. Energieverbruik van enkele sierteelt gewassen per jaar in volle grond onder glas in Nederland in 2007

gewas	Oppervlakte m ² **	grondstomen		verwarming		%
		m ³ /m ² *	totaal m ³	m ³ /m ² *	totaal m ³	
Chrysant	5.657.039	3,5	19.799.637	44,1	249.475.420	7,9
Alstroemeria	925.194	4,0	3.700.776	42,1	38.950.667,4	9,5
Freesia	1.553.640	7,0	10.875.480	13,2	20.508.048	53,0
Lisianthus	400.760	2,0	801.520	26,5	10.620.140	7,5

* P. Vermeulen 2008.

** CBS gegevens uit 2007

In de grondgebonden teelt wordt jaarlijks 3-7 m³/m² gas verbruikt voor het stomen van de grond tegen ziekteverwekkers zoals schimmels en aaltjes. Het stomen is er op gericht om voor een bepaalde tijd een temperatuur van 70 °C te handhaven in de bouwvoor (tot 60 cm diep). Teelt op substraatbedden van <30 cm maakt dat er veel minder lang en minder intensief gestoomd hoeft te worden. Naar verwachten kan met 20% van het huidige gasverbruik voor grondstomen afdoende resultaat bereikt worden.

3 Beschrijving van mogelijke oplossingen

3.1 Voor en tegen

Een overzicht van “Voors- en tegens” van verschillende teeltsystemen is gemaakt (Vermeulen, 2009). Systemen moeten voldoen aan een aantal criteria (Anoniem, 1997), te weten: een goede vochthuishouding, goede verwijdering van wortelresten voor tegengaan dichtslibben en ontwikkeling van ziekten en plagen, mogelijkheden voor systeemontsmetting, verhoogde bloemproductie en rentabiliteit om de overstap van kasgrond naar substraat rendabel te maken. Uit meerdere observaties blijkt dat het gebruik van substraat, in vergelijking tot kasgrond, een verhoogde bloemproductie kan geven. Zelfs in bestaande substraatteelten, zoals bij chrysanthe, is er nog versnelling van de bloemproductie mogelijk. Vooral de beginfase van de teelt speelt hierin een belangrijke rol.

In het verleden is bij diverse grondgebonden gewassen onderzoek verricht naar teelt op substraat. Hieruit kwam naar voren dat aster (Arendsen en Schouten, 1997) en freesia (Van Os et al., 1986; Van den Bos, 1996) goed groeien op diverse substraten. Naar teelt van lisianthus op substraat is nog weinig onderzoek gedaan. Teelt van lisianthus op water gaf gedurende het jaar wisselende resultaten (Meester, 2003). In lisianthus zijn veel problemen met uitval door schimmels. Reden dat teelt op substraat bij deze gewassen nog niet in praktijk is gebracht, is voornamelijk gebaseerd op de onzekerheid over de rentabiliteit van substraatteelt. Gezien de resultaten van substraatteelt bij de gewassen die nu voornamelijk op substraat worden geteeld, lijkt ook bij deze gewassen een meerproductie door betere stuurbaarheid en minder uitval haalbaar. Nog niet bekend is of dit de extra kosten van het teeltsysteem kan compenseren.

Bij de keuze van een substraattype moet gekeken worden naar het watervasthoudend vermogen, organische stofgehalte, dichtheid van de vaste fase en de bulkdichtheid, water- en luchtverdeling, korrelgrootteverdeling, waterdoorlatendheid, warmte – en mechanische eigenschappen (indringingsweerstand) (Blok, 2008; Kipp, 1993) en gevoeligheid voor ziekten en plagen. In divers onderzoek is een veelheid aan substraten getest en vergeleken. Dit leidt een goed overzicht van de ervaringen tot nu toe (zie Vermeulen, 2009).

3.2 Substraatbedden als alternatief?

Een van de mogelijke teeltsystemen los van de grond zijn de substraatbedden. Wageningen UR heeft in 2009 enkele typen substraatbedden onderzocht. Dit onderzoek is ingegeven door de emissieproblematiek. Samen met ondernemers zijn enkele systemen ontwikkeld. De systemen zijn gekozen op het verwachte rendement, de mogelijkheid om in bestaande praktijk ingebouwd te worden en de mogelijkheden voor doorontwikkeling (logistieke concepten) in de toekomst. In een eerdere literatuurstudie (Vermeulen, 2009) zijn de ervaringen met dergelijke systemen onder elkaar gezet in termen van kansen (voordelen), uitdagingen (te overkomen problemen) en knelpunten (nog niet opgeloste problemen).

3.2.1 Kansen

Substraatbedden vergen de minste extra investering van de verschillende teeltsystemen los van de grond. Afhankelijk van het type substraat kan er daarbij gewerkt worden met de apparatuur die ook in de grondteelt toegepast wordt. In proeven in de Denarkas werden de beste resultaten gevonden met een hogere laag grond (40cm) of met kleikorrels (10-14 cm). Kleinere sierteeltgewassen in de grond, zoals freesia, lisianthus en alstroemeria zijn met elkaar goed voor 250 hectare glastuinbouw (Voogt *et al.* 2008). Van deze kleinere teelten ontbreken representatieve emissiecijfers nog. Omdat de knelpunten in meerdere gebieden spelen, werken in het substraatbed project (Agentschap NL projectnummer KRW 08038) drie waterschappen samen om tot oplossingen te komen.

Meerdere initiatieven hebben zich de afgelopen tien jaren gericht op verschillende methoden voor chrysantenteelt los van de grond. Veel van de initiatieven liepen vast op de hoge investeringskosten (in relatie tot de geringe meeropbrengst) en op problemen met wortelziekten. Ook is, gezien vanuit de huidige kennis en stand van techniek, niet altijd de juiste keuze gemaakt in materialen en methoden. De teelt op substraatbedden omzeilt deze problemen door te werken met relatief goedkope materialen en een goed beheersbaar wortelsysteem. Met een innovatieve benadering van het watermanagement, worden bovendien de eerdere problemen voorkomen. De meerwaarde van het systeem is primair het voorkomen van emissies door bundeling van de stromen (tegenover diffuse emissie in grondteelt) en recirculatie. De experimenten moeten uitwijzen of de verwachte winst door effectiever (en goedkoper) stromen en beter gecontroleerde watergift ook leidt tot economisch voordeel voor het tuinbouwbedrijf. Vanwege de onzekere (meer)productie en de hogere kosten zal de markt de innovatie niet oppakken, voordat het nut over meerdere jaren is aangetoond.

3.2.2 Uitdagingen

De substraatkeuze is zeer belangrijk. Substraat moet de juiste zuigkracht hebben om voldoende beschikbaar vocht rond de wortels te hebben. Grove substraten houden weinig vocht vast (Still, 1977) en geven een hoger drainpercentage (Denarkas), waardoor er frequent water gegeven kan (en moet) worden. Fijnere substraten echter bieden een betere vochtverdeling (Verhagen 1993, Denarkas), maar kunnen onderin ook teveel vocht vasthouden waardoor een zuurstofarme omgeving ontstaat. Te fijne substraten kunnen daarnaast ook gaan inklinken door werkzaamheden. Uit onderzoek blijkt dat chrysanten een minimale luchthoeveelheid in het substraat wensen van 35%.

Het werken met een grover substraat onderin (evt. afgeschermd met worteldoek) zal het sponseffect van het fijne substraat meestal niet kunnen wegnemen (pers. comm. Wim Voogt). Bij verschillende substraten zal het meest fijne substraat (het substraat met de hoogste zuigspanning) het vocht vasthouden, waardoor geen goede afwatering ontstaat.

De watergift in dit systeem is uitgevoerd met zowel de reguliere berekening als met druppelsslangen. Deze laatste vorm biedt nauwkeuriger watergift en staat frequentere watergift toe (gewas blijft droog). Druppelsslangen zijn echter gevoeliger voor verstopping. Er bleek 1 slang per 4-6 planten nodig te zijn voor een goede waterverdeling. (Anoniem, 1997)

Enkele kritische fasen in het watergeven zijn de beginfase – het aanslaan van de wortels in het substraat van het bed, en de eindfase wanneer watergift bovenlangs smet kan veroorzaken (Pekkeriet, 2007).

Afhankelijk van het substraat kan een ongelijke oogst schade veroorzaken aan de buurplanten, doordat planten uit het bed getrokken moeten worden. Gelijktijdige oogst loste dit probleem op (Anoniem, 1997)

In proeven rond Mobysant (2007) werd enkele malen bruinkleuring geconstateerd van de onderste bladeren midden in het substraatbed (cocopeat). Er is niet nagegaan wat hiervan de oorzaak kon zijn.

In het onderzoek werd nog geen oplossing gevonden voor meerjarig hergebruik van het substraat. Zowel bij fijn substraat als bij grof substraat trad onder in het bed verslibbing op door wortelresten. Door deze verslibbing verslechterde de waterafvoer, kwamen de wortels in een omgeving van zuurstofarm, stilstaand water en konden ziektekiemen overleven in het systeem. (Anoniem, 1997)

3.3 Doelstelling

De doelstelling van dit project is het ontwikkelen van een ziekteveerbaar substraatbedstelsel voor het modelgewas chrysant tegen de bodemgebonden ziekten en plagen *Pythium*, *Verticillium*, *Meloidogyne* (wortelknobbelaaltje), *Pratylenchus* (wortellesie aaltje) en *Frankliniella occidentalis* (trips).

De doelstelling van het centrale project van Senter-Novem is het ontwikkelen van een emissievrij teeltsysteem dat aansluit bij de gangbare (grondgebonden) teeltwijze en mogelijkheden biedt voor verdere teeltoptimalisatie in termen van kwaliteitsverbetering en teeltversnelling.

Te bereiken resultaten zijn:

Kennis of de teelt op substraatbedden de chrysantenteelt gevoelig maakt voor trips.

Maatregelen of aanpassingen aan het substraat om trips problemen in chrysant op substraatbedden te voorkomen.

Efficiëntie van systeemontsmetting door stomen of heet water behandelingen (cultuurkoken) tegen *Pythium*, *Verticillium*, *Pratylenchus* en *Meloidogyne* sp.

Maatregelen of aanpassingen aan het substraat om problemen met *Pythium* en *Verticillium* in chrysant op substraatbedden te voorkomen (weerbaarheid).

Dit vertaalt zich in een plan van aanpak zoals voorgesteld in Tabel 3.

Het effect van substraat op tripsvermeerdering in potproeven met toevoegingen aan substraat voor optimale vestiging van natuurlijke bestrijders (roofmijten) is bepaald (Tabel 3, 4.5). De invloed van teeltsubstraat op trips en de bestrijding van trips is bepaald in een aparte pottenproef met 10 liter potten waarin het teeltsubstraat op zandbedden is gesimuleerd, en vergeleken met een gangbaar grondtype, en het zandbed met toplagen van bijvoorbeeld bark of Bio-top® (Crustell BV). Deze kasproef is ingericht met insectenkooien om de effecten van teelt substraat op trips te kunnen vaststellen. In totaal waren er 40 kooien bestaande uit 8 behandelingen (4 teelt substraten met en zonder rovers) in 5 herhalingen. In iedere kooi wordt de populatieontwikkeling van trips gevolgd en in het substraat de bodemfauna gemeten. Daarnaast worden de vochtkenmerken van de substraten gemeten.

Veelbelovende maatregelen voor trips-bestrijding worden getoetst in het substraatbedstelsel te Bleiswijk in de 2e teelt-ronde in 2010 waarbij trips wordt uitgezet in speciale kooien. De behandelingen worden 8 maal herhaald (Tabel 3, 4.8).

Mate van afdoding van diverse systeemontsmetting maatregelen zoals stomen, heet water e.d. van *Verticillium*, *Pythium* en de aaltjes *Meloidogyne* en *Pratylenchus* wordt bepaald (Tabel 3, 4.6). De keuze van deze 4 ziekte- en plagen is op basis van praktijkproblemen in chrysant en op moeilijkheid van a.) afdoding op zich en b.) afdoding in een systeem met recirculatie. Bv. microsclerotia van *Verticillium* zijn moeilijk te doden op zich, maar spelen bijna geen rol bij besmetting van het recirculatiesysteem. Bij *Pythium* is het juist andersom. Op de proeflocatie worden fijnmazige zakjes (5 µM) met deze ziekteverwekkers ingegraven in tien herhalingen in de substraatbedden per compartiment (*deze moeten speciaal hiervoor aangelegd worden, zie 4.1*). Vervolgens wordt de ontsmettingsbehandeling uitgevoerd per compartiment en gekeken naar de afdoding van de ziekte of plaag. De microsclerotia van *Verticillium* en de sporen van *Pythium* worden geteld door middel van een uitplaattechniek met specifiek medium. De *Pratylenchus* aaltjes worden direct geteld terwijl de *Meloidogyne* aaltjes vier weken uit het wortelpakket gelokt worden en daarna geteld. De methodiek met ingraven is uitgebreid getoetst in het project biologische grondontsmetting in 2008 (LNV BO-04).

De beste maatregelen voor systeemontsmetting worden getoetst (Tabel 3, 8) in het substraatbedstelsel te Bleiswijk in de 2e teelt-ronde in 2010. Voor- en na de ontsmetting worden er monsters genomen om de microsclerotia van *Verticillium*, sporen van *Pythium*, aantallen *Pratylenchus* en *Meloidogyne* aaltjes te tellen.

Tabel 3. Plan van aanpak gespecificeerd per fase, jaar en bron van financiering (projectnummer KRW 08038 Agentschap NL of PT).

2009		KRW	PT
	1. Inventarisatie systeemeisen t.b.v. teelt- en waterkwaliteit.	X	
	2. Systeemontwerp op (zie Henten et al. 2006): Verhoogde bloemproductie/kwaliteit Wortelresten verwijdering Vochthuishouding Rentabiliteit	X	
	Ziekten en plaag weerbaarheid		X
	3. Diverse voorstudies op aspecten van substraatbedden: effectief stomen, substraatkeuze, en herstel bodemstructuur, alternatieven voor grondstomen	X	
	4. Bouw "substraatbedden" teeltsysteem (2 proefkassen met verschillende behandelingen).	X	
	4.1 Compartimenten maken in 2 rijen substraatbedden voor proeven met verschillende systeemontsmettingsmaatregelen (zie 4.5)		X
	4.2 Deelstudie: Toetsen productie en emissie-vrij teeltsysteem	X	
	4.3 Deelstudie: Toetsen effect van verschillende watergeefsystemen	X	
	4.4 Deelstudie: Toetsen herstel bodemstructuur	X	
	4.5 Deelstudie: Effect van substraat op trips: vermeerdering potproeven met toevoegingen aan substraat.		X
	4.6 Deelstudie: Effect van systeemontsmetting maatregelen op <i>Verticillium</i> , <i>Pythium</i> en aaltjes (zie 4.1).		X
	5. Landelijke bijeenkomst gebruik van substraatbedden.	X	
	6. Bedrijfskundige analyse (kosten en baten) van "substraatbedden" in vergelijking tot het huidige teeltsysteem voor chrysanth, freesia en lisianthus en aster.		X
	PT Go/No GO besluit		X
2010		KRW	PT
	7. Substraatbed op 3 praktijkbedrijven chrysanth.	X	
	8. Vervolg Deelstudie 4.5. Veelbelovende maatregelen voor trips bestrijding worden getoetst op de proeflocatie te Bleiswijk in de 2e teeltronde 2010. Vervolg Deelstudie 4.6. Veelbelovende maatregelen voor systeemontsmetting worden getoetst op de proeflocatie te Bleiswijk in de 2e teeltronde 2010 waarbij schimmels worden uitgezet.		X
	9. Open dag.	X	
	10. Evaluatie substraatbedden als teeltsysteem.	X	
	11. Open dag.	X	

4 Systeemontsmetting

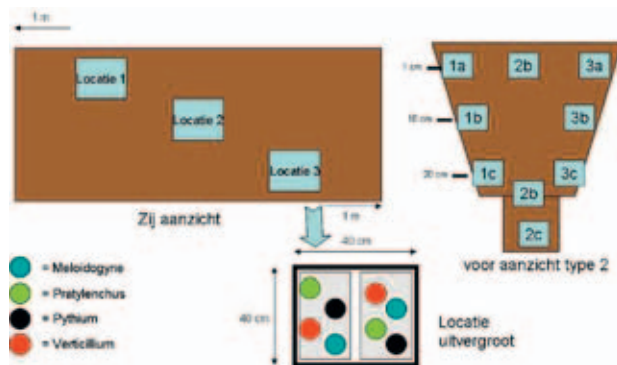
4.1 Behandelingen

In substraatbedden (ondiep zandbed en diep grondbed) werden drie behandelingen getoetst op hun effectiviteit in bestrijding van bodem gebonden plantpathogenen (*Pythium aphanidermatum*, *Verticillium dahliae*, *Pratylenchus* en *Meloidogyne*). De behandelingen waren:

Grondstomen
Cultuurkoken
Bodemresetten

4.2 Bemonsteren

Om de effectiviteit van de ontsmetting te bepalen werden voorafgaande (1 dag ervoor) aan de behandeling op 3 verschillende plaatsen en op 3 verschillende diepten, in het substraatbed, zakjes ingegraven met pathogenen (Figuur 3.).



Figuur 3. Schematisch overzicht van de locaties waar zakjes met pathogenen worden ingegraven

De zakjes werden gelabeld met behulp van een touwtje met wit label eraan dat boven de grond uitsteekt. Het aantal zakjes per pathogeen en de diepte waar zijn ze ingegraven in beide substraatbedden is weergegeven in Tabellen 4 en 5.

Tabel 4. Plaats en aantal zakjes per pathogeen in ondiep zandbed

Pathogeen	midden	Zijkant linksvoor	Zijkant rechts achter	Controle in cementbak	Total # zakjes
Pythium	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	7x op bodem	25
Verticillium	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	7x op bodem	25
Pratylenchus	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	7x op bodem	25
Meloidogyne	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	2x (1 cm); 2x (7 cm); 2x (15 cm)	7x op bodem	25
Totaal # zakjes	24	24	24	28	100

De bedden werden real-time gemonitord op hitte (door middel van sensoren) op de betreffende plaatsen in het bed. Ter controle werden zakjes ingegraven in een cementkuip met dezelfde grond in de betreffende kas. Na afloop van de behandeling (1 dag erna) werden de zakjes opgegraven en geanalyseerd op doding.

Tabel 5. Plaats en aantal zakjes per pathogeen in diep grondbed

Pathogeen	midden	Zijkant linksvoor	Zijkant rechts achter	Controle in cementbak	Total # zakjes
Pythium	2x (1 cm); 2x (35 cm); 2x (70 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	7x op bodem	25
Verticillium	2x (1 cm); 2x (35 cm); 2x (70 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	7x op bodem	25
Pratylenchus	2x (1 cm); 2x (35 cm); 2x (70 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	7x op bodem	25
Meloidogyne	2x (1 cm); 2x (35 cm); 2x (70 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	2x (1 cm); 2x (10 cm); 2x (20 cm)	7x op bodem	25
Totaal # zakjes	24	24	24	28	100

4.3 Analyse van bestrijding

In Tabel 6. wordt een overzicht gegeven van de gebruikte pathogenen. Analyse van bestrijding vond plaats na de afloop van de behandeling. Concentraties van pathogenen in uitgangsmateriaal werd altijd bepaald voorafgaande aan het ingraven van de zakjes. De onderstaande methoden werden hiervoor gebruikt:

1) *Pythium aphanidermatum*: Bij grondstomen en cultuurkoken werden oösporen vermengd met grond. Oösporen van *Pythium* werden geproduceerd in vloeibaar medium. Na uitgraven, werd *Pythium* uitgeplaat op agar. Het was niet mogelijk om betrouwbare meting van kve (kolonie vormende eenheden) uit te voeren met behulp van deze methode. Ongeacht het gebruik van verschillende antibiotica (en combinaties daarvan) was de groei van ongewenste schimmels en andere oömyceten niet te voorkomen.

Bij bodemresetten werd daarvoor gekozen voor een nieuwe methode. Een suspensie van oösporen werd aangebracht op een filter. Vervolgens werd het filter gevouwen en geplaatst tussen twee andere filters. Filters werden vast geplakt met lijm dat onschadelijk is voor *Pythium* (geen invloed op overleving) en geplaatst in de zakjes.

2) *Verticillium dahliae*: Stengelmateriaal van aangetaste paprika planten werd fijn gemalen. Na afloop van het experiment werd het aantal microsclerotien per gram plant materiaal bepaald door kve telling (een kolonie vormende eenheid groeit uit een microsclerotium) op medium.

3) *Pratylenchus penetrans*: Voor het wortellesie-aaltje is wortelmateriaal gebruikt afkomstig van chrysantenplanten uit een kweek van Wageningen UR Glastuinbouw. Het wortelmateriaal werd eerst schoon gespoeld met water en daarna op een zeefje gezet in de mistkamer. In de mistkamer werd ieder uur een kwartier lang water verneveld. Hierdoor spoelde de aaltjes uit het wortelmateriaal. Na twee weken werd het water afgetapt. De alen oplossing werd goed gemengd en alen werden geteld. Elke behandeling werd in duplo geteld.

4) *Meloidogyne incognita*: Voor analyse van het wortelknobbelaaltje is wortelmateriaal gebruikt afkomstig van biologisch gekweekte komkommerplanten. Ongeveer 1 gram aangetast wortelmateriaal werd eerst schoon gespoeld met water en daarna in een zeefje geplaatst. In de mistkamer wordt ieder uur een kwartier lang water verneveld gedurende vier weken. Hierdoor spoelen de aaltjes uit het wortelmateriaal en worden in een bakje onder het zeefje opgevangen. Na 4 weken mistkamer wordt het water in de bakjes afgetapt. De alenoplossing werd goed gemengd en alen werden geteld. Elke behandeling werd in duplo geteld.

Tabel 6. Overzicht van ziekten en plagen die gebruikt worden met bijbehorende concentratie per zakje, overlevingsfase waarnaar gekeken wordt, het inoculum materiaal en de manier van analyse.

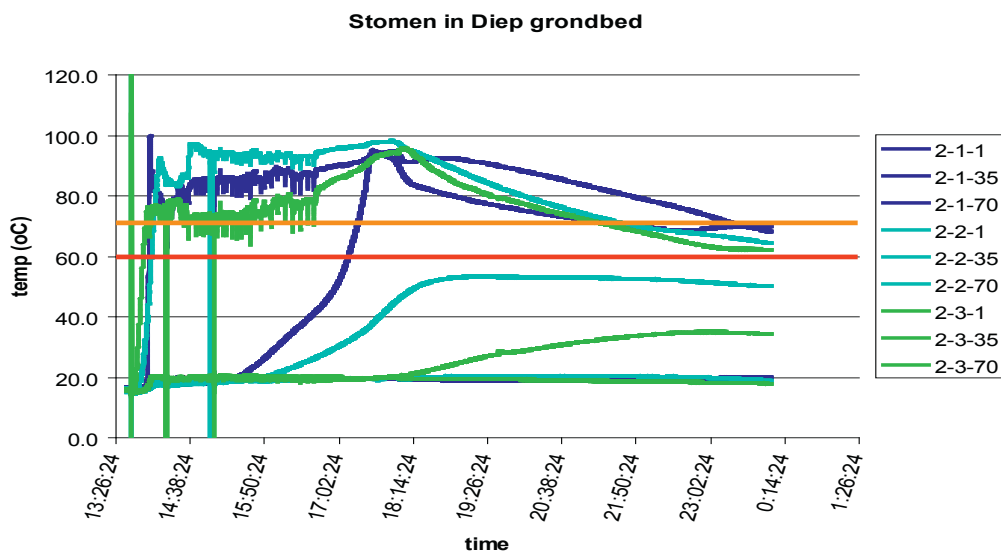
Pathogeen	concentratie	overlevingsfase	materiaal	analyse
Pythium	te bepalen	oösporen	oösporen in de bodem (stomen en cultuurkoken); oösporen op het filter (bodemresetten)	oösporen tellen
Verticillium	te bepalen	microsclerotiën	paprikastengels	uitplaten
Pratylenchus	500/zakje	eieren	chrysantwortels	tellen
Meloidogyne	500/zakje	eieren	paprikawortels	Na lokking tellen van J2

4.4 Methoden

4.4.1 Grondstomen zonder onderdruk

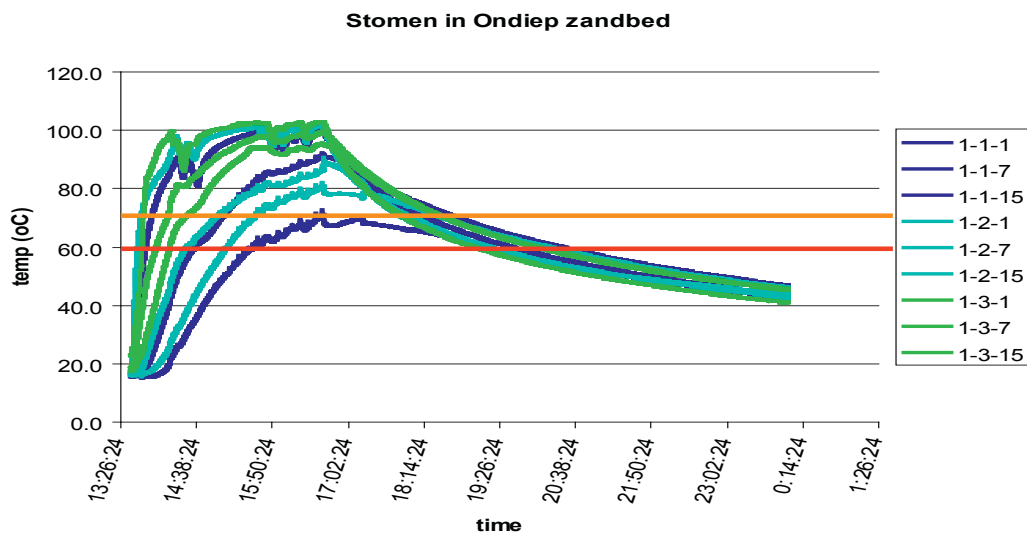
Na de eerste teeltronde van 2010 (januari) is *grondstomen zonder onderdruk* als systeemontsmetting getoetst in beide substraatbedden op effectiviteit. Hieronder staan kort de bevindingen gerangschikt per bedtype en pathogeen. Er is vier uur gestoomd met een verbruik van ongeveer 1.5 m³/m² gas in het diepe grondbed en 0.5 m³/m² in het ondiepe zandbed.

Verloop van temperaturen gedurende stomen in diep grondbed is weergegeven in Figuur 5. De temperatuur doellijn van 60-70 °C wordt op 1 cm diepte behaald binnen 1 uur. Alleen op locatie 2 (midden van het bed) wordt ook deze temperatuur op 35 cm diepte behaald, maar pas na ongeveer drie uur.

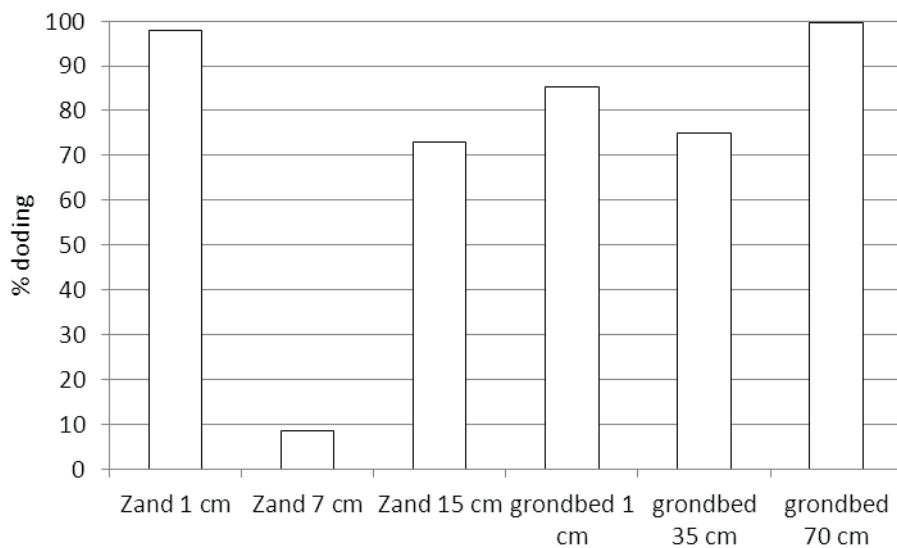


Figuur 5. Temperaturen op drie verschillende locaties en op drie verschillende diepten (1, 35 en 70 cm) in het diepe grondbed. De getallen in de legenda geven aan respectievelijk, het bednummer, de locatie in het bed en de diepte in cm.

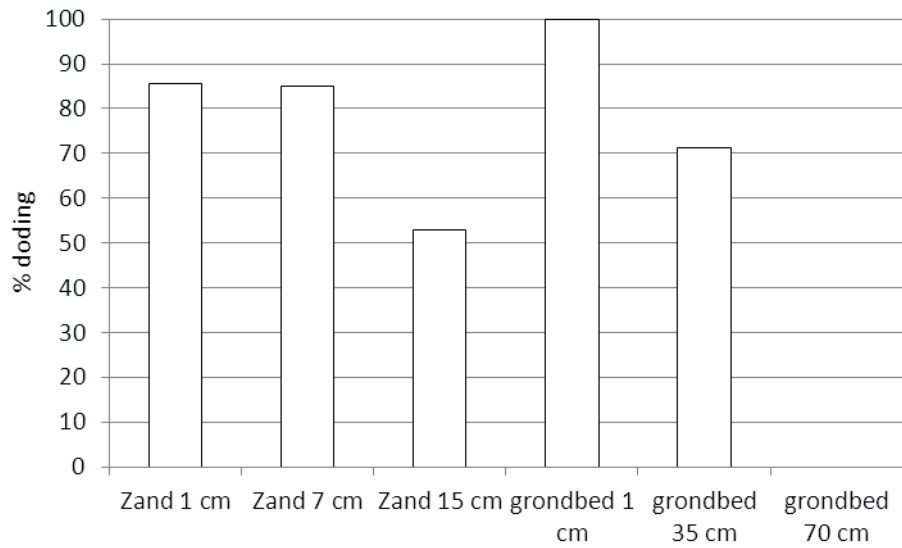
Verloop van temperaturen gedurende stomen in ondiep grondbed is weergegeven in Figuur 6. De temperatuur doellijn van 60-70 °C wordt op 1 cm diepte behaald binnen 0.5 uur. Alleen op locatie 1 (linksvoor) wordt deze temperatuur op 15 cm diepte bijna niet behaald, namelijk pas na ongeveer twee uur. Opvallend is dat het bed relatief homogeen afkoelt ten opzichte van het diepe grondbed.



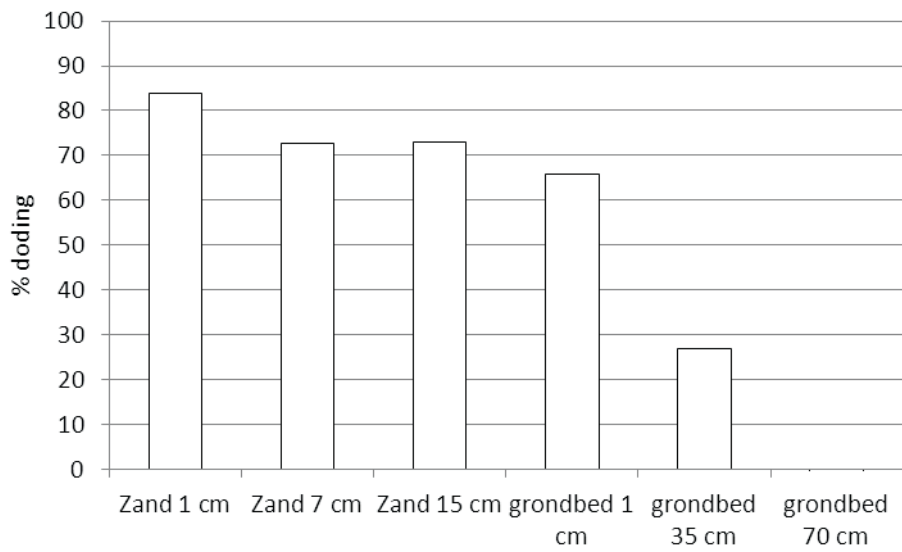
Figuur 6. Temperaturen op drie verschillende locaties en op drie verschillende diepten (1, 7 en 15 cm) in het ondiepe zandbed. De getallen in de legenda geven aan respectievelijk, het bednummer, de locatie in het bed en de diepte in cm.



Figuur 7. Percentage van *V. dahliae* doding als gevolg van stomen.



Figuur 8. Percentage van *Pratylenchus* doding als gevolg van grondstomen.



Figuur 9. Percentage van *Meloidogyne* doding als gevolg van grondstomen.

A. Diep grondbed met kalkrijke-, humeuze lichte klei.

1. De streefwaarde van 60-70 °C wordt op 1 cm diepte behaald binnen 1 uur. Alleen in het midden van het bed wordt deze temperatuur op 35 cm diepte behaald, maar pas na ongeveer 3 uur.
2. *Meloidogyne*: Alleen op 1 cm diepte aan de randen van het diepe grondbed geeft grondstomen een doding van meer dan 60%. In de rest van het grond bed wordt nauwelijks 30% doding behaald, terwijl er op 70 cm diepte helemaal geen doding is.
3. *Pratylenchus*: Op 1 cm diepte geeft grondstomen een 100% doding en op 35 cm diepte is er meer dan 70% doding. Op 70 cm diepte is er geen effect van grondstomen zichtbaar.
4. *Verticillium*: Op 1 en 35 cm diepte was doding van microsclerotiën meer dan 70%. Op de diepte van 70 cm veroorzaakte stomen bijna 100% doding.

B. Ondiep zandbed met 750 µm grof zand.

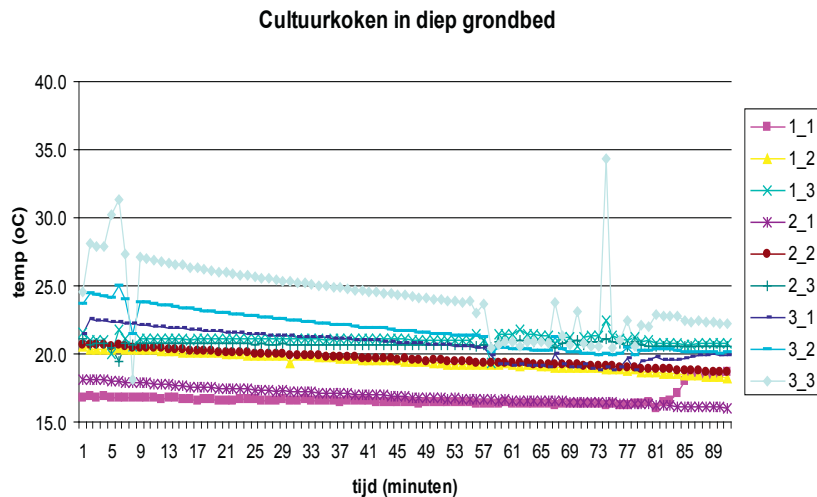
1. De streef temperatuur van 60-70 °C wordt op 1 cm diepte behaald binnen 0.5 uur. Alleen op locatie 1 (linksvoor) wordt deze temperatuur op 15 cm diepte bijna niet behaald, namelijk pas na ongeveer 2 uur. Opvallend is dat het bed zeer gelijkmatig afkoelt ten opzichte van het diepe grondbed.
2. *Meloidogyne*: De doding was meer dan 70% in het gehele bed over alle diepten.
3. *Pratylenchus*: De doding was op 1 en 7 cm meer dan 80%. Alleen op 15 cm diepte was de doding minder, namelijk meer dan 50%.
4. *Verticillium*: De doding van meer dan 70% microsclerotiën was bereikt behalve op de diepte 7 cm waar minder dan 10% van microsclerotiën was gedood.

4.4.2 Cultuurkoken

Na de tweede teeltronde (april) is *heetwatergift* (zgn. *cultuurkoken* Van Weel & Warmenhoven, 2007: heetwatergift bovenaf met sproeileiding) getoetst. Voor het *cultuurkoken* zijn beugels van 30 cm aan weerszijde van de bedden geplaatst en zijn de bedden afgedekt met folie.

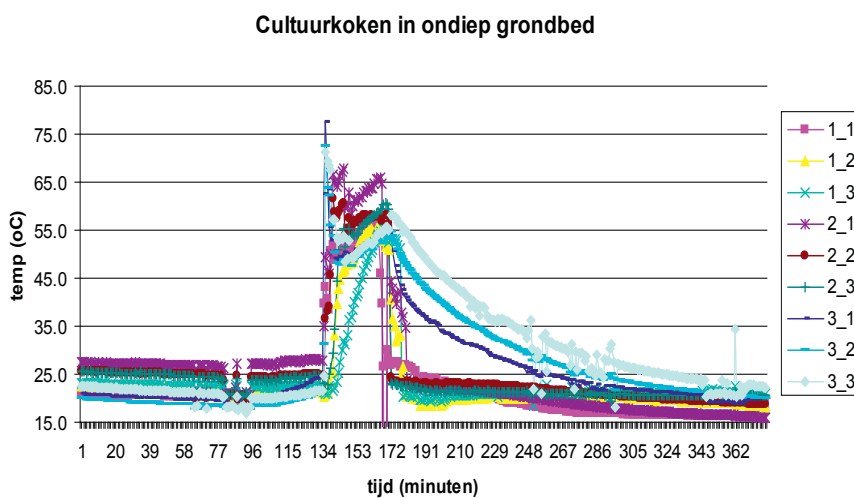
Het *cultuurkoken* in substraatbedden is gedurende 50 minuten (ondiep zandbed) tot 6 uur (diep grondbed) geprobeerd. Hierbij werd de temperatuur nauwlettend gevolgd.

De temperatuur doellijn van 60-70 °C werd in het diepe grondbed niet behaald (Figuur 10).

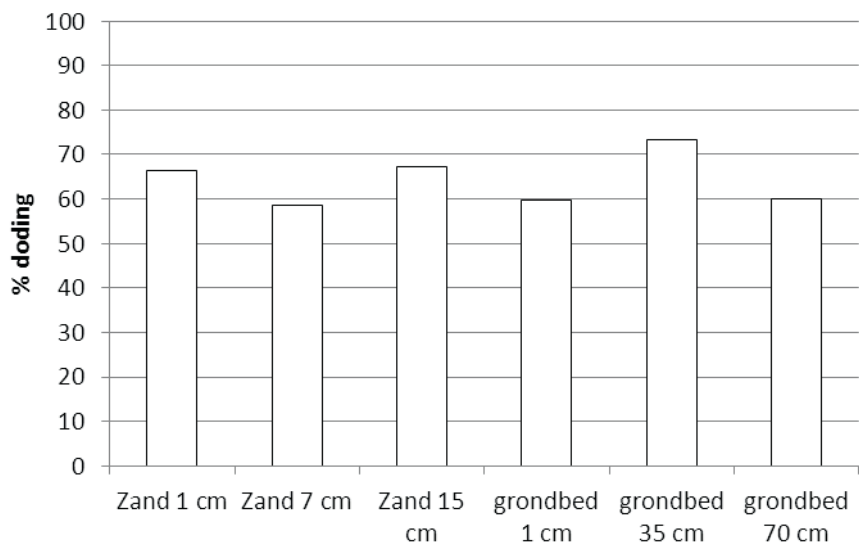


Figuur 10. Temperaturen op drie verschillende locaties en op drie verschillende diepten (1, 35 en 70 cm) in het diepe grondbed. De getallen in de legenda geven aan respectievelijk, de locatie in het bed en de dieptes 1=1 cm, 2=7 cm en 3=15 cm.

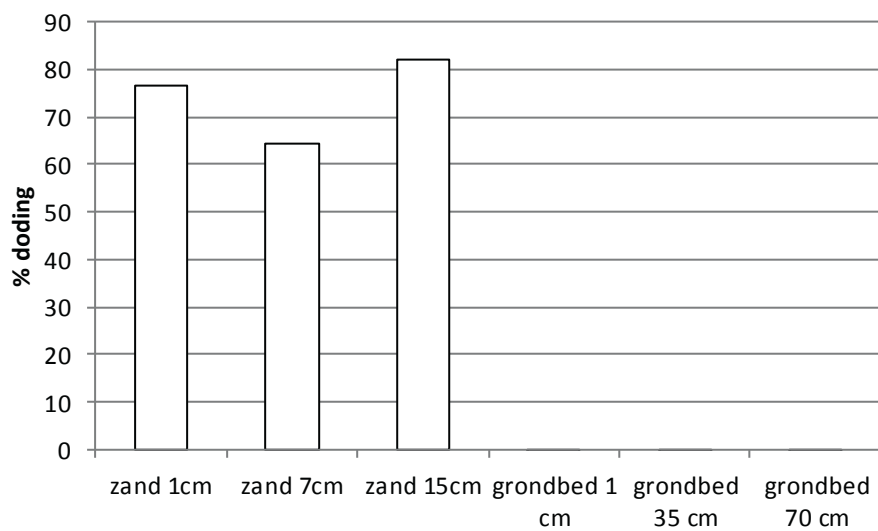
De temperatuur doellijn van 60-70 °C werd in ondiepe bed binnen 2.5 uur behaald (Figuur 11). Het ondiepe zandbed koelt ook relatief snel af tot 25 °C (binnen 1 uur). Alleen op locatie 3 duurde het 2 uur voordat temperatuur naar 25 °C was gedaald.



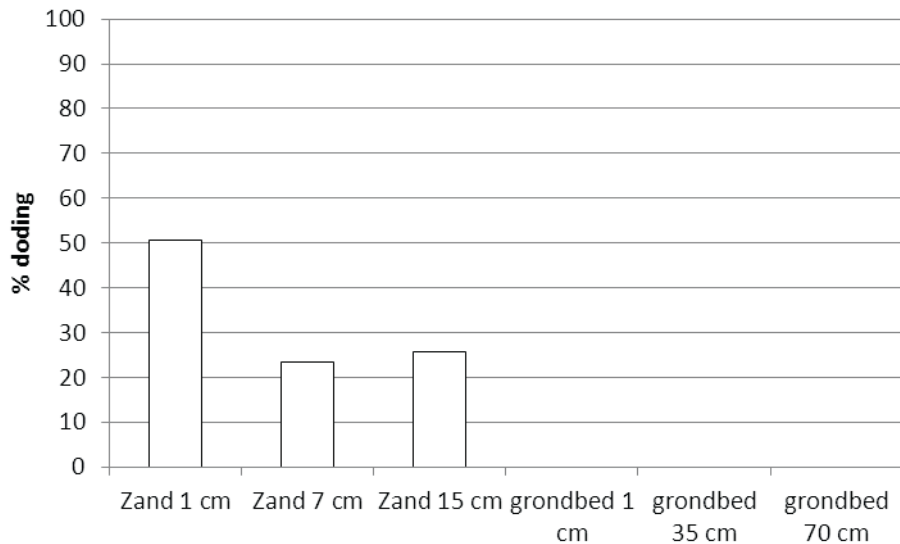
Figuur 11. Temperaturen op drie verschillende locaties en op drie verschillende diepten (1, 7 en 15 cm) in het ondiepe zandbed. De getallen in de legenda geven aan respectievelijk, de locatie in het bed en de dieptes 1=1 cm, 2=7 cm en 3=15 cm.



Figuur 12. Percentage van *V. dahliae* doding door cultuurkoken.



Figuur 13. Percentage van *Meloidogyne* doding als gevolg van cultuurkoken.



Figuur 14. Percentage van *Pratylenchus* doding als gevolg van cultuurkoken.

A. Diep grondbed met kalkrijke-, humeuze lichte klei.

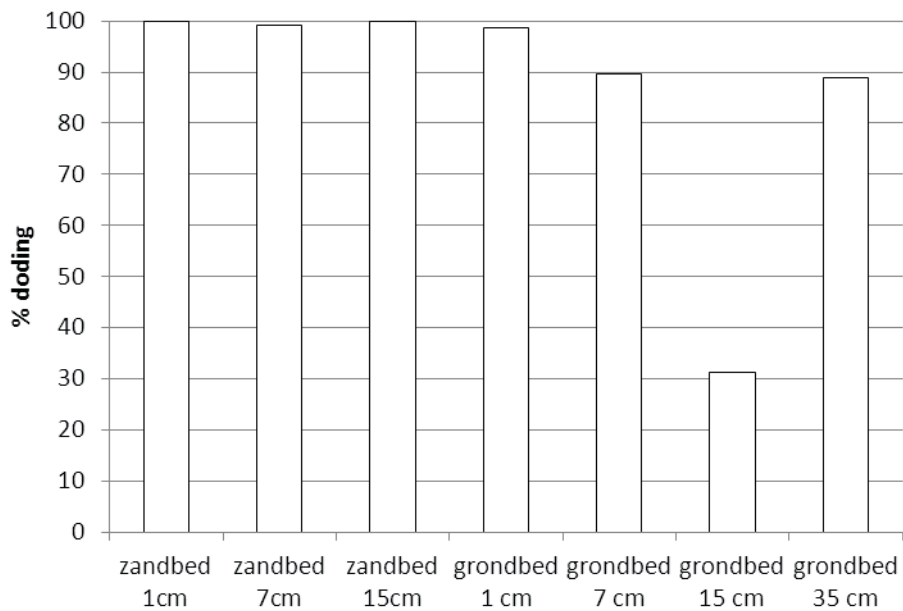
1. De streeftemperatuur werd niet bereikt, en na 6 uur werd de poging afgebroken. Alleen in de onderste laag, op 15 cm diepte, werd gedurende een paar minuten 32 °C bereikt.
2. *Meloidogyne*: Op alle locaties en diepten geen doding.
3. *Pratylenchus*: Op alle locaties en diepten geen doding.
4. *Pythium*: niet geanalyseerd.
5. *Verticillium*: In het algemeen meer dan 60% doding.

B. Ondiep zandbed met 750 µm grof zand.

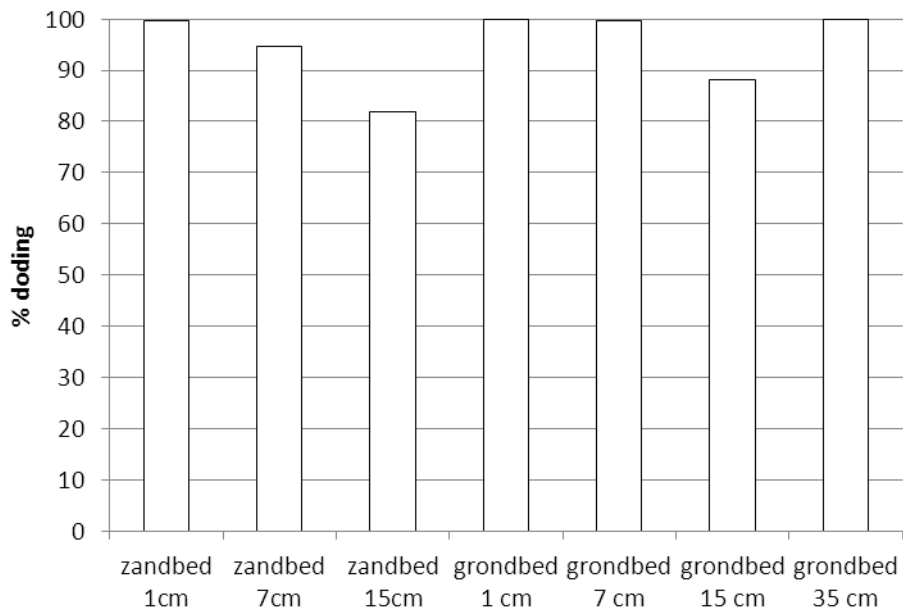
1. De streefwaarde van 60-70 °C werd op 1-35 cm diepte binnen 0.5 uur bereikt. De diepste laag van 70 cm werd binnen dezelfde tijd verwarmd tot 55 °C. Opvallend is dat de temperatuur gelijkmatig verhoogd wordt. Dit is in scherp contrast tot de temperaturen bij het grondstomen in het diepe grondbed.
2. *Meloidogyne*: Meer dan 60% doding.
3. *Pratylenchus*: Op 1 cm diepte was de doding het hoogst, maar niet meer dan 50%. Op de diepere lagen was er een maximale doding van 20%.
4. *Pythium*: niet geanalyseerd.
5. *Verticillium*: In het algemeen meer dan 60% doding op alle diepten.

4.4.3 Bodemresetten

Na de derde teeltronde (5 juli) werd "bodemresetter" (Thatchtec BV, Wageningen; Ludeking *et al.* 2011; Lamers *et al.* 2011) getoetst. Hiertoe is besloten na overleg met de BCO. Hierbij wordt een fermentatie product in het bed gewerkt en luchtdicht afgedekt (Arkesteijn, 2010).

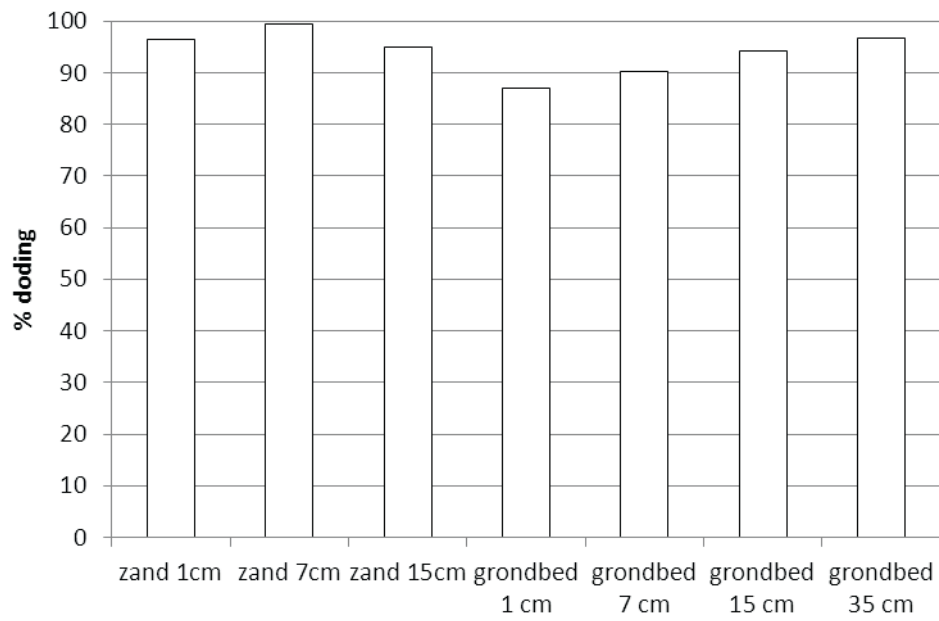


A.)

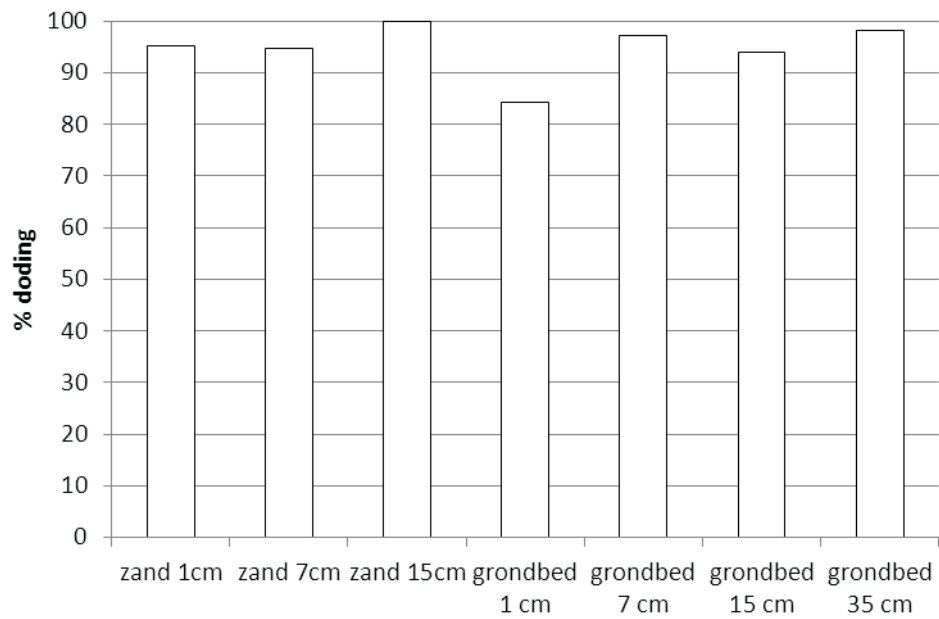


B.)

Figuur 15. Percentage van *V. dahliae* microsclerotien die zijn niet meer actief na 1.5 weken (A) en 3 weken (B) van bodem resetten.

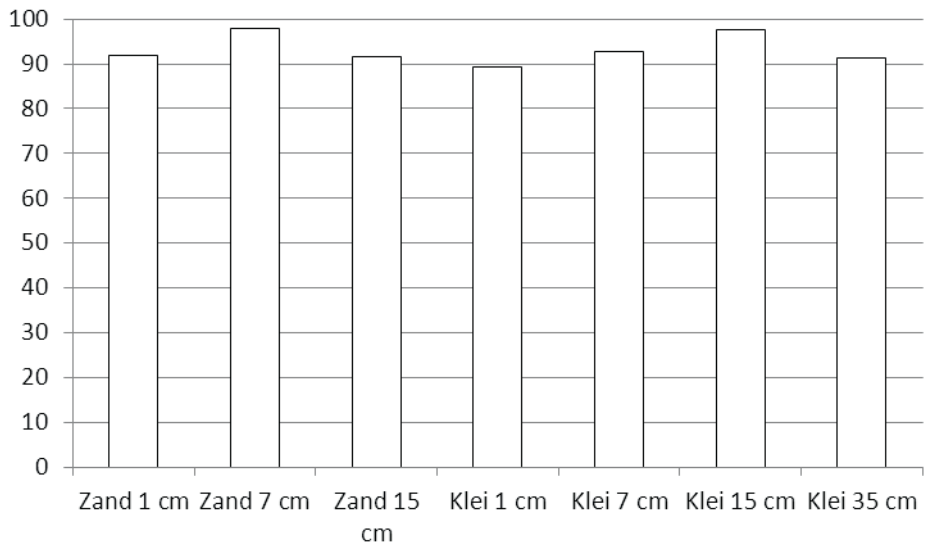


A.)

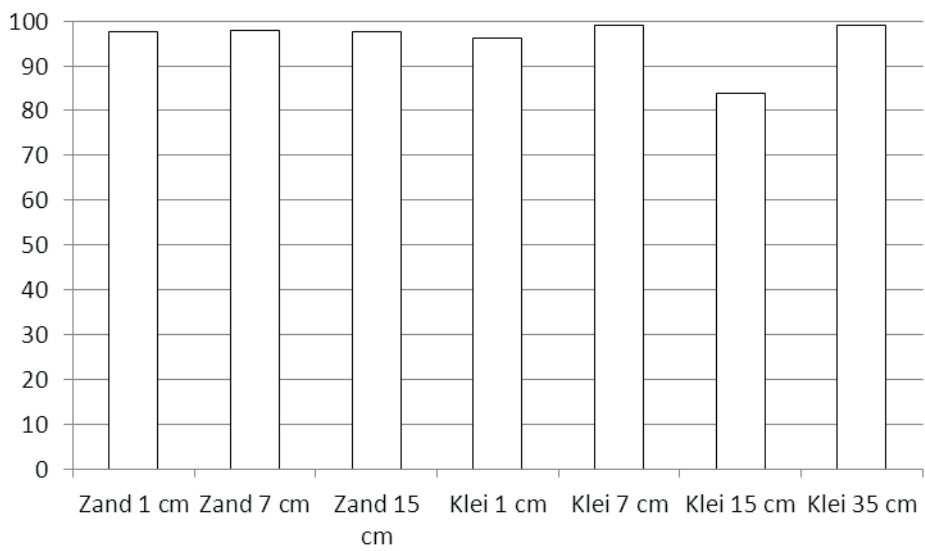


B.)

Figuur 16. Percentage van *P. aphanidermatum* kve's die zijn niet meer actief na 1.5 weken (A) en 3 weken (B) na bodem resetten.

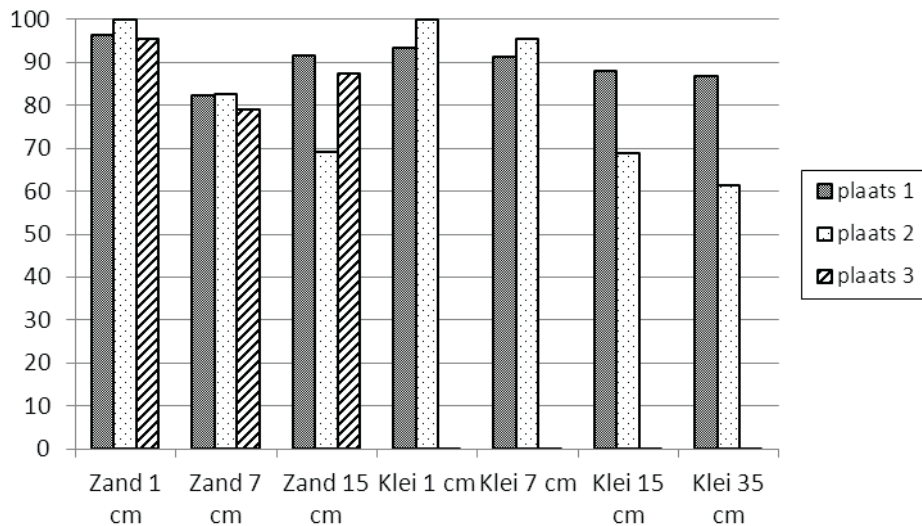


A.)



B.)

Figuur 17. Percentage van *Pratylenchus doding* na 1.5 weken (A) en 3 weken (B) na bodem resetten.

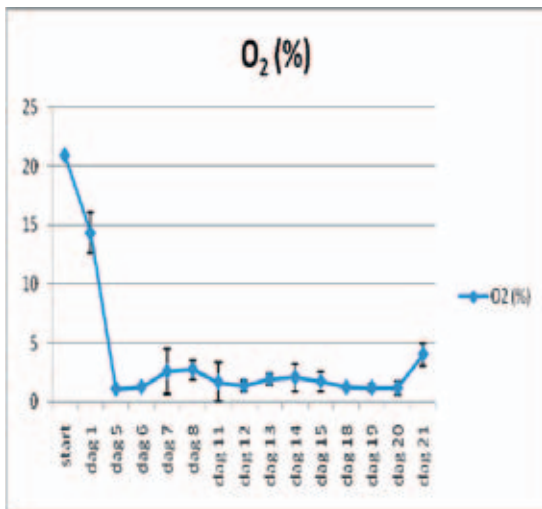


Figuur 18. Percentage *M. incognita* doding na 3 weken van bodem resetten op drie plaatsen in het substraatbed. De afdoding op plaats 3 (rechts achter in het bed) in het diepe grondbed bleef achter qua doding.

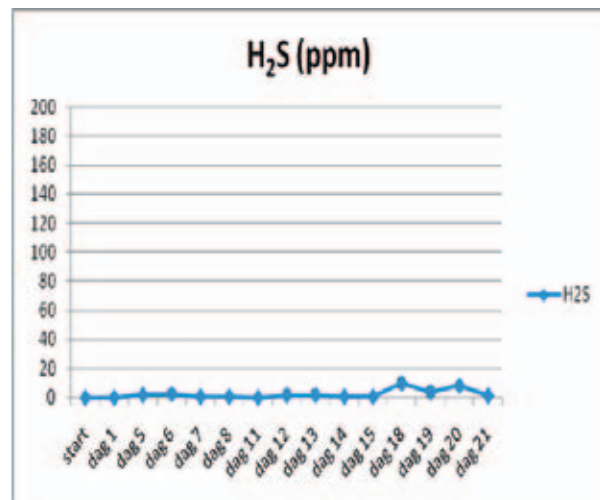
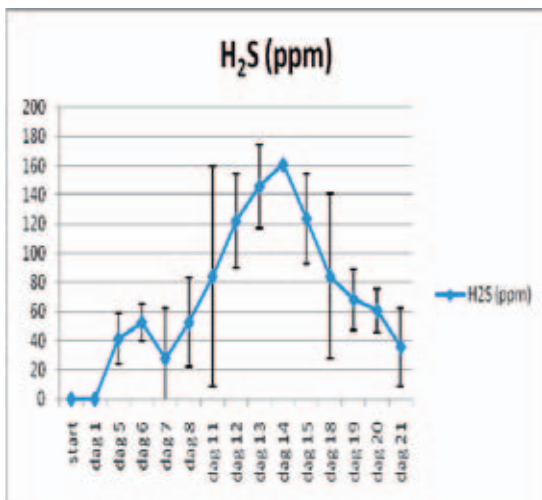
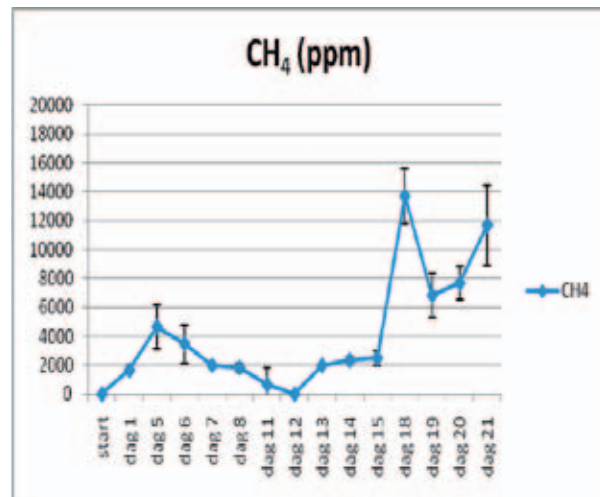
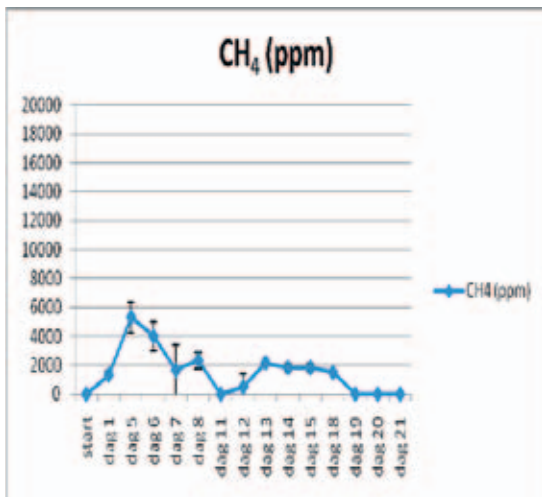
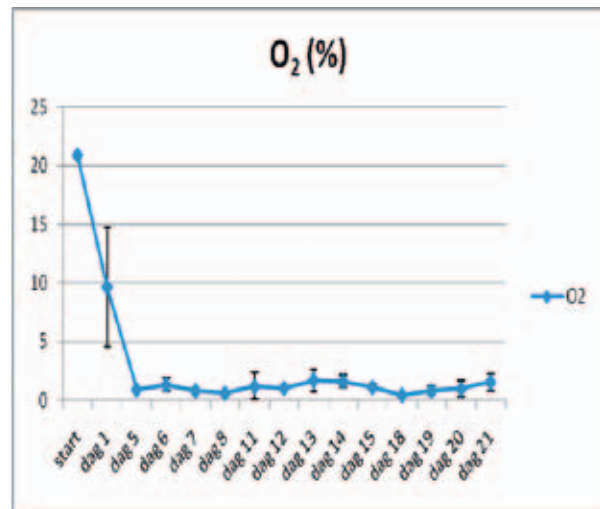
Gedurende het proces van bodemresetten zijn verschillende gassen geproduceerd (zie Figuur 19). Gassen komen vrij door activiteit van verschillende groepen micro-organismen die in een zuurstofloze grond blijven functioneren. Deze gassen kunnen een rol spelen in de doding van de ziekte en plagen. Gasproductie werd gemeten in de luchtfase (ongeveer <math><0,5</math> hoog) tussen de grond en de luchtdichte folie. Zuurstof, methaan en waterstof sulfide werden gemeten met een draagbare gas analyzer. De metingen met deze analyzer zijn zeer onnauwkeurig en dienen voor de eigenaar van de methode (Thatchtec BV, Wageningen) slechts als een indicatie voor de werkzaamheid van de methode.

In zowel het grondbed als het zandbed nadert de zuurstofconcentratie naar 0. De methaanconcentratie neemt eerder toe in het diepe grondbed na vijftien dagen. Waarschijnlijk geeft methaan geen doding. De waterstofsulfide concentratie blijft zeer laag in het diepe grondbed, maar neemt in het ondiepe zandbed al toe na een dag.

(A)



(B)



Figuur 19. Bovengrondse concentraties van zuurstof, methaan en waterstofsulfide in zandbed (A) en grondbed (B) in de luchtfase onder luchtdichte folie.

A. Diep grondbed met kalkrijke-, humeuze lichte klei.

1. De zuurstofloosheid werd na 5 dagen bereikt. De maximum concentratie aan methaan op 18 dagen na afdekken. De concentratie aan waterstofsulfide nam niet toe volgens de analyzer gedurende de periode.
2. *Meloidogyne*: De afdoding werd minder naarmate de diepte toenam. Op 1 cm was de afdoding meer dan 90%, terwijl op 35 cm de afdoding meer dan 60% was.
3. *Pratylenchus*: Na 1.5 weken lag de afdoding op meer dan 90%.
4. *Pythium*: Afdoding was meer dan 90% na 1.5 weken. Na 3 weken steeg dit tot meer dan 90%.
5. *Verticillium*: Na 1.5 weken was de doding meer dan 90% op een diepte van 7 cm en 35 cm. Op een diepte van 15 cm was de afdoding meer dan 30%. Na 3 weken steeg de afdoding naar meer dan 85%.

B. Ondiep zandbed met 750 µm grof zand.

1. Zuurstofloosheid werd bereikt na 5 dagen. De maximum methaanconcentratie werd bereikt op dag 5. De maximum waarde voor waterstofsulfide werd bereikt op dag 14.
2. *Meloidogyne*: De afdoding was meer dan 70%.
3. *Pratylenchus*: Na 1.5 weken was de doding meer dan 90%.
4. *Pythium*: Na 1.5 weken was de doding meer dan 90%.
5. *Verticillium*: In het algemeen meer dan 60% doding op alle diepten na 1.5 weken.

4.4.4 Conclusie

In onderstaande Tabel 7. worden de verschillende ontsmettingsmethoden met elkaar vergeleken. Grondstomen is de snelste methode, de goedkoopste en het meest effectief in het ondiepe substraatbed. Bodem resetten volgt op een tweede plaats door de hogere kostprijs en de relatief langere behandeltijd. In het diepe grondbed is bodemresetten het meest effectief. De kostprijs is echter hoger en de behandeltijd is langer dan grondstomen of cultuurkoken. Cultuurkoken is moeilijk uitvoerbaar in het diepe grondbed, maar resulteert in een goede bestrijding van *Verticillium dahliae* in zowel het ondiepe zandbed als het diepe grondbed.

Tabel 7. Samenvatting van effectiviteit van verschillende behandelingen tegen plant pathogenen op twee soorten substraatbedden. Het aantal + bij "Ontsmetting" geeft een indruk van de effectiviteit.

	Ondiep zandbed		Diep grondbed	
1. Grondstomen				
Gas	0.5 m ³ /m ² §		1.5 m ³ /m ² §	
Temperatuur	60-70 °C op 1 cm diepte binnen 0.5 uur. Alleen op locatie linksvoor wordt deze temperatuur behaald op 15 cm diepte na ongeveer 2 uur		60-70 °C op 1 cm diepte binnen 1 uur. Verder allen midden van bed op 35 cm diepte wordt deze temperatuur behaald na ongeveer 3 uur	
Snelheid	0.5-2 uur		4 uur	
ONTSMETTING	++		+	
Meloidogyne	grote variatie; >70% doding		1 cm > 65%, 35 cm > 25%; 70 cm ~0% doding	
Pratylenchus	1-7 cm >80%; 15 cm >50% doding		1 cm ~100%; 35 cm>70%; 70cm ~0% doding	
Pythium	-		-	
Verticillium	In middelste laag (7 cm) slechtste doding >5%; 1 cm>95%; 15 cm >70% doding		In middelste laag (35 cm) slechtste doding 70%, 1 cm>85%, 70 cm>95%	
2. Cultuurkoken				
Gas	1.2 m ³ /m ²		>1.2 m ³ /m ²	
Temperatuur	60 °C werd niet bereikt (max.		60 °C werd niet bereikt (max. rond 30 °C)	
Snelheid	6 uur		90 min	
ONTSMETTING	+		-	
Meloidogyne	>60% doding		0% doding	
Pratylenchus	1 cm >50% doding, rest >20%		Overall 0% doding	
Pythium	-		-	
Verticillium	Overall >60% doding		Overall >60% doding	
3. Bodem resetten	+++		+++	
Gas	-	-	-	-
Temperatuur				
Snelheid	1.5 weken	3 weken	1.5 weken	3 weken
ONTSMETTING				
Meloidogyne	>80% (?)*	>75%	>25% (?)*	>60% (?)*
Pratylenchus	>90% doding	>90% doding	>90% doding	>90% doding; 15 cm >80% doding
Pythium	>95% doding	>95% doding	>90% doding	>90% doding
Verticillium	>95% doding	>85% doding	>90% doding; 15 cm >30% doding	>95% doding; 15 cm >85% doding

*Probleem met waarschijnlijk door lekkage van luchtdicht folie, daarom geen afname van Meloidogyne aantallen op plaats 3 in het diepe grondbed (rechts achter).

4.5 Gedrag gewasbeschermingsmiddelen

Doel van deze proeven is om met een kleurstof de spreiding van water in een zandbed zichtbaar te maken. Door het zichtbaar maken hoe een systemisch middel zich met de watergift door een zandbed verspreidt hopen telers méér middel te kunnen toedienen in een zandbedsysteem.

4.5.1 Methode

De kleurstof die gebruikt is is IJzerchelaat Fe-EDDHA. Door het oplossen van Fe-EDDHA in water wordt de oplossing door het ijzer rood gekleurd.

4.5.2 Proeven in demonstratiebak

De lengte van de demobak is 130 cm, de breedte 50 cm en de dikte van het zanddek is 20 cm.

Dat wil zeggen de hoeveelheid zand in de bak is $13 * 5 * 2 = 130$ liter. Het zand in de demobak is van boven droog maar enkele centimeters lager voelt het zand iets vochtig aan. Geschatte benodigde hoeveelheid kleurvloeistof 25% van 130 liter is 33 liter. Geschatte ruimte onder het zanddek $13 * 5 * 1 = 65$ liter. Aan demobak onder het zandprofiel langzaam via een trechter en een slang was kleurvloeistof (3 g Fe-EDDHA per liter) toegediend. Na 45 liter te hebben toegevoegd is het profiel volledig rood gekleurd.

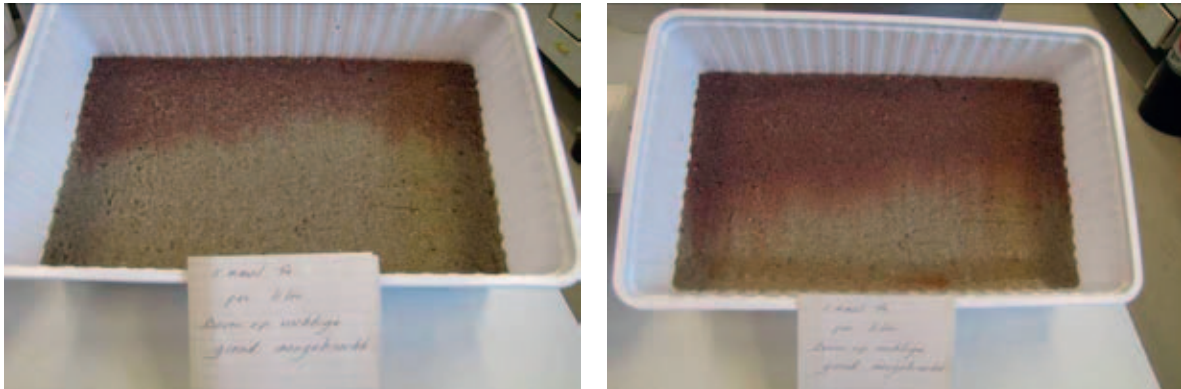
4.5.3 Spreiding water in het zandbed

Resultaten van proeven die spreiding van water in zandbed als doel hadden zijn vermeld boven. Eerst was gekeken welke intensiteit van kleur geven oplossingen van Fe-EDDHA met verschillende concentraties van ijzer. Op foto in Figuur 20. is te zien dat verschillende concentraties van ijzer geven verschillende intensiteit van zand verkleuring. De concentratie van 5 mmol Fe per liter water was ook aangebracht op een vochtige grond en gaf voldoende kleuring.



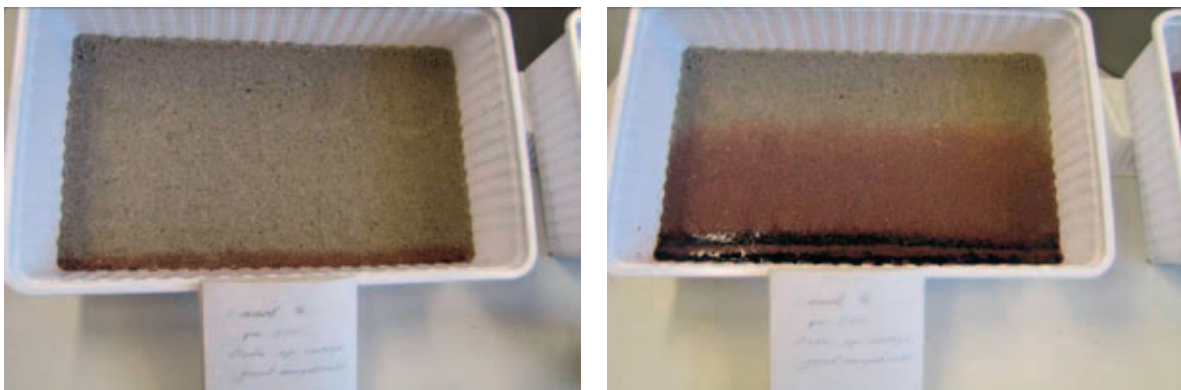
Figuur 20. Van links naar rechts 50 μmol , 500 μmol en 5 mmol Fe per liter water in de vorm van Fe-EDDHA aangebracht op een droge zandgrond.

Op een kunstmatig profiel van nat zandgrond (Figuur 21), schuin opgesteld, was de kleurstof (5 mmol Fe) boven aangebracht en gaf afbeelding van de spreiding van het water naar beneden in het profiel.



Figuur 21. Spreiding van Fe-EDDHA-oplossing (5 mmol Fe) in vochtig zandprofiel. Links kort na het aanbrengen (van boven), rechts later in de tijd.

Ook was de kleurstof (5 mmol Fe) van onder aangebracht op een kunstmatig profiel van nat zandgrond. Resultaat van deze proef is te zien in Figuur 22.



Figuur 22. Spreiding van Fe-EDDHA-oplossing (5 mmol Fe) in vochtig zandprofiel. Links kort na het aanbrengen (van onder), rechts later in de tijd.

Soortgelijke proeven waren ook gedaan met lagere concentratie van Fe-EDDHA (ongeveer 3 g/L).

Resultaten van proeven met demonstratiebak zijn te zien in Figuren 23 en 24. In eerste proef was kleurstof (3 g Fe-EDDHA per liter) langzaam toegediend aan demobak onder het zandprofiel via een trechter en een slang. Na 45 liter te hebben toegevoegd is het profiel volledig rood gekleurd (Figuur 23). Vervolgens werd met 56 liter schoon water het gehele profiel weer schoon gespoeld.



Figuur 23. Links demonstratie teeltbak wordt onder het zandprofiel gevuld met Fe-EDDHA-oplossing (3 g Fe-EDDHA per liter), rechts na schoonspoelen met water.

In tweede proef met demonstratiebak was kleurvloeistof (3 g Fe-EDDHA per liter) van bovenaf toegediend (Figuur 24). Na 43.5 liter te hebben toegediend was het gehele zandprofiel rood gekleurd. Vervolgens werd met 56 liter schoon water het gehele profiel weer schoon gespoeld.



Figuur 24. Links demonstratie teelt bak wordt boven het zandprofiel besproeid met Fe-EDDHA-oplossing (3 g Fe-EDDHA per liter), rechts na schoonspoelen met water.

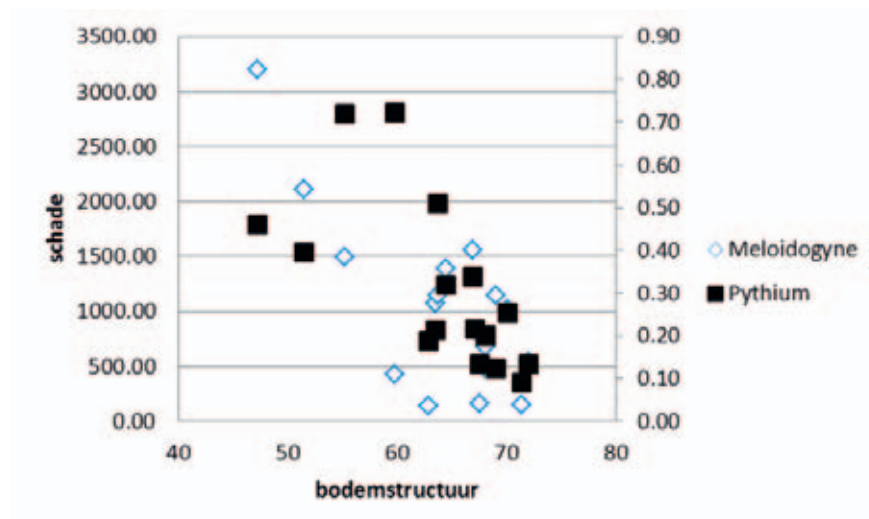
5 Weerbare substraatbedden

5.1 Systeemontwerp op *Pythium* weerbaarheid

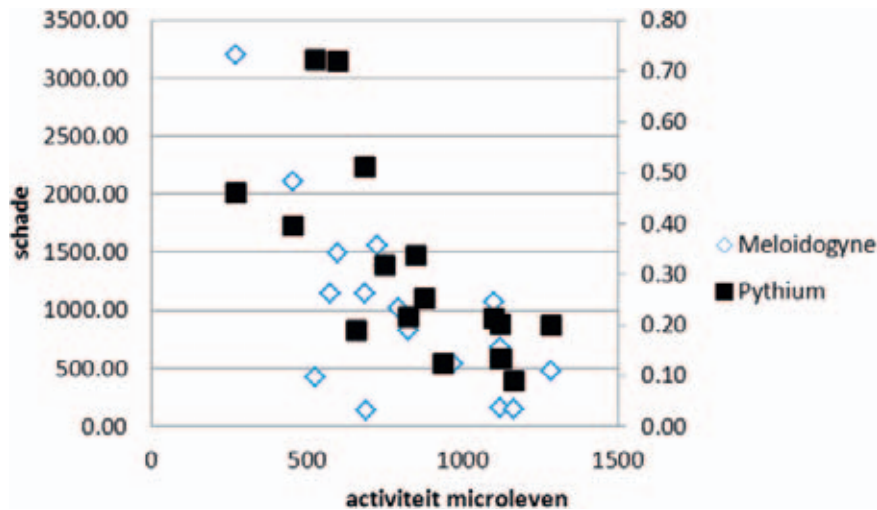
Een data set uit het onderzoek medegefinancierd door het ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie in 2010, is gebruikt voor dit onderzoek om optimale systeemwaarden voor weerbaarheid van het substraat voor substraatbedden te berekenen (Van der Wurff 2011). De gegevens van grof zand zijn in deze analyse meegenomen.

In de analyse komt naar voren dat het substraatbedsysteem weerbaarder gemaakt kan worden tegen *Pythium aphanidermatum* door substraat te gebruiken dat:

1. relatief een groot porie volume kent (>60%, zie Figuur 25. A),
2. water niet lang blijft vasthouden (consequentie van poriegrootte).
3. de draagkracht van het substraat voor bacteriën optimaal benut en dus waarbij het organisch stof gehalte optimaal wordt gebruikt door de plant of bacteriën en waarbij *Pythium* (als tragere groeiende concurrent voor de koolstof voedingsbron) geen kans krijgt (zie Figuur 25. B).
4. waarbij de zuurgraad zo hoog mogelijk ($\text{pH} > 7$) wordt gehouden.



A.)

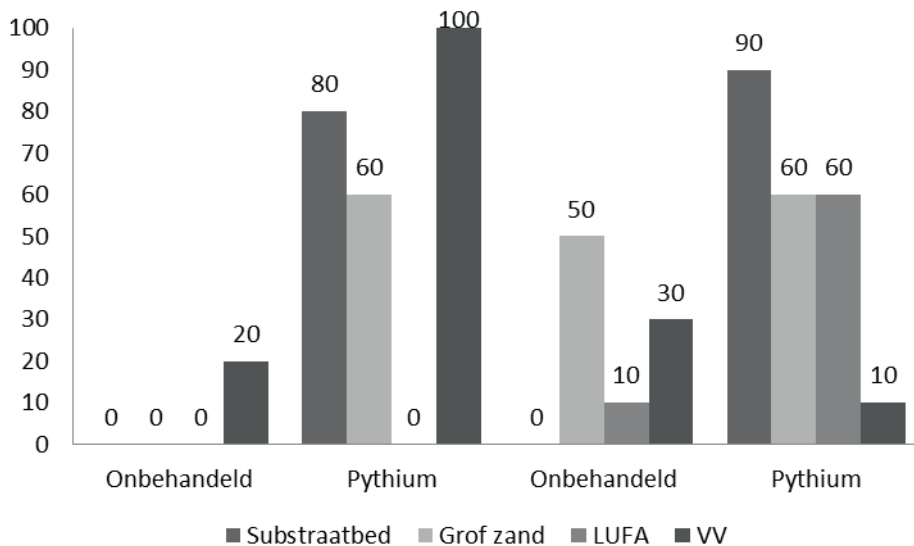


B.) Figuur 25. Relatie tussen A.) bodemstructuur en B.) activiteit microleven en schade veroorzaakt door *Pythium* en *Meloidogyne* (Uit: Van der Wurff 2011).

De bovenstaande waarden zijn berekend en niet getoetst. Vervolgonderzoek moet uitwijzen hoe deze waarden praktische invulling kunnen krijgen.

5.2 *Pythium* weerbaarheid van verschillende substraten

Ook is door middel van biotoetsen de weerbaarheid van het zand in de substraatbedden vergeleken met een aantal referentie gronden, namelijk LUFA 2.2 en grof zand, die routinematig in elk weerbaarheidsonderzoek worden meegenomen en een grond van een chrysanten kweker (VV; zie Figuur 25C).



Figuur 25C. Verschillen in het percentage geleidbaarheid (verticale as) van *Pythium aphanidermatum* van substraatbed-zand, grof zand, LUFA 2.2 en grond van chrysanten kweker VV. De behandeling met *P. aphanidermatum* is toegepast in twee blokken (links en rechts in de grafiek) met elk 10 biotoetsen met komkommer. Het percentage geleidbaarheid is uitgedrukt als het percentage van de planten met schade. In het rechterblok zijn de onbehandelde potten toch besmet geraakt door probleem met watergift waardoor ook de onbehandelde controle besmet zijn geraakt. In de grond van de chrysanten kweker VV was besmet met *Fusarium* waardoor er ook in de onbehandelde controle plantschade optrad (zie rechter blok, onbehandeld).

Figuur 25c laat zien dat er grote verschillen zijn in weerbaarheid tussen de gronden. Het rechter blok in de grafiek laat een hoog percentage zien van uitval in de onbehandelde biotoetsen. Dit wordt verklaard door problemen met het watergift systeem waardoor enkele bakken met biotoetsen overstroomde en de onbehandelde controles besmet werden met *Pythium*. Ook vertoonde de grond van kweker VV een achtergrond besmetting met *Fusarium*, waardoor ook enkele planten schade lieten zien (grafiek 25C).

In het linkerblok laten de komkommerplanten op LUFA 2.2 de minste schade zien door *Pythium*. Daarna volgt, respectievelijk, het grof zand, het substraatbedzand en de grond van kweker VV. De grond van kweker VV heeft een achtergrondbesmetting met *Fusarium*, hierdoor is de uitval van 100% in het linkerblok in de grafiek een overschatting. Door de achtergrondbesmetting is er in een onbehandelde controle een uitval van 20%. Dit betekent dat er eigenlijk een geschatte uitval is op grond van kweker VV van 80%. Dit zou dan vergelijkbaar zijn aan de schade op substraat uit het ondiepe zandbed.

5.3 **Systeemontwerp op trips weerbaarheid**

Het hoofddoel van dit onderdeel is om het substraat weerbaard te maken tegen trips (*Frankliniella occidentalis*). Trips verpoopt zich in de grond, waar deze gevoelig is voor predatie door bodemroofmijten. In eerdere proeven met potchryasant bleken twee predatorsoorten, *Macrocheles robustulus* en *Hypoaspis aculeifer* een onderdrukkend effect te hebben op trips (Messelink & van Holstein-Saj, 2008). Echter, ondanks de effectiviteit van deze predatoren, zijn in de praktijk herhaaldelijk introducties noodzakelijk, vanwege lage vestiging en matige populatieopbouw van de predatoren in het substraat, vooral voordat plaagdichtheid hoog wordt.

De vestiging van bodemroofmijten wordt in grote mate bepaald door de aanwezigheid van alternatieve prooien (bodemfauna) in het substraat. De samenstelling en hoeveelheid van de bodemfauna wordt bepaald door eigenschappen van het substraat – bijv. gehalte organische stof en poriën grootte. Substraateigenschappen bepalen dus de vestiging van bodemroofmijten en daarmee de effectiviteit van biologische bestrijding.

In dit onderdeel is de vestiging van bodemroofmijten in verschillende substraattypes vergeleken en is getest of de vestiging kan worden verbeterd door een mulchlaag aan te brengen op het substraat. In een gunstig substraat kunnen de predatoren hun populatie opbouwen voordat plagen het gewas infecteren. Een plaag die het substraat infecteert wordt dan geconfronteerd met een hoge dichtheid van predatoren. Zo kan het substraat weerbaarder gemaakt worden tegen plagen. Ook zijn er minder introducties nodig van de predatoren. Daardoor wordt de biologische bestrijding goedkoper en effectiever.

5.3.1 Effect substraattipe en mulchlaag

In 2009 is de vestiging en populatieopbouw van de bodemroofmijt *H. aculeifer* onderzocht in substraat van zand en veen. Ook is er getest of de vestiging van de predatoren kan worden verbeterd door het aanbrengen van een mulchlaag van bark of Biotop® (Figuur 26). Tevens is het effect van deze maatregelen op trips gemeten.

5.3.1.1 Proef opzet

In week 40 van 2009 is er een kasproef ingericht met 40 insectenkooien, bestaande uit de volgende behandelingen in 5 herhalingen: A. onbehandeld zandsubstraat, B. onbehandeld veensubstraat, C. zandsubstraat + predatoren, D. veensubstraat + predatoren, E. zandsubstraat + Biotop + predatoren, F. zandsubstraat + fijne bark + predatoren, G. veensubstraat + Biotop + predatoren, H. veensubstraat + fijne bark + predatoren.

In ieder kooi is één pot (5 L) met substraat geplaatst, met daarin 3 chrysantenplantjes. Trips is in alle kooien geïntroduceerd. In week 48 en 49 werd de bodemfauna beoordeeld en is de trips op de vangplaten geteld.

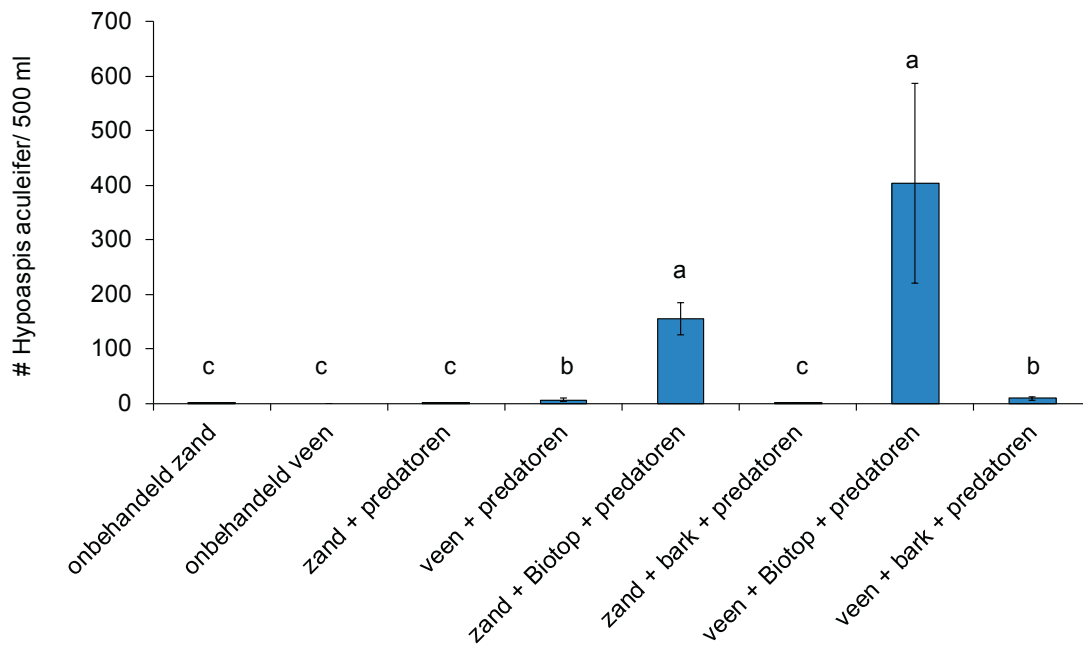


Biotop® is een product op basis van aardappelschil. Het wordt gebruikt in boomkwekerijen als mulchlaag tegen onkruid. Op de aardappelschil zijn er zetmeel resten die een voedselbron vormen voor astigmata mijten, de prooimijten waar bodemroofmijten op gekweekt worden. De prooimijten worden op het substraat geïntroduceerd samen met de predatoren (onderdeel van het commerciële product) en vormen geen bedreiging voor het gewas. Doordat Biotop® de toename van de prooimijten bevordert, hebben de predatoren meer voedsel en kunnen ze als het ware 'doorgekweekt' worden in het substraat na hun introductie.

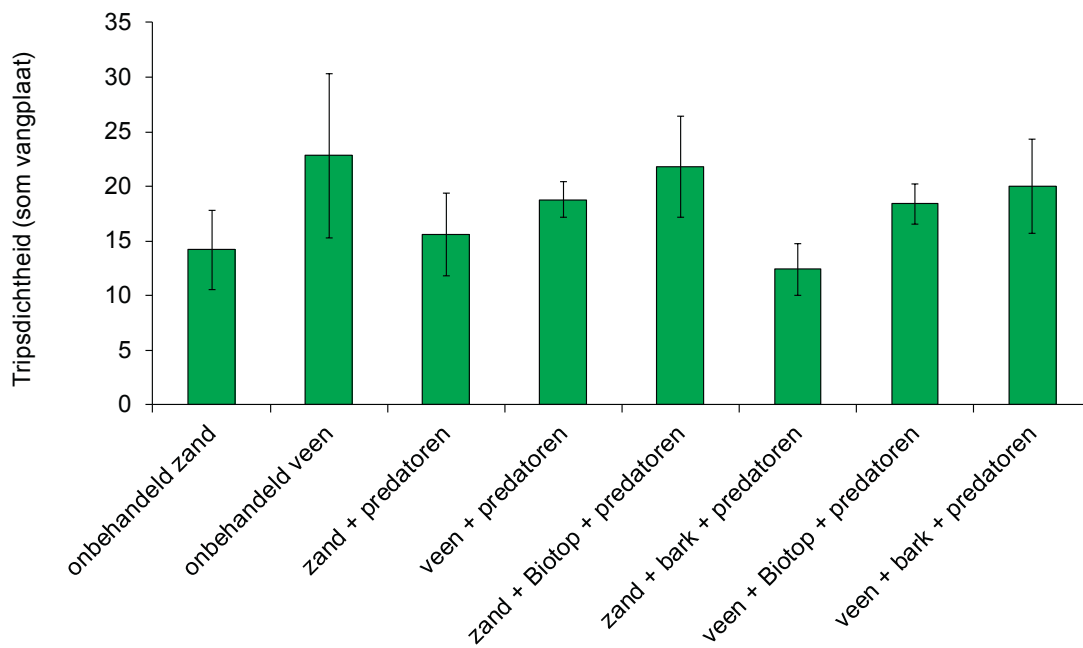
Figuur 26. Potchrysant met mulchlaag van Biotop®.

5.3.1.2 Resultaten

Uit het experiment is gebleken dat de vestiging van de predatoren (*H. aculeifer*) laag is in zowel veen als zand substraat (Figuur 27). Vestiging was ook laag als er een mulchlaag van bark was aangebracht op het substraat (Figuur 27). Echter, toevoeging van een mulchlaag van Biotop resulteerde in een sterke verbetering in de vestiging en populatieopbouw van de predatoren, zowel op veen als op zand substraat (Figuur 27). Trips dichtheden bleven laag en er waren geen verschillen tussen behandelingen (Figuur 28).



Figuur 27. Gemiddelde dichtheid van predatoren (*H. aculeifer*) 8 weken na introductie in de geteste subsraat types.



Figuur 28. Gemiddelde dichtheid van trips (*F.occidentalis*) 8 weken na introductie.

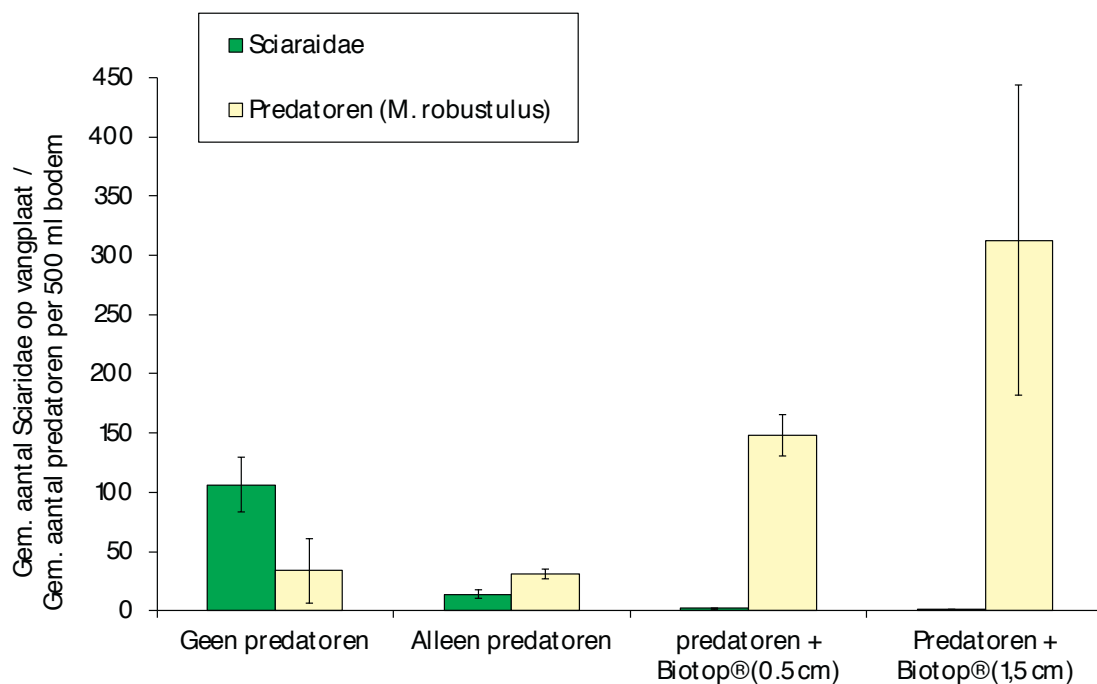
5.3.1.3 Conclusie & discussie

Biotop verbetert predatoren dichtheid- waarom geen effect op trips?

Het aanbrengen van Biotop bleek een zeer effectieve manier om de vestiging en dichtheid van bodemroofmijten te verbeteren. Het is echter merkwaardig dat de toename in dichtheid van predatoren niet heeft geresulteerd in lagere trip dichtheid (Figuur 27). Een mogelijke reden hiervoor is dat het effect moeilijk meetbaar was omdat trips dichtheid in alle behandelingen (inclusief controles) laag bleef. Ook is het mogelijk dat de predatoren liever astigmata mijten of andere bodem-gebonden prooien eten dan trips. In dat *g et al.* is verbetering in trips bestrijding mogelijk beter te realiseren door een openkweekstelsel, waarbij de dichtheid van predatoren in het gewas toeneemt zonder dat hun alternatieve prooien overal aanwezig zijn, zoals het geval is bij een mulchlaag toepassing van Biotop. In 2010 zijn daarom proeven uitgevoerd om een openkweekstelsel te ontwikkelen op basis van Biotop (zie hieronder).

Effect Biotop op andere grondgebonden plagen

Vanwege het sterk stimulerend effect van Biotop op predatoren is een verbetering van de bestrijding van meerdere grondgebonden plagen mogelijk. In een ander project is gebleken dat het aanbrengen van Biotop de bestrijding van rouwmuggen (*Sciaridae: Bradysia spp.*) kan verbeteren (Figuur 29). Het is belangrijk om het effect van introductie van de predatoren in combinatie met Biotop op bestrijding van plagen zoals wortelduizendpoot en springstaarten te onderzoeken.



Figuur 29. Effect van Biotop® mulchlaag op dichtheid van bodemroofmijten (*Macrocheles robustulus*) en op rouwmuggen (*Sciaridae*). De experimenten zijn uitgevoerd met potchrysant in het kader van een door EL&I gefinancierd project (BO-12.03-003.01-002.05; Geïntegreerde bestrijding van trips in potplanten).

5.3.2 Ontwikkeling openkweekstelsel voor bodemroofmijten

Het doel in 2010 was om te bepalen of Biotop gebruikt kan worden om een openkweekstelsel te ontwikkelen voor bodemroofmijten. Door een openkweekstelsel kan de predatorichtheid in het gewas verbeterd worden zonder dat er een overmaat aan alternatieve prooien ontstaat. Een prototype openkweekstelsel is getest waarbij de ontwikkeling van bodemroofmijt in het kweekstelsel is bestudeerd.

5.3.2.1 Materiaal en Methodes

Een prototype openkweekstelsel is ontwikkeld bestaande uit een plastic bak (7L) gevuld met een mengsel op basis van Biotop. De kweekbakken zijn geïnoculeerd met de bodemroofmijt *Macrocheles robustulus*, met een hoge of laag inzet dichtheid (zie Tabel 1.). De kweekbakken zijn in een chrysant gewas neergezet (Figuur 5.) dat geteeld is in een substraatbed van zand of klei. De bakken zijn ingezet in week 18 (2010) en de bodemfauna beoordeeld 3 en 6 weken na de inzet van de predatoren.

Tabel 8. Verschillende behandelingen in de kweekbakken.

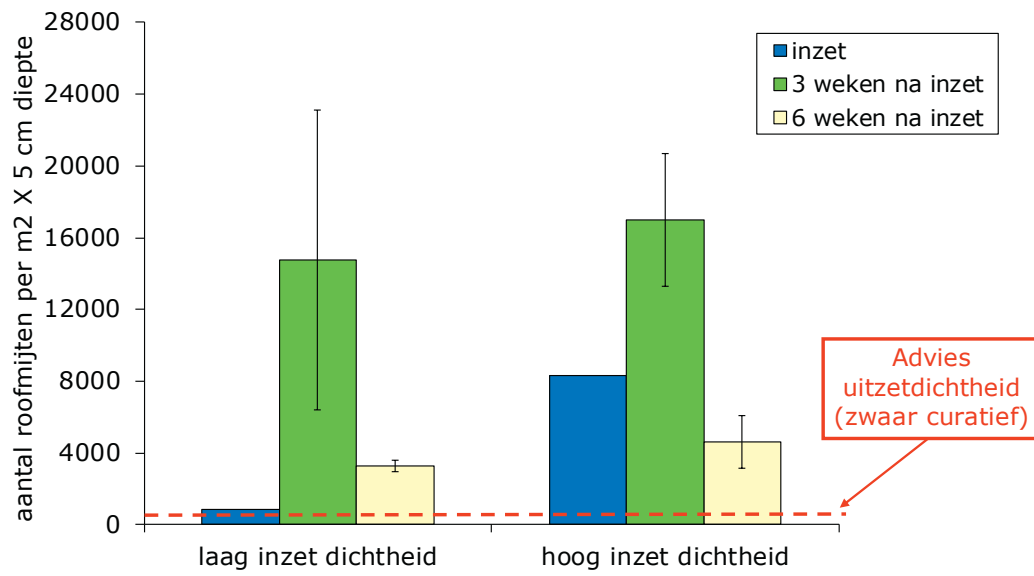
code	# herhalingen	Substraat type rondom kweekbak	Inzet dichtheid predatoren
A	2	Zand	Laag (50 per bak)
B	2	Zand	Hoog (500 per bak)
C	2	Klei	Laag (50 per bak)
D	2	Klei	Hoog (500 per bak)

5.3.2.2 Resultaten en discussie

De bereikte dichtheid aan predatoren in de kweekbakken was enorm (Figuur 30). In de praktijk worden inzet dichtheden aangeraden van maximaal 500 per m² (zwaar curatief). De dichtheid van predatoren in de kweekbakken was na 3 weken 14.000 en na 6 weken 3.500 per m² (uitgaande van 5 cm diepte). Er waren geen verschillen tussen kweekbakken die in zand of klei substraat waren neergezet.

Het aantal predatoren waarmee een kweekbak ingezet was bleek geen effect te hebben op de bereikte predatorichtheid 3 en 6 weken na inzet (Figuur 30). Blijkbaar is een licht inoculatie met predatoren al voldoende om hoge reproductie in de kweekbak opgang te krijgen.

Macrocheles koloniseerde en bereikte een dichtheid van ruim 4000 per m² in een kweekbak die halverwege de proef zonder predatoren was ingezet (alleen Biotop® mengsel). Het lijkt dus mogelijk om inzet van roofmijten in het gewas te ondersteunen met dergelijke kweekbakken. Uitgezette predatoren zullen de bakken koloniseren, reproducen en weer het gewas in trekken. Dit opent een mogelijkheid voor een inzetstrategie waarbij het substraat geïnoculeerd wordt met predatoren waarna vermeerdering in het substraat op gang komt. In vervolgonderzoek zal het effect van dergelijke kweeksystemen op dichtheid van predatoren in het substraat moeten worden bestudeerd.



Figuur 30. Gemiddelde aantal predatoren (*M.robustus*) in kweekbak bij inzet, 3 en 6 weken na inzet. Dichtheid is weergegeven als aantal predatoren per m² (5 cm diepte).

6 Bedrijfseconomische evaluatie teeltsystemen

Een belangrijk onderdeel voor de toepasbaarheid van emissie beperkende teeltsystemen is de economische rentabiliteit. Deze mag niet ernstig verslechteren ten opzichte van de gangbare teeltwijze.

In deze studie is samen met deskundigen en telers een voorcalculatie gemaakt van de effecten van nieuwe systemen op: Extra investeringen en daaruit voortvloeiende jaarkosten; Ruimtebenutting; Plantmateriaal; Energie; Arbeid. Dit is doorgerekend tot een kostprijs per tak. De berekeningen zijn gemaakt voor de jaarrondeelt van chrysant, freesia en lisianthus. Met betrokken telers is afgesproken nog geen berekening te maken voor de aster. Alleen de proef bij de Demokas kent een jaarrondeelt. Verder komt deze in de praktijk niet voor. Als de resultaten van de demokas bekend zijn zal bekeken worden of alsnog een voorcalculatie gemaakt kan worden. Voor een uitgebreide beschrijving van de systemen, zie Khodobaks *et al.* (2011).

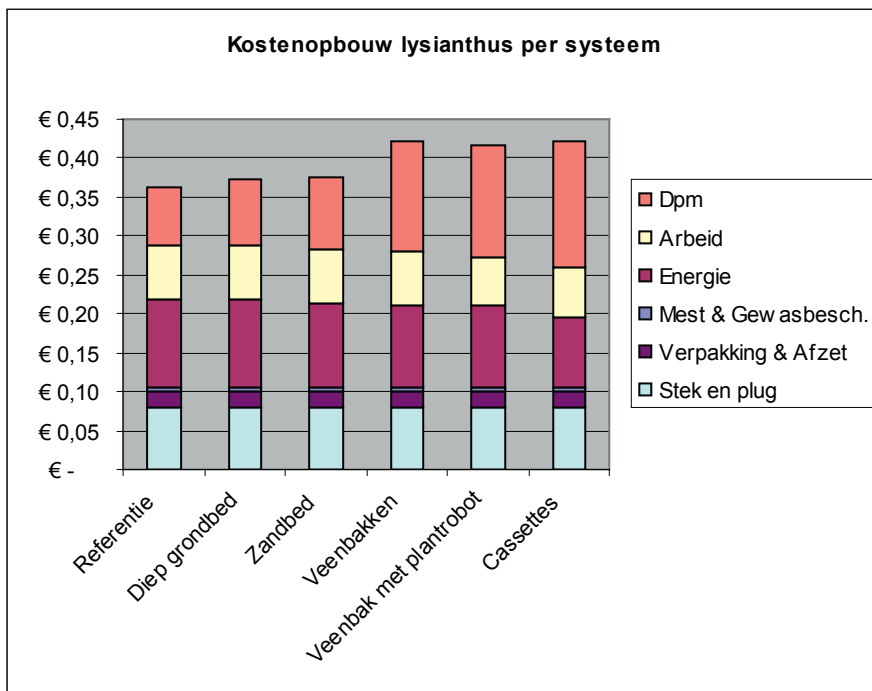
6.1 Lisianthus

Voor lisianthus zijn bovenstaande vijf systemen vergeleken. In onderstaande Tabel 9. staan de kerngegevens uit de voorcalculatie.

Tabel 9. De kerngegevens Lisianthus uit de voorcalculatie.

		Referentie	Diep grondbed	Zandbed	Veenbakken	Veenbak met plan- trobot	Cassettes
Extra investering	€/m ²		10,00	13,00	89,00	94,00	162,00
Dpm-kosten	€/m ² .jaar	26,87	30,51	32,85	49,97	51,15	65,47
Elektriciteit ontsmetten	€/m ² .jaar	-	-	0,11	0,11	0,11	0,11
Energie stomen	€/m ² .jaar	5,50	5,50	3,75	2,75	2,75	1,10
Productie	tak/m ² .jaar	357	357	357	357	357	401
Totale kosten	€/tak	0,414	0,425	0,428	0,478	0,465	0,477
Totale kosten bij hogere prijs robot of teelttafels	€/tak					0,469	0,515

De eerste twee systemen laten een kostprijsstijging zien van circa 3%, de veenbakken 15% zonder en 12% met plantrobot en 15 tot 25% bij de casseteteelt. In Figuur 31. is de opbouw van de kostprijs weergegeven. De dpm kosten stijgen fors met de toename van de techniek en wegen niet op tegen de teeltvoordelen.



Figuur 31. Opbouw van de kostprijs bij een lysianthus teeltsysteem.

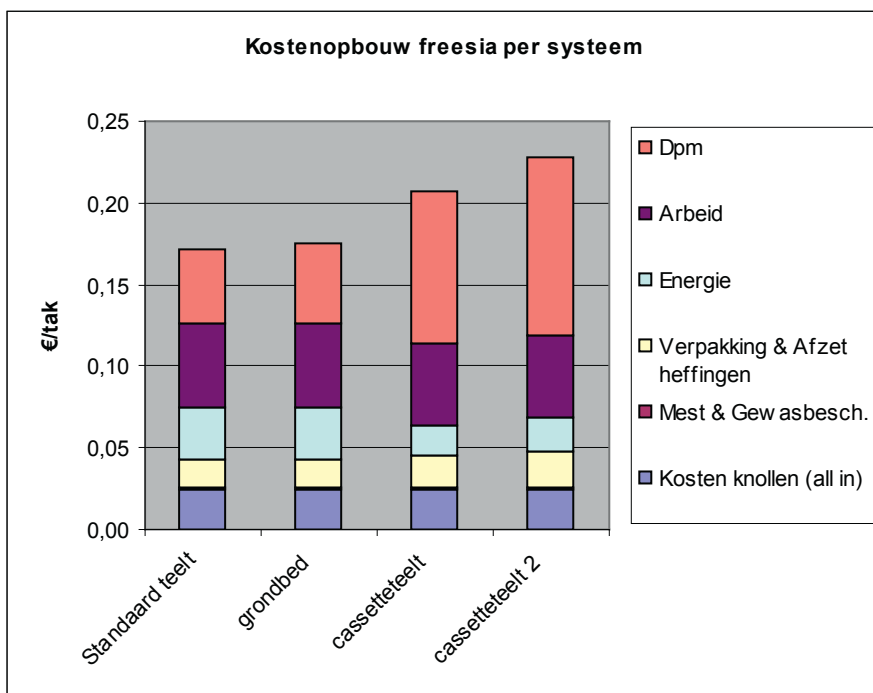
6.2 Freesia

Voor de freesia zijn de grond en de casseteteelt bekeken. Bij de cassette zijn twee plan strategieën bekeken. In onderstaande tabel zijn de kerngegevens van de voorcalculatie weergegeven.

Tabel 10. Kerngegevens Freesia van de voorcalculatie.

		Standaard teelt	grondbed	cassetteteelt	cassetteteelt 2
Extra investering	€/m ²		1,00	34,00	34,00
Dpm-kosten	€/m ² .jaar	16,40	17,46	50,17	50,17
Stomen	€/m ² .jaar	1,98	1,98	0,25	0,25
Grondkoelen	€/m ² .jaar	0,70	0,70	0,70	0,70
Elektriciteit ontsmetten	€/m ² .jaar	-	-	0,11	0,11
Productie takken	tak/m ² .jaar	143	143	213	185
Totale kosten	€/tak	0,172	0,175	0,208	0,228
Totale kosten bij hogere prijs cassettes	€/tak			0,234	0,258

De teelt op grondbedden leidt tot 3% kostenstijging en de teelt in cassettes tot 20 -50% kostenstijging per tak. De dpm kosten stijgen fors met de toename van de techniek en wegen niet op tegen de teeltvoordelen. In Figuur 32. is de kostenopbouw weergegeven.



Figuur 32. Opbouw van de kostprijs bij een freesia teeltsysteem.

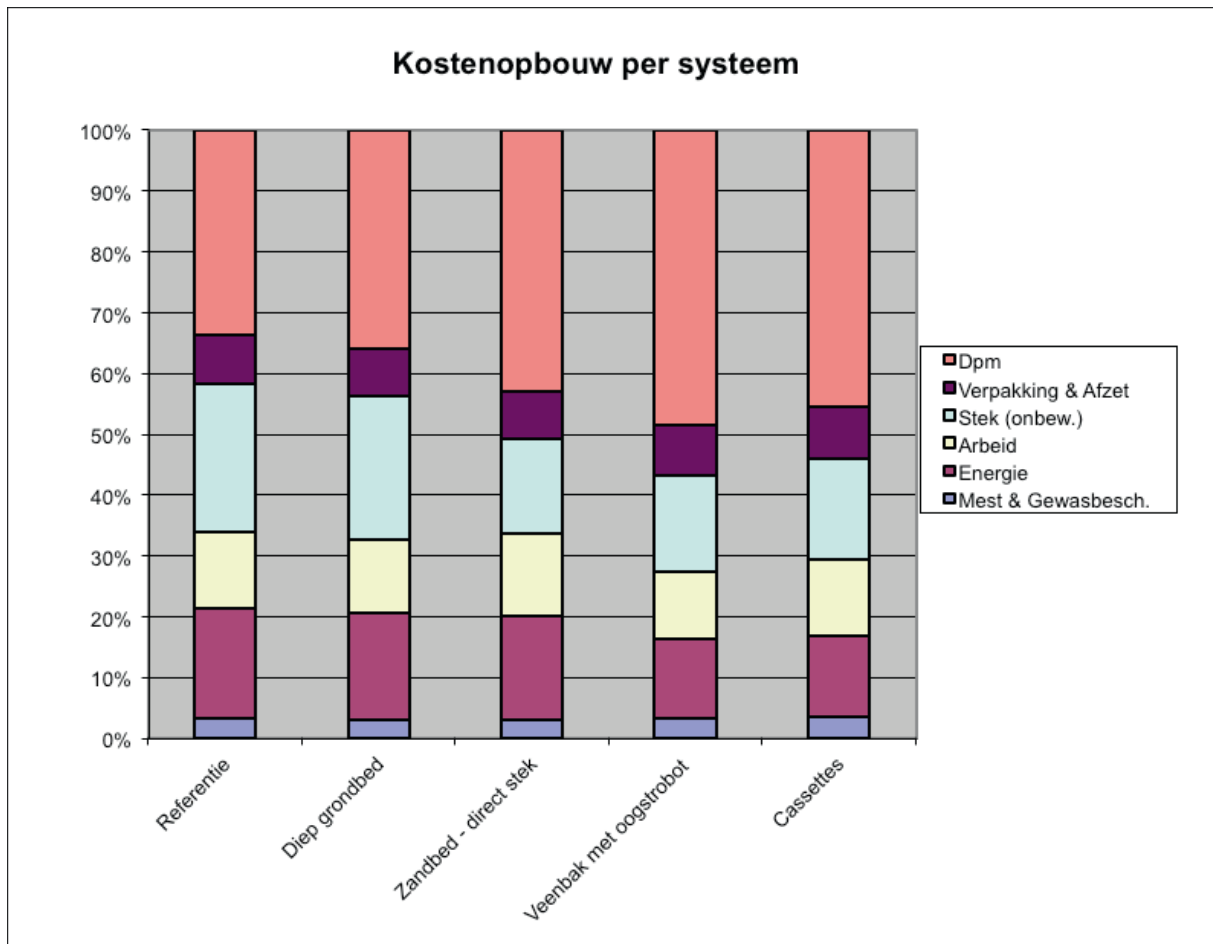
6.3 Chrysant

Voor de chrysant zijn vijf systemen doorgerekend (zie Tabel 11.), waaronder de teelt in veenbakken zowel zonder als met oogstrobot.

Tabel 11. Kerngegevens Chrysant van de voorcalculatie.

		Referentie	Diep grondbed	Zandbed	Veenbak met oogstrobot	Cassettes
Extra investering	€/m ²		20,90	29,90	70,00	83,00
Dpm-kosten	€/m ² .jaar	24,12	26,57	30,91	44,89	41,18
Energie stomen	€/m ² .jaar	1,00	1,00	0,30	0,08	0,04
Elektriciteit ontsmetten	€/m ² .jaar	-	-	0,11	0,11	0,11
Productie	tak/m ² .jaar	290	290	283	388	398
Totale kosten	€/tak	242	250	249	233	223

De teelt op grond en zandbedden geven circa 3% kostenstijging, de teelt in veenbakken circa 25%, terwijl cassettes en substraatloze systemen 5 tot 10%. In Figuur 33. is de kostenopbouw weer gegeven.



Figuur 33. Opbouw van de kostprijs bij enkele chrysanten teeltsysteem.

7 Conclusie en discussie

De grondgebonden glastuinbouw ziet zich geconfronteerd met een afname van de hoeveelheid toegelaten gewasbeschermingsmiddelen, een sterk toenemende energie- en arbeidskosten (grondstomen) en wettelijke emissienormen voor grond- en oppervlaktewater (Kaderrichtlijn Water).

Er zijn de afgelopen 10 jaren meerdere projecten opgestart rond het knelpunt van emissie naar het grond- en oppervlaktewater. Voorbeelden daarvan zijn: 'DENAR-aqua control' en de voortzetting daarvan in het project 'optimalisatie grondteelt', 'ontwikkeling fertigatiemodel' en 'bemesten met beleid'. Daarnaast zijn er projecten of initiatieven meer algemeen gericht op emissie reductie in de glastuinbouw zoals "Telen met Toekomst" en KASZA. In deze projecten werd vooruitgang geboekt in het gebruik van biologische bestrijding (minder gebruik van chemische middelen) en meer gerichte mestgift. Aanpak via gepaste watergeefstrategieën en bemesting biedt vaak onvoldoende perspectief. De teelt in kasgrond zonder emissie naar (grond)water is bij de meeste bedrijven onmogelijk. Voor een beperkt aantal bedrijven is hergebruik van drainagewater een oplossing. Dit geldt vooral op plaatsen waar kwel en inzijging beperkt optreden en wegzijging niet optreedt. Via een aantal hulpmiddelen zoals een fertigatiemodel, vochtsensoren, lysimeters, optimalisatie van watergift en bemesting kan uitspoeling verminderd worden. Een nul-emissie wordt in de meeste gevallen alleen bereikt door overschakeling naar teelt los van de ondergrond. In het laatste geval zal dit gecombineerd moeten met recirculatie en minimale, gemonitorde lozing (spui), zoals voor alle substraatteelten geldt.

Belangrijkste reden dat teelt op substraat bij betrokken gewassen nog niet in praktijk is gebracht, is voornamelijk gebaseerd op de onzekerheid over de rentabiliteit. Gezien de resultaten van substraatteelt bij de gewassen die nu voornamelijk op substraat worden geteeld, lijkt ook bij deze gewassen een meerproductie door betere stuurbaarheid en minder uitval haalbaar. De investeringskosten zullen terugverdiend moeten worden door de besparing op stoomkosten, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen en de mogelijke meeropbrengst door betere stuurbaarheid van watergift en bemesting. Het is nog niet bekend of dit de extra kosten van het teeltsysteem kan compenseren. Verder onderzoek zal uit moeten wijzen of de verwachte winst door effectiever (en goedkoper) stomen en beter gecontroleerde bemesting en watergift ook leidt tot economisch voordeel voor het tuinbouwbedrijf.

Vanwege de onzekere (meer)productie en de hogere kosten zal de markt een innovatie niet oppakken, voordat het nut over meerdere jaren is aangetoond.

7.1 Systeemontsmetting

Er zijn drie vormen van systeemontsmetting getoetst op snelheid, kosten en efficiëntie van afdoding van ziekte en plagen; namelijk grondstomen, cultuurkoken en bodem resetten. Hiervan is grondstomen de snelste, de goedkoopste en het meest effectief in het ondiepe substraatbed.

Het diep grondbed met lichte klei is moeilijk te ontsmetten met grondstomen. Grondstomen met onderdruk zal wellicht betere resultaten geven. Een diep (70 cm) substraatbed met lichte klei biedt geen voordelen ten aanzien van een gangbaar systeem zonder substraatbedden op lichte klei. *Pratylenchus* en *Meloidogyne* ondervinden op een diepte van 70 cm geen hinder; *Verticillium* echter wel met een doding van 100% op 70 cm.

Het ondiepe (15 cm) bed met grof zand is goed en homogeen te ontsmetten met grondstomen. Met onderdruk zullen de resultaten wellicht nog beter zijn. Binnen 0.5 uur was de streeftemperatuur van 60-70 °C op de meeste plaatsen en op alle dieptes bereikt. Doding van *Meloidogyne* was meer dan 60% op alle dieptes, terwijl doding van *Pratylenchus* meer dan 80% was, behalve op 15 cm diepte (namelijk 50%). *Verticillium* werd bijna volledig afgedood in de bovenste laag en voor 70% op een diepte van 15 cm. Op 7 cm diepte was er maar 10% doding.

Bij cultuurkoken in het diepe grondbed werd temperatuur moeizaam verhoogd tot een temperatuur van maximaal 37 °C na 6 uur ontsmetting. Cultuurkoken is moeilijk uitvoerbaar in het diepe grondbed, maar resulteert in een redelijke doding van *Verticillium dahliae* in zowel het ondiepe zandbed als het diepe grondbed met een doding van meer dan 60%. Er vond geen doding plaats van *Pratylenchus*. Bij *Verticillium* resulteerde het cultuurkoken in een doding van meer dan 60%, maar bij *Meloidogyne* en *Pratylenchus* was er geen doding. Bij het ondiepe zandbed brengt cultuurkoken binnen 50 minuten gelijkmatig de temperatuur in het gehele bed omhoog tot meer dan 55 °C en in de bovenste lagen (boven 35 cm) tot 60-70 °C. De doding van *Pratylenchus* is hoger dan in het diepe grondbed, maar komt niet verder dan 50% in de bovenste laag (1 cm) en 20% in de dieper gelegen lagen. Bij *Meloidogyne* en *Verticillium* was de bestrijding meer dan 60% in alle lagen. Bodem resetten volgt op een tweede plaats door de hogere kostprijs en de relatief langere behandeltijd. Maar het was opvallend dat deze methode een hoge mate van bestrijding liet zien met meer dan 90%, gelijkmatig verspreid door het hele bed, van bijna alle ziekten en plagen. Hierbij is het precies en gelijkmatig aanbrengen van het fermentatiepoeder en luchtdicht afdekken van het bed van cruciaal belang. *Meloidogyne* werd minder goed bestreden vooral rechts achter in het bed (plaats 3). Dit kan verklaard worden door het minder goed aanbrengen van het zeil of poeder op die plaats. De doding van andere ziekte en plagen is hierdoor niet beïnvloedt. Mogelijk is *Meloidogyne*, aanwezig als ei pakketten in wortels, moeilijker af te doden. De kostprijs is hoger en de behandeltijd van 1.5 – 3 weken is langer dan die van grondstomen of cultuurkoken.

7.2 Weerbaarheid

In de analyse komt naar voren dat het substraatbedsysteem weerbaarder gemaakt kan worden tegen *Pythium aphanidermatum* door substraat te gebruiken dat 1.) relatief een groot porie volume kent (>60%), 2.) water niet lang blijft vasthouden (consequentie van poriegrootte), 3.) de draagkracht van het substraat voor bacteriën optimaal benut en dus waarbij het organisch stof gehalte optimaal wordt gebruikt door de plant of bacteriën en waarbij *Pythium* (als tragere groeiende concurrent voor de koolstof voedingsbron) geen kans krijgt, en 4) waarbij de zuurgraad zo hoog mogelijk ($pH > 7$) wordt gehouden. Het huidige substraat dat gebruikt wordt in het ondiep zandbed biedt vooralsnog geen voordelen ten aanzien van een verhoogde weerbaarheid tegen *Pythium*.

Het aanbrengen van de mulchlaag van Biotop bleek een zeer effectieve manier om de vestiging en dichtheid van bodemroofmijten te verbeteren. Het is echter merkwaardig dat de toename in dichtheid van predatoren niet heeft geresulteerd in lagere trips dichtheid. Een mogelijke reden hiervoor is dat het effect moeilijk meetbaar was omdat trips dichtheid in alle behandelingen (inclusief controles) laag bleef. Ook is het mogelijk dat de predatoren liever astigmata mijten of andere bodem-gebonden prooien eten dan trips. In dat *g et al.* is verbetering in trips bestrijding mogelijk beter te realiseren door een openkweekstelsel, waarbij de dichtheid van predatoren in het gewas toeneemt zonder dat hun alternatieve prooien overal aanwezig zijn, zoals het geval is bij een mulchlaag toepassing van Biotop.

De bereikte dichtheid aan predatoren in de kweekbakken was enorm. In de praktijk worden uitzet dichtheden aangeraden van maximaal 500 per m² (zwaar curatief). De dichtheid van predatoren in de kweekbakken was na 3 weken 14.000 en na 6 weken 3.500 per m² (uitgaande van 5 cm diepte). Er waren geen verschillen tussen kweekbakken die in zand of klei substraat waren neergezet. Het aantal predatoren waarmee een kweekbak ingezet was bleek geen effect te hebben op de bereikte predatordichtheid 3 en 6 weken na inzet. Blijkbaar is een licht inoculatie met predatoren al voldoende om hoge reproductie in de kweekbak opgang te krijgen.

Uitgezette predatoren zullen de bakken koloniseren, reproducen en weer het gewas in trekken. Dit opent een mogelijkheid voor een uitzetstrategie waarbij het substraat geïnoculeerd wordt met predatoren waarna vermeerdering in het substraat op gang komt. In vervolgonderzoek zal het effect van dergelijke kweeksystemen op dichtheid van predatoren in het substraat moeten worden bestudeerd.

7.3 Verspreiding middelen

In eerste proef werd kleurstof (Fe-EDDHA) langzaam toegediend aan demobak met grof zand (zoals in het ondiep zandbed) onder het zandprofiel via een trechter en een slang. Na 45 liter te hebben toegevoegd is het profiel volledig rood gekleurd. Vervolgens werd met 56 liter schoon water het gehele profiel weer schoon gespoeld. In tweede proef met demonstratiebak was kleurvloeistof (3 g Fe-EDDHA per liter) van bovenaf toegediend. Na 43.5 liter te hebben toegediend was het gehele zandprofiel rood gekleurd. Vervolgens werd met 56 liter schoon water het gehele profiel weer schoon gespoeld. Dit betekent dat een gewasbeschermingsmiddel, toegediend via de watergift (eb-/vloed of drip), zich snel en efficiënt verspreid door het gehele zandbed. Doordat de teelt laag van substraatbedden niet in contact komt met grond en grondwater kunnen middelen gebruikt worden die niet zijn toegestaan in de vollegrond.

7.4 Bedrijfseconomische analyse

Voor alle drie de onderzochte teelten geldt dat de zand en grondbedden, waarbij de ondergrond wordt afgesloten met een zeil of doek een acceptabele kostenstijging hebben tot circa 3%. In de toekomst kan de vervanging van de zeilen of doeken een knelpunt worden.

De bakkenteelt vraagt een hogere investering die moeilijker terug te verdienen is. Automatisering van oogst of planten geeft onvoldoende resultaat om deze opties vergelijkbaar te maken met de zand- en grondbedden.

De teelt op cassettes geeft wel de potentie om de ruimtebenutting te verbeteren. Bij de lisianthus 12%, bij freesia 30 – 50% en bij de chrysant 20%. Gegeven de grotere groei in deze systemen, lijken er mogelijkheden te zijn om er rendabele teelt te bedrijven. Voor een uitgebreide beschrijving van de systemen, zie Khodobaks *et al.* (2011).

8 Referenties

Anoniem (1997).

DENAR kas eindverslag energie- en milieudemonstratieproject. Uitgegeven door Denar kas B.V., Rijswijk.

Arendsen, M., Schouten, C.A.M. (1997).

Teeltkundige aspecten van gesloten teeltsystemen op semi-praktijkschaal bij aster. PBG, Zuid-Nederland.

Arkesteijn, M. (2010).

Fermentatieproducten mogelijk alternatief voor stomen. Onder Glas 5: 51.

Blok, C., Winkel, A. van, Lagas, P., Chizhmak, S. (2008).

Chrysantenteelt in smalle goten. Wageningen Universiteit en Research Centre (WUR). PPO no. 3241406500 / 3242040708

Bos, A.L. van den (1996).

EC in relatie tot het type substraat bij de teelt van freesia in een gesloten systeem. PGG, Naaldwijk.

Henten, E.J., van., Bakker, J.C., Marcelis L.F.M., Oosten, A. van 't, Dekker, E., Stanghellini C., Vanthoor B., Randerat B. van, Westra J. 2006. The adaptive greenhouse – an integrated systems approach to developing protected cultivation systems. Proc. IIIrd IS on HORTIMODEL 2006. Eds. L.F.M. Marcelis *et al.* Acta Hort. 718, ISHS 2006. 399-406.

Kipp, J.A., Wever, G. (1993).

Wortelmedia. Proefstation voor Tuinbouw onder glas te Naaldwijk. No 103 Serie: informatiereeks. Naaldwijk maart 1993.

Lamers, J.G., Runia, W.T., Molendijk, L.P.G., Bleeker, P.O. (2011).

Perspectives of anaerobic soil disinfestation. Acta Horticulturae, 883 pp. 277-284.

Ludeking, D.J.W.; Wurff, A.W.G. van der; Slooten, M.A. van; Stremenska, M.A.; Meints, H. (2011).

Biologische grondontsmetting met organisch gefermenteerd product ('Bodem resetten'). Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, Gewasbeschermingsdag voor adviseurs, 2011-03-31

Meester, H., (2003).

Jaarrondeelt van Lisianthus op water. Proeftuin Zwaagdijk.

Messelink, G. & van Holstein-Saj, R. (2008).

Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). In Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climate, Vol. 32, pp. 135-138. IOBC/wprs Bulletin.

Os, E. van, Ruijs, M., Doorduyn, J., Janssen, G. (1986).

Oriënterend onderzoek bedrijfssystemen bij freesia. IMAG, PTOG en LU.

Pekkeriet, E.J.; Sonneveld, J. (2007).

Mobysant: ontwikkeling van een mobiel teeltsysteem voor chrysant Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw, (Rapport / Wageningen UR Glastuinbouw)

Spruijt, S., *et al.* (2008).

Impact EU gewasbeschermingverordening. Economische impact van de voorgestelde cut-off criteria voor een aantal Nederlandse gewassen. Proj.nr. 3250126000

Vermeulen, P. (2008).

Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 2008. Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk.

Vermeulen, T., (2009).

Literatuurstudie Chrysant los van de grond, PT verslag.

Voogt, W. (2008).

"Vooral problemen in grondteelten". Vakblad voor de Bloemisterij 63 (11). - p. 15.

Voogt, W.; Winkel, A. van; Burgt, G.J.H.M. van der (2008b) Bodem en water: N en P emissie Wageningen: Wageningen UR.

Weel, P.A. van, M. Warmenhoven (2005).

De technische uitvoerbaarheid van Cultuurkoken in een substraatbed. Wat is de invloed van drainage. PPO rapport nr. 41103601.

Wurff, A.W.G. van der, C. Blok, C. Labrie, T. Vermeulen, W. Voogt (2009).

De problematiek van de kasgrondteelten: Mogelijke oplossingen aangedragen door ondernemers met substraatbedden in het bijzonder. PT rapport GTB-1114.

Wurff, A.W.G. van der (2011).

Natuurlijke ziekteonderdrukking in grondteelten : model, weerbaar telen en nieuwe substraten. Gewasbescherming 42 (4). - p. 164 - 168.

9 Overzicht Publicaties

Anoniem (2010).

Checklist voor succes bij innovatie. Bloemisterij 5 – februari.

Anoniem (2010).

Chrysanten op substraat en nu ook op water. Onder Glas 5: 43.

Anoniem (2010).

Cassettebed scoort goed in substraatproef chrysant. Vakblad voor de Bloemisterij 3: 42.

Diverse Flyers: december 2009, januari 2010.

Khodobaks, R. Blok, C., Vermeulen, T. (2011).

Chrysantenteelt op substraatbedden- teelronde 1-5. Wageningen UR Glastuinbouw Rapport 3242060700.

Kloet, J. Van der (2009).

Chrysanten op substraat: eindelijk een succes? Glastuinbouw Techniek Magazine (GTT).

Neefjes, H. (2009).

Waarin aardt chrysant het best? Vakblad voor de Bloemisterij. nr 30. 24 juli 2009. Voorpagina. pp. 34-36.

Neefjes, H. (2009).

Chrysant aan vooravond van nieuwe teeltstrategie. Vakblad voor de Bloemisterij, 38., pp. 42-43.

Presentatie: KRW-projecten dag 21 januari - netwerkdag voor alle landbouwgerichte KRW-projecten.

Presentatie/rondleiding: Reconstructiewerkgroep Bommelerwaard, 8 april.

Reinders, U. (2009).

Promising results with *chrysanthemum* growing out of soil. Flower Tech. *In druk*

Staalduinen, J. van. 2009. Substraatteelt chrysant nog niet kostendekkend – goede teeltresultaten zonder emissie naar grond- en oppervlaktewater. Onder Glas, december, 2009, p32-33.

Staalduinen, J. van; Wurff, A.W.G. van der (2011).

Stomen meest geschikte ontsmettingsmethode voor substraatbedden: Ondiep zandbed leent zich voor snelle ontsmetting en sturing. Onder Glas 8 (2). - p. 47.

Vermeulen, T.; Blok, C. (2009).

Chrysanten op substraat: een nieuwe poging. Glastuinbouwtechniek Magazine 4: 6.

Vermeulen, T. and C. Blok (2010).

Case study using Systems Engineering methodology for developing new cropping systems for *Chrysanthemum*. ISHS Conference, august 2010.

Vermeulen, T.; Blok, C.; Wurff, A.W.G. van der; Khodobaks, M.R. (2010).

Substraatbedden Chrysant - 2 september 2010: Voortgang en resultaten vierde teeltronde Wageningen UR Glastuinbouw.

Wurff, A.W.G. van der (2009).

Bodemmoehed, alternatieve grondontsmettingen en weerbaarheid: Oplossingsrichtingen vanuit de biologie Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst LTO Groeiservice Weken van de Gewasbescherming: Zomerbloemen, 2009-11-04.

Wurff, A.W.G. van der; Messelink, G.J. (2009).

Ziekte- en plaagweerbaarheid van substraten Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, (posters) Bijeenkomst n.a.v. het project 'Chrysantenteelt in Substraatbedden', 2009-09-20.

Wurff, A.W.G. van der (2009).

Bodemmoehed, alternatieve grondontsmettingen en weerbaarheid: Oplossingsrichtingen vanuit de biologie. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw. Presentatie op LTO Groeiservice Weken van de Gewasbescherming: Zomerbloemen, 2009-11-04.

Wurff, A.W.G. van der; Messelink, G.J. (2009).

Ziekte- en plaagweerbaarheid van substraten Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, (posters) Presentatie op open dag 'Chrysantenteelt in Substraatbedden', 2009-09-20.

Wurff, A.W.G. van der; Messelink, G.J.; Wensveen, W. van; Vermeulen, P.C.M.; Slooten, M.A. van; Groot, E.B. de; Labrie, C.W.; Raaphorst, M.G.M.; Vermeulen, T.; Blok, C. (2010).

Effectieve gewasbescherming in substraatbedden Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, Poster t.b.v. Stakeholders en stuurgroep Chrysant, 2010-03-15.

Wurff, A.W.G. van der; Messelink, G.J.; Wensveen, W. van; Vermeulen, P.C.M.; Slooten, M.A. van; Groot, E.B. de; Labrie, C.W.; Raaphorst, M.G.M.; Vermeulen, T.; Blok, C. (2010).

Effectieve gewasbescherming in substraatbedden Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, Gewasbeschermingsdag georg. door PT, LTO en Wageningen UR Glastuinbouw, 2010-03-18.

Wurff, A.W.G. van der (2011).

Sturen op bodemweerbaarheid in chrysant. Bleiswijk : Kennisdag Chrysant, 2011-02-09.

Bijlage I Samenvatting Wageningen UR

Glastuinbouw Rapport 3242060700

Khodobaks et al. (2011)

Chrysant is een belangrijk glastuinbouw gewas in Nederland en wordt nog steeds in de grond geteeld. In de grondgebonden teelt is er groot risico op uitspoeling van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen naar grond+ en oppervlaktewater. In dit project worden recent ontworpen teeltsystemen ontwikkeld en praktijkrijp gemaakt voor emissievrij telen. Het project is onderdeel van het KRW+innovatieprogramma – tender 2008, project KRW+08038.

In 2009 zijn 6 systemen ontworpen, namelijk diep grondbed, zandbed, veenbed, lelie kisten, cassettebed en cassettebox. In 2010 (vanaf teelt 4) werden er ook watersystemen uitgetest. Dit waren drijvend sla systeem, wortelbesproeiing systeem (fleurago), new growing system (Spaans systeem) en drijvend systeem met een drijvende harde plaat. De substraatloze systemen en cassettesystemen worden gefinancierd vanuit het project KRW+08037.

De experimenten richten zich op drie aspecten: 1) Evalueren van de 6 potentiële systemen, 2) evalueren van potentiële water systemen, 3) onderzoek naar effecten van wortelmilieu op de bovengrondse groei.

Het grondbed produceerde zoals verwacht als gewone kasgrondteelt dus werd het als referentie systeem gebruikt. Het zandbed reageerde als een substraatbed. De weggroei was sneller dan in het grondbed, maar helaas kon de fors initiële groei niet vastgehouden worden. Door gedurende de teelt vaker te beregenen in plaats van eb/vloed werd de forse groei wat aangehouden, maar er zijn meer kennis en meettechnieken nodig om grip te krijgen op de voedingsgiten. Veenbed en leliekisten hadden een goede opbrengst, maar door het grote volume substraat bleven ze lang te vochtig en hierdoor zijn ze vanaf teelt 5 niet meer meegenomen in de evaluatie. Het cassettebed had over alle teelten heen de beste opbrengsten (20+30 percent meer dan grondbed). De cassettebox produceerde het slechts van alle substraat systemen, dit werd toegeschreven aan de te kleine substraat volumes.

Het grondbed en zandbed hadden planten op perspotten en de andere systemen waren direct sticking. De systemen met direct sticking hadden een kortere teeltduur (10 dagen), maar een 4 dagen langere teelt in de kas bij de teler. Deze zou kunnen ingelopen worden door het gebruik van callus stekken.

Substraat volume had een significant effect op versgewicht, drooggewicht en lengte van de takken. Met toename van substraatvolume nam ook het versgewicht toe. Het effect van substraatvolume hing samen met het irrigatie regime. Cassettebed met een hoogte van tenminste 10 cm met antiworteldoek is het optimale substraat systeem.

De watersystemen hebben goede potentie, er werden 5+20% hogere opbrengst gehaald ten opzichte van het grondbed. De verschillende systemen zijn nog niet voldoende uitgekristalliseerd om een gedegen keuze te maken.

